

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД НАН БЕЛАРУСИ

Сохранение, изучение и использование
биоразнообразия мировой флоры



Минск
«Беларуская навука»
2012

УДК 58 (476-25)

Центральный ботанический сад НАН Беларуси: сохранение, изучение и использование биоразнообразия мировой флоры / В. В. Титок [и др.] ; под ред. В. В. Титка, В. Н. Решетникова. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 345 с. : ил. ISBN 978-985-08-1430-2.

В коллективной монографии изложены основные результаты исследований и разработок всех научных подразделений Центрального ботанического сада НАН Беларуси за последние 5–10 лет, которые отражают современные направления его научной и инновационной деятельности. Большое внимание уделено истории становления Сада, воссозданы, насколько это было возможным, эпизоды довоенной жизни, его трагическая судьба в военное время и неоднозначный послевоенный период. Центральное место в монографии отведено результатам исследований по интродукции растений – основному научному направлению деятельности Центрального ботанического сада. Дана оценка состояния огромного и разнообразного генофонда интродуцированных растений мировой флоры (полезных травянистых, цветочно-декоративных, тропических и субтропических и др.). Детально освещены результаты изучения современного состояния старинных парков Беларуси, изложены рекомендации по сохранению их биологического разнообразия и использованию в рекреационных и туристических целях. Значительное внимание уделено исследованиям биохимического состава нетрадиционных плодово-ягодных растений, которые широко внедряются в практику промышленного и любительского садоводства республики. Рассматриваются возможности использования интродуцированных и местных видов семейства Брусничные для фиторекультивации выработанных торфяных месторождений. Представлены результаты исследований в области микроклонального размножения растений. Приводятся результаты скрининга состава эфирных масел ряда хвойных пород семейства Pinaceae, перспективных для широкого использования в экономике и лесном хозяйстве Беларуси. Анализируется стратегия оценки генетического разнообразия геномов на примере ботанических коллекций хозяйственно полезных культур.

Книга предназначена специалистам в области экспериментальной ботаники, интродукции, физиологии и биохимии растений, генетики, селекции, агрономии, а также преподавателям биологических факультетов вузов.

Табл. 37. Ил. 105. Библиогр.: 394 назв.

П о д р е д а к ц и е й

доктора биологических наук В. В. Титка,
академика НАН Беларуси В. Н. Решетникова

Р е ц е н з е н т ы:

доктор биологических наук С. А. Дмитриева,
доктор биологических наук В. И. Домаш

ISBN 978-985-08-1430-2

© Центральный ботанический сад НАН Беларуси, 2012
© Оформление. РУП «Издательский дом «Беларуская навука», 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Центральному ботаническому саду НАН Беларуси – 80 лет. Это одно из старейших учреждений Национальной академии наук Беларуси. Он создавался в период национального и духовного возрождения белорусского народа, бурного развития науки и культуры. Ботанические сады во все времена были символом высокой культуры, развитой науки и образования. При создании Центрального ботанического сада НАН Беларуси ставились достаточно амбициозные задачи в части использования генофонда мировой флоры в научных и практических целях, выполнения разнообразных учебных, просветительских и рекреационных функций.

По истечении восьми десятилетий можно с уверенностью сказать, что Центральный ботанический НАН Беларуси успешно реализует поставленные задачи. По площади занимаемой территории (153 га) и составу коллекций (более 10 тыс. видо- и сортообразцов) он принадлежит к крупнейшим ботаническим садам Европы. Это ведущий в стране центр по сохранению биоразнообразия мировой флоры. Усилиями нескольких поколений ботаников-интродукторов сформированы, сохраняются и пополняются уникальные для страны коллекции декоративных, древесных, нетрадиционных плодово-ягодных, лекарственных, пряно-ароматических, технических растений, а также редких и охраняемых видов аборигенной флоры Беларуси. Коллекционный фонд Центрального ботанического сада на государственном уровне признан научным объектом, составляющим национальное достояние Республики Беларусь. На современном уровне организовано документирование, учет и изучение коллекционного материала. На базе накопленного генофонда создано около 70 сортов декоративных, лекарственных и пряно-ароматических растений.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси – признанный научный центр в области интродукции и акклиматизации растений, биохимии и биотехнологии, экологии растений и охраны окружающей среды. Здесь созданы и плодотворно работают научные школы по интродукции растений, индустриальной экологии, защите растений, биохимии растений. В лабораториях Центрального ботанического сада прошли интродукционные испытания более 260 тыс. образцов растений со всех континентов земного шара.

В последние десятилетия в Центральном ботаническом саду получили развитие новые научные и научно-технические направления в области молекулярной биологии, биотехнологии, геной инженерии, информационных

технологий, что укрепило его имидж как современного широкопрофильного научного учреждения.

Результаты научных исследований Центрального ботанического сада НАН Беларуси активно внедряются и осваиваются в практике народного хозяйства. Разработки в области интродукции растений положили начало формированию новых для страны подотраслей народного хозяйства: лекарственного и пряно-ароматического растениеводства, нетрадиционного плододоводства. Они способствуют успешному развитию отечественного зеленого строительства и декоративного садоводства, решению многих экологических проблем. Центральный ботанический сад НАН Беларуси стал пионером освоения на европейском континенте промышленной культуры клюквы крупноплодной. В настоящее время активно ведутся работы по развитию промышленного выращивания голубики высокой. Успешно внедрены в производство прикладные разработки по созданию новых продуктов питания, биокорректоров, лекарственных средств с использованием биологически активных веществ интродуцированных и местных растений.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси – уникальное учреждение в системе Академии наук. Это не только научно-исследовательский институт, но и музей природы, крупный просветительский и рекреационный центр, который постоянно развивается и совершенствуется. Обновляются существующие и формируются новые ботанические коллекции, проектируются и создаются оригинальные ландшафтные и ботанические композиции, ведется широкомасштабная реконструкция объектов основной инфраструктуры, строятся новые жизненно важные объекты, совершенствуются методы культурно-просветительской работы.

Центральный ботанический сад – это не только коллекции растений, но и большой коллектив сотрудников. Их высокий профессионализм, преданность своему делу являются залогом того, что Центральный ботанический сад НАН Беларуси в будущем будет также успешно развиваться, приносить пользу государству и получать благодарность наших граждан.

Настоящее издание отражает непростую историю Центрального ботанического сада НАН Беларуси, его современное состояние и перспективы дальнейшего развития. Это коллективный труд ведущих ученых и специалистов учреждения.

В книге изложены основные результаты исследований и разработок всех научных подразделений института за последние 5–10 лет, которые отражают современные направления его научной и инновационной деятельности. Большое внимание уделено истории Сада. Воссозданы, насколько это было возможным, эпизоды довоенной жизни, его трагическая судьба в военное время и неоднозначный послевоенный период. Эти сведения были получены благодаря кропотливой работе с архивными документами. Авторы выражают особую благодарность сотрудникам Центрального научного архива НАН Беларуси за неоценимую помощь в сборе исторического материала, а также кандидату исторических наук Н. В. Токареву за научное консультирование и помощь в подготовке главы 1.

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ

Центральный ботанический сад (ЦБС) НАН Беларуси в 2012 г. отмечает свое 80-летие. В истории его становления и развития можно выделить несколько основных периодов: 1) 1931–1940 гг. – создание и становление Сада; 2) 1941–1944 гг. – годы Великой Отечественной войны, период разрухи; 3) 1945–1991 гг. – послевоенное восстановление, расцвет и период стабильного развития; 4) 1992–2012 гг. – адаптация к новым социально-экономическим условиям и крупномасштабная реконструкция.

1.1. Создание и становление Центрального ботанического сада (1931–1940 гг.)

Вопрос о создании ботанического сада был поставлен в Белорусской академии наук (БелАН) еще в 1930 г. Тогда Президиум БелАН поручил академику М. П. Петровичу и заведующему кафедрой ботаники БелАН М. Н. Гончарнику подготовить докладную записку о передаче дендрологического парка для организации Центрального ботанического сада и внести ее на рассмотрение СНК БССР¹. 23 февраля 1931 г. на заседании Президиума БелАН по вопросу об организации ботанического сада выступил Михаил Николаевич Гончарик (протокол № 5). По-видимому, тогда и было принято положительное решение по этому вопросу. Данный факт подтверждается академиками Н. Д. Нестеровичем [1] и Н. В. Смольским [2], которые писали, что Центральный ботанический сад АН БССР основан в 1931 г. Однако приказ о создании ботанического сада в архивных документах НАН Беларуси пока не найден. Достоверно известно, что строительство Сада началось в 1932 г. [2]. 17 апреля 1932 г. Советом Народных Комиссаров БССР было принято постановление № 102, в котором одобрялось создание ботанического сада при БелАН и давалось поручение Минскому горисполкому определить границы ботанического сада (рис. 1.1). Этот день считается официальной датой основания Сада.

Для строительства ботанического сада отводилось 106 га территории возле Парка культуры и отдыха (современный парк им. Челюскинцев) по адресу Борисовский тракт, 90. Эти земли были включены в черту г. Минска сравнительно поздно. На планах Минска конца XIX – начала XX в. можно видеть,

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 1. Оп. 1. Д. 6. Л. 102.

П А С Т А Н О В А
САВЕТА НАРОДНЫХ КОМИССАРУЎ БССР

17 красавіка 1932 г.

гор. Мінск

ПРА ЦЕНТРАЛЬНЫ БАТАНІЧНЫ САД
БЕЛАРУСКОЙ АКАДЭМІІ НАВУК

Надаючы вялікае значэнне арганізацыі Батанічнага саду пры Беларускай Акадэміі навук з мэтай вышукання новых відаў сыравіны для прамысловасці і сельскай гаспадаркі, а таксама як буйнога парка для патрэб працоўных г. Мінска, правядзення працы як у дапаможнай установе школ і вуні і як базы для навукова-даследчай працы прыродазнаўчых інстытутаў БАН, Савет Народных Камісараў пастаўляе:

1. Зацвердзіць тэрыторыю Батанічнага саду, згодна з устаноўленымі Гарсаветам восенню 1931 года межамі, а таксама і складзены праект-план разбіўкі саду і даручыць Мінскаму гарадскому савету разам з Беларускай Акадэміяй навук у дэкадны тэрмін устанавіць дэталёва сталыя межы Батанічнага саду на падставе прадстаўленага праекта-плана.

2. Даручыць Біялагічнаму інстытуту БАН неадкладна пачаць асваенне тэрыторыі Батанічнага саду. Для гэтай мэты асігнаваць 40 тыс. руб. Прапанаваць НК фінансаў прагледзець артыкулы выдаткавання гэтых сродкаў.

3. Прапанаваць Дзяржплану забяспечыць будматэрыяламі будаўніцтва жылёвых памяшканняў, аранжарэі, цяпліцы і агароджы вакол саду, апусціўшы асноўную частку будматэрыялаў у II квартале гэтага года. Прапанаваць кіраўніцтву Батанічнага саду пачаць з гэтага года арганізацыю прыроднай агароджы саду.

4. Лічыць патрэбным перадаць Батанічнаму саду БАН былыя лясы павільён пад лабораторыю і батанічны музей. Тэрмін перадачы ўстанавіць Беларускай Акадэміі навук на ўзгадненню з НК асветы.

5. Перадаць пасадачны акліматызаваны матэрыял (экзоты) дэндралагічнага гадавальніка ў Лошыцы Цэнтральнаму батанічнаму саду БАН.

6. Прадставіць права Батанічнаму саду БАН скарыстоўваць патрэбны матэрыял дублеты з маючыхся батанічных садоў, паркаў і іншых устаноў БССР для мэт Цэнтральнага батанічнага саду.

*Нам. старшынi Савета Народных
Камісараў БССР*

Грысевіч

*Кіраўнік спраў Савета Народных Камісараў
і Эканамічнага Савета БССР*

Кандыбовіч

Рис. 1.1. Постановление Совета Народных Комиссаров БССР о выделении территории для строительства Центрального ботанического сада, 17 апреля 1932 г.

что эта территория находилась за пределами города. Здесь были леса и поля имения Слепянка. Известно, что до XVIII в. имение принадлежало князьям Радзивиллам, а затем, до начала XX в. – Ваньковичам. В 1923 г. было принято решение о расширении городской территории за счет этих национализированных земель и в конце 1920-х гг. началось их освоение. Осенью 1931 г. было принято постановление Горсовета о выделении участка под ботанический сад. Горисполком также принимает решение об установке ограды между ботани-

ческим садом и парком. Предполагалось, что Сад должен был пропускать до 14 000 человек.

Территория, отведенная под строительство ботанического сада, была покрыта низкорослым соновым лесом.

1932–1934 гг. – период становления Сада, формирования его коллектива, структуры, направлений научной деятельности, сбора коллекций растений и разработки плана освоения территории.

1 марта 1933 г. Президиум БелАН назначил директором Ботанического сада дендролога, доктора биологических наук, профессора Степана Павловича Мельника (протокол № 10 заседания Президиума БелАН от 29.03.1933 г.)¹. Именно С. П. Мельник разработал принципы и научные направления работы Сада, начал формировать научные кадры и технический персонал. Он был не только талантливым ученым, но и прекрасным организатором, что очень важно для руководителя ботанического сада, специфика деятельности которого требует проведения научных исследований наряду с большим объемом производственных работ (рис. 1.2).

С. П. Мельник в достаточно короткие сроки сумел организовать деятельность по освоению территории Ботанического сада, формированию коллекций, строительству оранжерей и парников, водоснабжению коллекций, заготовке почв и множество других видов работ, без которых немислимо выращивание растений и поддержание коллекций в надлежащем состоянии. В течение 1933–1934 гг. было проведено профилирование аллей, дорожной сети, освоено 8 га, на которых заложили питомники и дендрарий, помологический сад, живые изгороди. Известно, что древесные растения занимали площадь 4,56 га, школа древесных – 2,7 га, экспозиционные участки – 1,1 га, коллекция ив и тополей – 0,68 га, малина – 0,5 га, кребы – 0,15 га, питомник плодовых растений – 1 га, декоративный сектор – 0,42 га, участок Средней Азии – 0,36 га, интродукционный участок – 0,4 га, стелющиеся садовые растения – 0,15 га, партер занимал 1 га. Для выращивания новой в БССР культуры – винограда – было освоено 0,4 га. Под руководством профессора И. Г. Василькова был создан филогенетический сад на площади 0,97 га. Первый список древесных растений, которые следовало интродуцировать в Сад, был составлен профессором А. Л. Новиковым [1]. В результате массовых посевов семян 292 образцов древесно-кустарниковых растений уже за 2 года вырастили 3908 растений².

Наряду с большой работой по строительству Сада, коллектив развивал разностороннюю научную деятельность, причем не только в области интро-

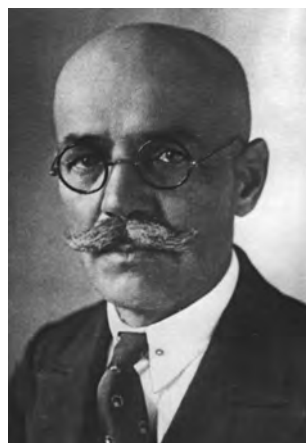


Рис. 1.2. Первый директор ЦБС, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент БелАН С. П. Мельник

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 1. Оп. 1. Д. 21. Л. 29.

² Там же. Ф. 25. Оп. 1. Д. 1.

дукции растений. Научная тематика включала изучение флоры и растительности БССР, исследования в области систематики, микологии, лишенологии, физиологии растений, садоводства, генетики. ЦБС стал «колыбелью» для некоторых современных институтов и лабораторий НАН Беларуси. Отдельные структурные подразделения Ботанического сада впоследствии передавались в другие учреждения. Так, созданные С. П. Мельником отделы древесных растений, флоры, споровых растений, гербария впоследствии были переведены из ЦБС в качестве самостоятельных структурных подразделений в Институт биологии АН БССР.

Среди наиболее значимых научных исследований, проводимых коллективом Сада, отметим изучение флоры БССР и выявление в ее составе растений, полезных для народного хозяйства, изучение лишайников и мхов аборигенной флоры БССР, проведение гибридизации тополей, выявление видов древесно-кустарниковых растений для зеленого строительства, изучение влияния фотопериодизма на рост и развитие древесных растений. Была поставлена задача издать «Флору БССР» и создать центральный гербарий БССР.

Более того, Президиум АН БССР планировал в дальнейшем деятельность ЦБС как руководящего научно-исследовательского центра среди родственных институтов БелАН¹.

Основными направлениями деятельности Сада были определены формирование коллекций полезных для народного хозяйства древесных и травянистых растений, исследование флоры БССР, интродукция и селекция плодово-ягодных культур садоводства, просветительская и хозяйственная деятельность, освоение территории, отведенной под Ботанический сад.

Для изучения флоры БССР на работу в ЦБС были приглашены ведущие ботаники СССР: профессора И. Г. Васильков, М. П. Томин, Е. И. Проскуряков. В качестве авторов и консультантов «Флоры БССР» работали также профессора С. Я. Соколов, Б. К. Шишкин, А. С. Лазаренко, а также доктор биологических наук Б. А. Федченко, которого С. П. Мельник характеризовал как одного из «самых мощных батаникаў флорыстаў СССР»². Помощь Б. А. Федченко была необходима как при подготовке «Флоры БССР» и формировании центрального гербария, так и для решения вопросов, связанных с интродуцированными растениями.

В составе научного коллектива ЦБС начинали свою профессиональную деятельность молодые исследователи: кандидат биологических наук А. И. Черненко (рис. 1.3), В. Ф. Купревич (впоследствии академик, президент АН БССР), Н. Д. Нестерович (впоследствии академик АН БССР), Е. Б. Юрков (ученый секретарь), Н. Н. Купчинов (младший научный сотрудник отдела дендрологии), А. И. Красник (дендролог), П. Ф. Лысоконь (дендролог), А. П. Пидопличко (младший научный сотрудник отдела живых растений), Н. И. Чекалинская (оранжерея и дендрология) (рис. 1.4), А. С. Мерло.

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 1.

² Там же.



Рис. 1.3. А. И. Черненко. 1930-е гг.



Рис. 1.4. Н. И. Чекалинская. 1930-е гг.

Для выполнения научных и практических задач, а также работ, связанных с проектированием и строительством Сада, была разработана и утверждена первая структура, включавшая пять научных отделов:

1. Отдел флоры (заведующий – профессор Е. И. Проскуряков).
2. Отдел живых растений (заведующий – профессор И. Г. Васильков).
3. Отдел споровых растений (заведующий – профессор М. П. Томин (рис. 1.5)).
4. Отдел помологии (заведующий – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук А. И. Черненко).
5. Отдел гербария и ботанический музей (заведующий П. Я. Вакулин).

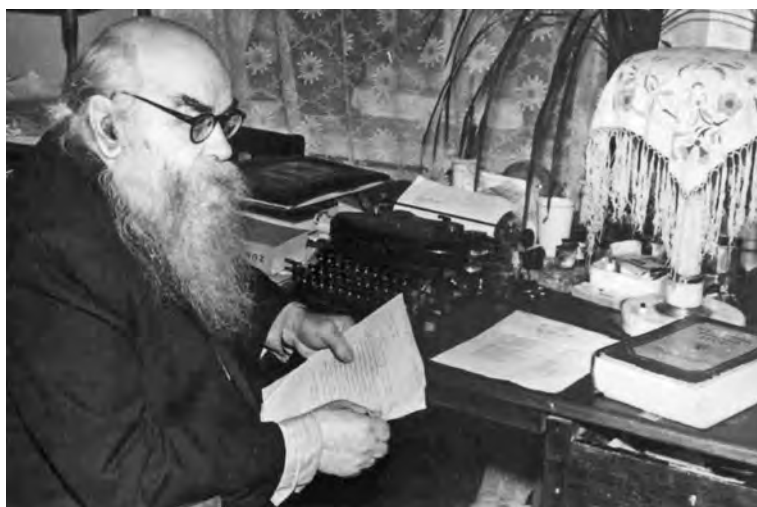


Рис. 1.5. Профессор М. П. Томин, заместитель директора ЦБС в 1932–1938 гг.

Ответственным за школу и питомники древесных и плодово-ягодных растений был назначен А. И. Красник.

В 1934 г. ЦБС издал первый делектус (*Index seminum*), в котором было представлено 533 вида и разновидности растений, относящихся к 48 семействам, 231 роду, из них 435 травянистых, преимущественно из аборигенной флоры.

Согласно программе работ формировался центральный гербарий БССР. Сборы растений проводили не только в БССР, но и в других регионах СССР.

В 1934 г. Президиум БелАН подвел первые итоги деятельности Сада. В постановлении Президиума БелАН от 19.12.1934 г. отмечено, что ЦБС БелАН имеет достижения в освоении территории постоянными коллекциями, в научно-исследовательской работе, в широком обмене семенным материалом с зарубежными ботаническими садами, в укомплектовании научными кадрами. Установлены и активно поддерживаются связи с Ботаническим институтом АН СССР (Ленинград), с АН Украинской ССР, Ботаническим институтом МГУ и др.

Президиум БелАН рекомендовал организовать в Саду новый отдел – экспериментальный. Выдвигалось также немало задач по развитию инфраструктуры: строительство 1-й очереди оранжерей, вегетационного домика, хозяйственных построек, жилого дома для рабочих, погреба для научно-исследовательского материала, обустройство аллей, замена сгнившей части деревянного забора забором из кирпича и др.

Для успешной реализации поставленных задач 23 марта 1935 г. Президиум БелАН принял постановление об отделении Центрального ботанического сада от Института биологии в самостоятельную единицу при Президиуме, с тем «чтобы постепенно ботанический сад был реорганизован в «ботанический научно-исследовательский институт». (Ботанический сад был объединен с Институтом биологии в июле 1933 г.) С. П. Мельнику было поручено до 15 октября 1935 г. разработать проект реорганизации Сада.

Президиумом БелАН были определены для ЦБС следующие основные задачи: изучение флоры БССР и издание определителей по ней; интродукция растительных видов и форм из других стран с целью испытания их для пополнения ассортимента растений, пригодных для озеленительных работ; интродукция лекарственных растений, жироносов, медоносов, каучуконосов, дубителей, кормовых, пищевых, в частности ягодников; внедрение в культуру хозяйственных организаций выявленных и испытанных новых растений.

Кроме того, была поставлена задача усилить работу в части расширения постоянных посадок древесных и цветочных растений, выращивания семян и выработки ассортимента растений для озеленительных работ в БССР, совместно с Зональной плодово-ягодной станцией провести работу над плодово-ягодными растениями.

В 1935 г. программу исследований ЦБС дополнили новые темы: «Получение полиплоидов у некоторых видов деревьев», «Влияние фотопериодизма на биологические возможности некоторых древесных видов» (ответственный А. И. Черненко), «Фенологические наблюдения над некоторыми экземпля-

рами деревьев и кустарников» (А. И. Черненко, Н. Н. Купчинов), «Влияние грибной инфекции на физиологические процессы древесных пород» (В. Ф. Купревич) и «Геоботаническое исследование целинных земель». Последнюю тему планировалось выполнять совместно с экономическим и агропочвенным институтом (отв. Е. В. Кушелевич). Была также утверждена тема по выявлению каучуконосов среди растений флоры БССР (отв. М. А. Писаркова). В рамках этих исследований была запланирована работа под руководством профессора И. Г. Василькова «Цитологические исследования белорусских и некоторых других представителей родов *Scorzonera* и *Taraxacum*».

Следует отметить, что именно с 1935 г. в Саду началось проведение фенологических наблюдений за растениями. Первыми объектами стали 40 видов древесных растений.

В этом же году в ЦБС были составлены два словаря: по названиям растений и по органографии частей растений. Их варианты были представлены в Институт языка и литературы БелАН для проверки. Словари были необходимы в связи с предстоящим изданием «Флоры БССР», где должны были быть использованы названия и термины на белорусском языке. Поэтому С. П. Мельник всячески ускорял работу над вариантами словарей, о чем свидетельствуют его письма авторам (проф. Е. И. Проскураков) и в Институт языка¹. Делопроизводство в ЦБС в то время велось на белорусском языке.

Продолжалась деятельность по освоению территории, выращиванию растений, что требовало выполнения многих хозяйственных работ: заготовка почв и удобрений, подвоз воды, выращивание саженцев, прокладка и отсыпка аллей и многое другое.

В 1935 г. начались работы по проектированию оранжерей Сада. Уполномоченным по общению со строительным управлением и госпроектбюро был назначен заместитель директора М. П. Томин.

В 1935 г. заведующим помологическим отделом назначают А. Е. Слюбарова, бывшего до этого директором Белорусского отделения ВИРа и преподавателем кафедры садоводства ликвидированного Белорусского государственного института сельского и лесного хозяйства.

В этом же году были начаты научные исследования по культуре винограда, обобщенные в 1940 г. агрономом А. В. Могучим в книге «Разведение винограда в условиях БССР».

В период с 1933 по 1940 г. коллектив сада насчитывал от 30 до 42 человек. Научных кадров не хватало, поэтому некоторые сотрудники и лаборанты выполняли исследования одновременно по нескольким темам (рис. 1.6). Не следует забывать и о важной роли технического персонала, лаборантов, садовников, усилиями которых была проделана огромная работа по освоению территории, по уходу за участками живых цветковых растений, парниками, декоративным участком, дендрологическими посадками, питомником, оранжерей и др.

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 1.

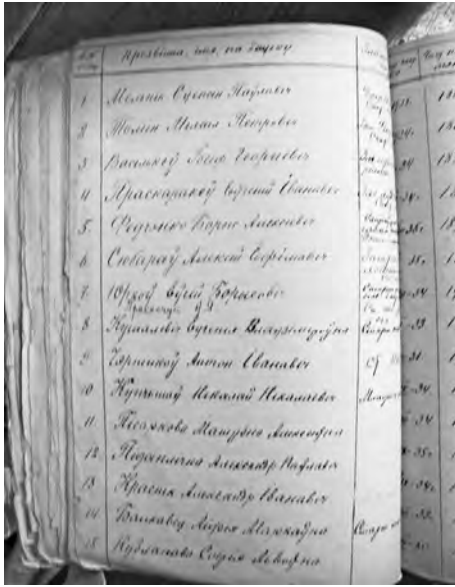


Рис. 1.6. Список сотрудников первого коллектива ЦБС. 1933 г.

размещению растений, что привело к бесплановому освоению территории и отрицательно сказалось не только на внешнем виде территории, но и на размещении и использовании ботанических коллекций, в первую очередь древесных растений. Большинство посадок проводилось рядовым способом, что придавало Саду нехарактерный ему вид питомника лесных культур [2].

На схеме 1936 г. (рис. 1.7) виден партер и ведущие к нему аллеи, ботанико-географические сектора древесно-кустарниковых растений, сад винограда. Этот план напоминает современную планировку Сада, отличаясь числом аллей, расположением отдельных секторов дендрария. Благодаря экспликации 1936 г. известны виды растений, высаженные на партере в эти годы¹. Вместо привычных для нас сегодня цветочных клумб его украшали древесно-кустарниковые растения, хотя были и небольшие цветники на боковых полосах партера. В центре партера была высажена пихта, которую обрамляли круги из малины душистой, дёрена белого, лоха серебристого, айвы японской, кусты махровоцветковой сирени, ива белая. Достаточно большую площадь занимала рабатка розы морщинистой, которая и сегодня широко используется в озеленительных посадках. Из других красивоцветущих кустарников партер украшали спирея средняя, карагана желтая. Весной цвели сливы и ирга. В качестве живых изгородей использовали тую западную и кизильник блестящий.

На освоенной к 1936 г. территории были заложены ботанико-географические сектора Средней Азии, Северной Америки, Дальнего Востока и Европы,

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 1.

Генерального проекта строительства Сада в те годы не было. Под руководством и при участии С. П. Мельника была разработана лишь генеральная схема зонирования территории Сада (план-проект разбивки Сада). По проекту планировки сада от центрального круга расходились по сторонам радиальные аллеи, в результате чего территория была разбита на ряд секторов, предназначенных для определенных географических участков. Радиальные аллеи пересекались улиткообразной кривой, которая, в свою очередь, разбивала сектора на более мелкие участки. Схема носила эскизный характер, в ней не были учтены особенности местности, рельеф территории Сада. В результате некоторые основные дороги проходили через самые неподходящие участки. На схеме не было указаний по

а также участок коллекций полезных травянистых растений, коллекция винограда, партер, помологический сад. Началась массовая интродукция растений и формирование коллекций.

Территория сада осваивалась за счет формирования не только коллекций, но и массовых посадок древесно-кустарниковых растений. Только в 1936 г. в географических секторах дендрария были высажены 44 вида растений в 60 образцах. В секторе Средней Азии – массово 21 вид в количестве 73 шт., в секторе БССР – 10 866 деревьев, в Кавказском секторе – 10 новых видов в количестве 138 растений, в Восточноазиатском секторе – 12 видов в количестве 485, в Североамериканском секторе – 1513 растений, в Западноевропейском – 11 видов в количестве 3477 шт., в декоративном секторе – растения трех видов в количестве 605 шт. и 46 образцов в количестве 336 шт. Всего к 1936 г. на территории Сада (в географических секторах, аллеях, защитных полосах) было высажено 78 315 деревьев. В школе древесно-кустарниковых растений выращивали 19 видов в количестве 33 828 шт. В питомнике на площади 1,5 га были высеяны семена 1500 видообразцов (отв. С. П. Мельник, А. И. Черненко). Достаточно быстро сформировались коллекции тополей и ив (отв. Н. Д. Нестерович).

В 1936 г. фенологические наблюдения проводились уже на 120 видах (отв. А. И. Черненко). Был запланирован сбор семян 100 древесно-кустарниковых видов. Среди объектов для сбора семян фигурировали деревья и кустарники старинных парков Беларуси, в которых в то время, по-видимому, сохранялось немало экзотов. С этой целью были осуществлены командировки в парки в г. п. Горки, Игнатичи, Рованичи, Красный Берег, Шеняны (отв. А. И. Черненко). Формировался гербарий растений белорусской флоры. Для этого были запланированы экспедиции по маршрутам Минск – Буда-Кошелево – Гомель – Чечерск, Минск – Витебск – пойма Западной Двины.

Быстро увеличивалась коллекция помологического отдела. К 1936 г. она включала 150 образцов яблони, по 100 образцов – груши, вишни и черешни, 200 образцов сливы, 100 образцов малины и ежевики (на площади 0,6 га), 50 образцов смородины (красной, белой, розовой, черной) (0,5 га), 30 образцов крыжовника (0,5 га), 30 образцов клубники и земляники. Работой отдела до 1935 г. руководил А. И. Черненко¹.

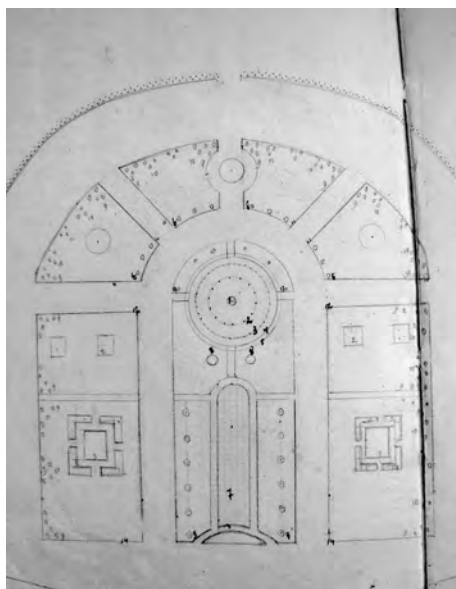


Рис. 1.7. План-схема центральной части ЦБС. 1936 г.

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 5. Л. 37.

Впечатляет коллекция цитрусовых ЦБС. В то время она насчитывала свыше 50 видов и сортов, что может являться предметом гордости и в наши дни. Перечислим некоторые из них (с сохранением оригинальных названий): *Citrus limonum* Risso – сорта Лисбон, Новоафонский, Павловский, Турецкий, Dol Brazil; *Citrus limonica* Tanaka – Otoheit, Khalta, Меепа; *Citrus limetfa* Lisso, *Citrus medico* (Mopy, Di Ferenze, Di Calabria, Ampor); *Citrus aurantifolia* Sruinyle (Bears seedless lime, Perrine lemon, Ширазский), *Citrus paradise* (грейпфрут) (Triumph, Morch Seedless, Duncan); *Citrus Aurantium* (Hamlin, Parson Brown, Gold Nugget level, Pineapple, Келасурский, Леманский); *Citrus ichongensis fruingle*, *C. Junos Tanuku*, *C. Mitis Blonca*, *C. japonicum Willd.*, *C. Pouse*, *C. Nutru Daidai Hayatu*, *C. Coji*, *Citrus salicifolia*, *C. mirtifolia*, *C. kotoko Hayutu*, *Limequot Eustib* и др. В теплицах выращивали также псидиумы, фейхоа, маслины, мурайю и др.

К 1936 г. в ЦБС были построены разводочные теплицы для субтропических и тропических растений, что позволило не только формировать коллекции, но и заниматься выгонкой цветов в осенне-зимний период. Причем их ассортимент, судя по архивным материалам, был достаточно разнообразен, включал виды, популярные и в наше время. Так, в плане работ на 1936 г. намечалась выгонка (в 600 горшках) и продажа растений 13 наименований. Это нарциссы и гиацинты, тюльпаны и примула обконика, лакфиоль и гелиотроп, гвоздики и цикламены, хризантемы и пеларгония, фуксии, гортензия и даже дейция. Такой достаточно разнообразный ассортимент цветов говорит о хорошо развитой культуре и сложившихся традициях цветоводства Беларуси (в том числе традиции иметь цветущие растения не только летом)¹.

1937 год был знаменателен участием ЦБС во Всебелорусской выставке, посвященной 20-летию Великой Октябрьской социалистической революции².

Согласно архивным документам, ЦБС представлял в виде графиков следующие экспонаты (рис. 1.8)³:

1. Изучение флоры БССР. Флористические сборы за 1933–1937 гг.
2. Обмен семенами с ботаническими учреждениями.
3. Рост гербария.
4. Новые растения, осваиваемые в БССР.
5. Посадки деревьев в ботанико-географических секторах (по годам количество видов) (рис. 1.9).
6. Виноград в БССР.

Важным направлением деятельности ЦБС в довоенные годы была пропаганда достижений ученых. Научные сотрудники Сада делали доклады как для работников ЦБС, так и для населения республики в целом. В программах работ планировалось чтение докладов, публикации в газетах и журналах, выступления по радио. Темы были весьма разнообразны и касались не только частных вопросов выращивания того или иного растения, но и общебиологи-

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 4. Л. 16.

² Там же. Д. 1. Л. 118.

³ Там же. Д. 8. Л. 111, 113, 121, 124, 137.

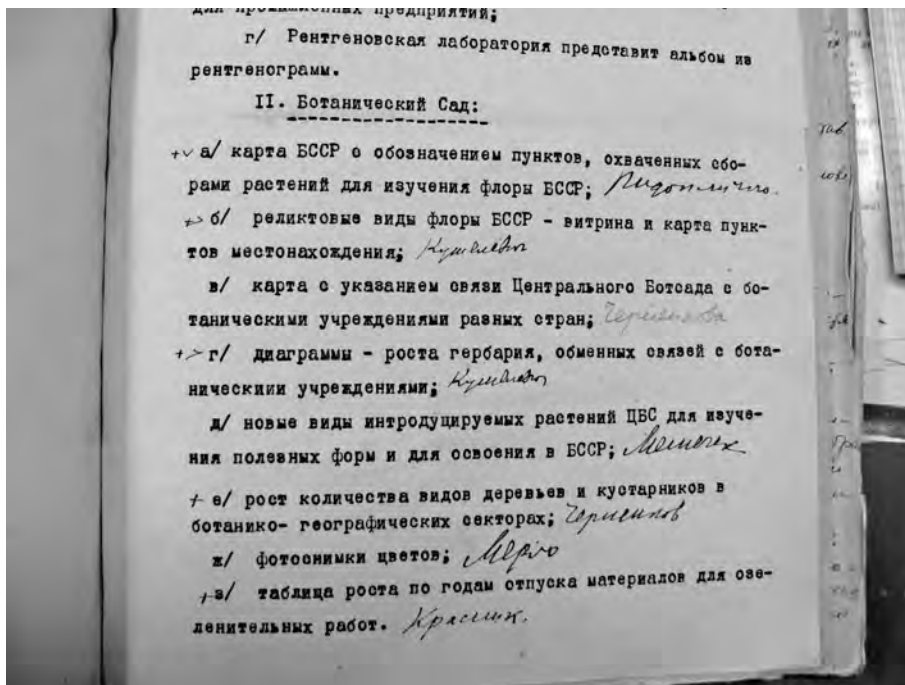


Рис. 1.8. Перечень экспонатов, представленных ЦБС на Всебелорусской выставке. 1937 г.



Рис. 1.9. Экспонат Всебелорусской выставки 1937 г. Динамика роста гербария в ЦБС в 1933–1937 гг.

ческих. К примеру, в 1937 г. для рабочих Сада директор С. П. Мельник сделал доклад на тему «Узнікненне жыцця на Зямлі», профессор М. И. Томин – «Сіс-тэматыка раслін», С. Л. Кубланова – «Анатомія раслін», Е. В. Кушелевич – «Глеба». Для комсомольцев университета С. П. Мельник сделал доклад «Як сабіраць і ізгатаўляць калекцыі раслін».

Научно-популярные статьи публиковались в республиканских, районных и детских газетах. Так, в 1937 г. были опубликованы статьи М. П. Охременко «Устройство портретов из живых цветов на клумбах», «Выращивание роз в открытом грунте» и «Выращивание цветочной рассады флоксов в парниках»; А. В. Могучего «Культура лимонов в комнате», «Как правильно заложить парник»; А. И. Черненко «Об озеленительных работах в городах», М. И. Томина «Аб барацьбе з галаўнёвымі», А. И. Красника и А. И. Черненко «О весенних озеленительных работах в колхозах, совхозах и МТС»¹. Директор ЦБС С. П. Мельник выступил с докладом «Аб вясенніх насаджэннях дэкаратыўных дрэвесных парод». Заведующая оранжереей Н. И. Чекалинская представила в пионерские газеты статью «Уголок живой природы в школе». В ней сообщается о коллекции оранжерейных растений ЦБС. Перечисляются виды растений, которые рекомендуется выращивать в школе: фейхоа, камфорный лавр, рами, новозеландский лен, юкка, драцена, гранат, чайный куст, кактусы (которых в коллекции ЦБС было 30 видов) и др.²

ЦБС издавал делектусы, которые рассылались в 65 стран, таким образом поддерживались связи с зарубежными коллегами. В делектусе 1938 г. насчитывалось уже 634 вида и сорта растений, относящихся к 77 семействам и 317 родам.

Мрачной страницей в истории ЦБС стал 1938 год – до Сада докатилась волна репрессий. 28 февраля 1938 г. органами НКВД был арестован, а 28 июня расстрелян директор ЦБС С. П. Мельник, тогда уже член-корреспондент АН БССР (реабилитирован 30 сентября 1957 г.) [3].

31 июля 1938 г. был арестован А. И. Черненко. Решением Особого совещания при НКВД СССР он был приговорен к 3 годам заключения в исправительно-трудовом лагере. Освобожден 11 июля 1942 г. и призван в ряды РККА. Погиб на фронте 4 февраля 1943 г. Реабилитирован 2 апреля 1957 г. Военным трибуналом Белорусского военного округа [3].

К сожалению, документы о деятельности Сада в период с 1938 по 1941 гг. немногочисленны. Известно, что 5 января 1938 г. Бюро ЦК КПБ подвергло критике тот факт, что «сад закладзен на дрэнных глебах без падставы яго неабходнасці і перспектыўнага плана развіцця, без зацвержанага урадам плана будаўніцтва»³. После ареста С. П. Мельника решением Президиума АН БССР от 21.03.1938 г. ЦБС был переведен в Институт биологии⁴. Однако уже в январе 1940 г. ЦБС опять получил статус самостоятельного научно-исследователь-

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 8. Л. 2.

² Там же. Д. 1.

³ Там же.

⁴ Там же. Д. 8. Л. 137.

ского учреждения¹. Известно также, что в 1941 г. директором ЦБС был профессор Василий Тихонович Корсаков, а ученым секретарем – Александр Павлович Пидопличко².

Большой объем работ был выполнен по освоению территории, отведенной под Ботанический сад. Однако генеральная схема сада, разработанная в 1932 г., как было отмечено выше, имела ряд недостатков. Поэтому в 1940 г. по указанию Совета Министров БССР был разработан генеральный проект реконструкции Сада. Над ним работала группа специалистов и научных сотрудников Ботанического института АН СССР: доктора биологических наук Л. И. Рубцов, С. Г. Сааков, архитектор-художник А. И. Изосимов, архитекторы К. А. Егоров, инженеры Н. Д. Чемоданов, Д. И. Алексеев, Н. И. Михайлов. Научными консультантами проекта были профессора А. П. Ильинский, Б. А. Федченко, С. Я. Соколов, Н. В. Шипчинский.

Новый проект учитывал особенности рельефа и почв Сада, по возможности сохранял уже существующие дороги и насаждения. Большинство дорог были размещены на участках с понижением рельефа, а коллекции – на возвышенностях. Такая планировка обеспечивала лучший обзор растений для посетителей. Согласно новому проекту территория ЦБС подразделялась на следующие зоны: географическая – 13,9 га, лесопарковая – 42 га, ландшафтная – 8 га, плодовый сад с виноградником – 2,45 га, верхний и нижний партеры – 2,45 га, участок систематики – 0,97 га, сквер – 9,62 га, розарий – 0,16 га, хозяйственный участок – 2,51 га. Географическая зона разделялась на сектора: флоры Восточной Азии и Дальнего Востока, флоры Северной Америки, флоры Европы и Сибири, флоры БССР, Крыма и Кавказа, флоры Средней Азии и альпинарий. Кроме того, в Саду были предусмотрены древесный питомник со школой и участок для экспериментальных работ. Было запланировано строительство выставочных оранжерей и озера. Недалеко от входа в ботанический сад было запланировано устройство «верхнего» цветочного партера с ансамблем фондово-экспозиционных оранжерей, зданием гербария с лабораториями, а также фонтаны, бассейны, скульптуры выдающихся людей, цветники, перголы, газоны. Завершением этой композиции должен был служить «нижний» партер, оформленный в регулярном стиле, с фонтаном и водным бассейном в центре. Партер замыкался трельяжами с вьющимися растениями. На запад от «верхнего» партера планировалось создать ландшафтный парк, который должен был служить как зоной отдыха для посетителей, так и своеобразной экспозицией разновидностей и форм древесно-кустарниковых и травянистых растений. В парке планировалось создание розария, цветочной экспозиции, участков систематики, дарвинизма, переработки растений. Всю композицию замыкала круговая объездная дорога, которая отделяла экспозиционную часть Сада от плодового сада, питомников, экспериментальных участков и хоздвора. В планировке использовались регулярный и ландшафтный стили [2].

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 8. Л. 12, 14.

² Там же. Ф. 1. Оп. 1. Д. 77а.

Уже в 1940 г. началась реализация нового проекта, для чего Правительство республики выделило большие средства. Наиболее быстрыми темпами шло пополнение и оформление географических секторов дендрария и лесопарка, строительство которых к началу Великой Отечественной войны было почти завершено. Из отведенных под Сад 106 га к 1940 г. было освоено около 90 га. Из них под лесопарком – 42 га, ландшафтным парком – 8 га. Вся эта территория (50 га) была занята массовыми посадками древесно-кустарниковых растений флоры БССР. Географические сектора занимали 13,92 га, где было высажено 1318 видов древесно-кустарниковых растений в количестве 48 568 шт. [2]. В селекционном и репродукционном питомниках выращивали около 900 плодово-ягодных деревьев и кустарников. Винограда было собрано 65 сортов и образцов. Под парники и огороды было отведено 3,6 га. Под стеклом находились до 650 экземпляров плодово-ягодных растений. В школьных отделениях и опытных участках – до 986 тыс. растений. В пяти оранжереях содержалось до 5000 экземпляров растений. Имелись парники на 200 рам.

Были построены 4 кирпичные и 2 деревянные оранжереи общей площадью около 700 м², конюшня 190 м², жилые дома на 23 семьи (14 кв.), пуня для сена – 60 м², сделаны рамы для парников – 300 пар, вагонетки – 15 шт., приобретено 9 лошадей.

К сожалению, мы нашли только одну фотографию довоенного периода – вход в ботанический сад (рис. 1.10).

До Великой Отечественной войны ЦБС стал крупным самостоятельным научно-исследовательским учреждением. В его структуре было шесть лабораторий: флоры и гербария, травянистых растений, древесных и кустарниковых растений, помологии, интродукции (живые растения открытого грунта



Рис. 1.10. Вход в ЦБС. 1938 г.

и коллекции закрытого грунта) и физиологии растений¹. Коллективом ЦБС была проведена большая работа как по строительству и обустройству территории, так и по формированию коллекций, научные исследования. Были оконченны и выделены географические сектора и лесопарковая зона, проложена дорожная сеть, по новому плану высажены деревья и кустарники, проведены почти все аллеи посадки. Выращены и высажены около 50 000 деревьев и кустарников, относящихся к 1300 видам, разновидностям и формам. Коллекция сирени насчитывала 30 сортов, роз – 80 видов и сортов, оранжевых растений – 26 видов пальм, 27 папоротников, свыше 60 видов кактусов и других видов в количестве около 10 тыс. растений. В ЦБС были успешно начаты работы по изучению и внедрению в культуру в БССР винограда, заложен коллекционный плодово-ягодный сад с большим количеством сортов и образцов яблонь, груш, слив, черешен, малины, смородины, крыжовника. Были опубликованы и подготовлены к печати монографии по флоре и растительности БССР, основан главный гербарий страны, исследованы декоративные, лекарственные и другие полезные для народного хозяйства растения [4].

Результаты восьмилетней научной работы ЦБС впечатляют. Вышли в свет два тома «Определителя лишайников БССР» (Томин М. И.) и монография «Дикорастущие плодовые и ягодные растения БССР» (Проскуряков Е. И.). Были подготовлены к печати 1-й том «Флоры БССР», «Деревья и кустарники для зеленого строительства БССР» под редакцией С. Я. Соколова, «Определитель мхов» (Лазаренко А. С.), «Гибридизация тополей» (Нестерович Н. Д.), собраны материалы для 2-го тома «Флоры БССР». Гербарий ЦБС насчитывал 25 790 гербарных листов 1398 видов. Был создан ботанический музей, проведены геоботанические исследования растительности БССР, работы по изучению физиологии растений, селекции, в том числе каучуконосных и плодово-ягодных растений. Издавался сборник трудов ЦБС. Были собраны коллекции общей численностью примерно 1500 наименований в количестве более 190 000 растений.

Дальнейшее строительство Сада и полная реализация плана реконструкции были прерваны войной.

1.2. Великая Отечественная война. Период оккупации и разрухи (1941–1944 гг.)

В годы Великой Отечественной войны Центральный ботанический сад продолжал функционировать. Это объясняется только тем, что фашистские оккупанты использовали его в качестве подсобного хозяйства для выращивания сельхозпродукции. Научная деятельность была прекращена, а сад подвергнут разрушениям и опустошению. Были взорваны и сожжены служебные помещения с научным оборудованием, архивами, библиотекой, гербарием, метеорологическая станция, ограда (рис. 1.11). Погибла большая часть древесных растений, полностью уничтожены розарий, коллекция травянистых растений. Территория Сада была изрыта окопами [2].

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 1. Оп 1. Д. 77а.



Рис. 1.11. Лабораторный корпус ЦБС, сожженный оккупантами

По приказу оккупационных властей уже в 1942 г. 24 га территории ботанического сада, в том числе участки с коллекциями растений, были запаханы, раскорчеваны и выделены под выращивание овощей для оккупантов.

Ботанический сад превратился в территорию с остатками растительности, в основном в лесопарковой зоне, и аллеями посадками с ослабленными из-за отсутствия ухода деревьями.

Согласно сохранившимся архивным документам, в годы войны на территории Сада для оккупантов и для реализации выращивали овес, гречку, рожь, табак, картофель, капусту, помидоры, огурцы, цветочную рассаду, а также оказывали услуги по изготовлению аранжировок из цветов, венков. Посевы зерновых (овес, ячмень, гречка, пшеница) в 1942 г. занимали 15 га, овощных (морковь, лук, шавель, редис, салат, горох, огурцы, томаты) – 30 га. Согласно документам в 1942 г. было выращено и реализовано томатов – 10 тыс. штук, капусты – 10 тыс., табака – 5 тыс., цветочной рассады – 10 тыс. штук¹. Доходы от реализации рассады овощей и цветочной продукции составили в 1942 г. 40 тыс. руб.

Часть выращенной сельхозпродукции работники Сада могли покупать, что спасало их от голодной смерти, ведь уже в первые дни войны у некоторых были сожжены дома, людям негде было жить, не во что одеваться. Для продажи сотрудникам в 1942 г. было выращено томатов – 30 тыс. шт., капусты ранней – 5 тыс., капусты поздней – 30 тыс. шт. На территории Сада осталось несколько домиков, в которых жили 23 семьи работников. Им было разрешено держать 16 коров, для выпаса которых был отведен участок. Но все равно

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 12.

выживать было очень тяжело. Об этом свидетельствуют многие документы, например, заявление директору ЦБС от жены ушедшего на фронт рабочего И. К. Мойсевича с просьбой об освобождении ее от оплаты за квартиру, «т. к. заработок очень низкий», а на ее попечении – 5 сыновей¹.

По свидетельству профессора М. П. Томина, вынужденного работать в ЦБС в годы войны, в 1943 г. была проведена реорганизация сада. Большая часть его территории была передана в ведение лесного отдела областного комиссариата. Лишь 12 га с двумя полуразрушенными оранжереями были переданы в ведение Генерального комиссариата. Ученый секретарь ЦБС Н. Д. Нестерович в 1947 г. писал, что ущерб, нанесенный Саду в годы оккупации, настолько велик, что не поддается учету: «Все, что собиралось годами, было уничтожено или обесценено. Фашисты подвергли ботанический сад варварскому истреблению, уничтожив его на 70%. Они выкорчевали редчайшие растения и засеяли эту площадь ячменем и рожью. Плодовый сад изрыли окопами, захлामीли» [4].

Согласно архивным документам², общая площадь оранжерей, где содержались тропические и субтропические растения, в 1942 г. уменьшилась с 700 до 164 м². Из 10 тыс. оранжерейных растений к концу войны удалось сохранить лишь около 600.

Почти в два раза – с 48 до 25 тыс. растений – сократилось количество деревьев и кустарников в ботанико-географическом секторе. Остальное было уничтожено по приказу оккупантов. Число видов дендрологической коллекции сократилось с 1300 до 200 [2].

В году войны в ЦБС вынуждены были работать около 30 человек. Среди них профессор М. П. Томин, который в начале войны находился в командировке в Беловежской пуще, агроном-садовод А. В. Могучий, геоботаник А. Н. Свенциховская, агроном-селекционер, ученый секретарь Сада З. С. Тарасенко, помолог А. Е. Сюбаров, ботаники П. И. Левданская и О. К. Черненко, садовник П. П. Паньков.

В 1944 г. по приказу фашистских властей работники Сада регулярно направлялись на рытье окопов³.

Сотрудники довоенного ЦБС разделили судьбу многих тысяч своих соотечественников, четверо из них погибли на фронте. Уже в июне 1941 г. был призван в ряды РККА ученый секретарь Сада, старший научный сотрудник Е. Б. Юрков. Служил рядовым, пропал без вести в марте 1944 г. [5]. В августе 1944 г. пропал без вести рабочий ЦБС И. К. Мойсевич. 4 февраля 1943 г. погиб под Ленинградом А. И. Черненко. Кузнец Сада Н. П. Шалимо, служивший рядовым, умер от ран 31 декабря 1944 г. в с. Сокоет (Польша), где и похоронен [5]. В 1944 г. в концлагере «Азаричи» вместе с 10-летним сыном оказалась сотруд-

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 10. Л. 21.

² Там же. Д. 12.

³ Там же. Д. 11.



Рис. 1.12. О. К. Черненкова



Рис. 1.13. З. С. Тарасенко

ница отдела декоративных растений А. С. Мерло. На 1-м Белорусском фронте воевал ученый секретарь ЦБС в 1938–1941 гг. Н. Д. Нестерович.

Некоторые сотрудники Сада в годы войны стали партизанскими связными или работали в подполье. Ольга Кузьминична Черненкова (в 1940 г. – младший научный сотрудник ЦБС) в оккупированном Минске была связной спецгруппы НКГБ БССР «Соседи» (рис. 1.12). 2 февраля 1944 г. была арестована в Минске Смоленским СД. Содержалась в тюрьме, потом в концлагере «Тростенец», откуда была вывезена в Германию. В Беларусь возвратилась в октябре 1945 г. Ученый секретарь Сада в годы оккупации Захар Степанович Тарасенко с 1942 г. установил связь с партизанскими отрядами «Местные» и «№ 210» (рис. 1.13). В июле 1944 г. он был мобилизован в ряды Красной Армии, служил разведчиком. Заведующая оранжереей Наталья Ивановна Чекалинская была связной 1-й Московской спецгруппы и партизанского отряда «За Отечество» [5].

Судьба других сотрудников довоенного ЦБС пока неизвестна.

1.3. Послевоенное восстановление Центрального ботанического сада. Расцвет и период стабильного развития (1944–1991 гг.)

Сразу после освобождения Минска в июле 1944 г. возобновилась работа Сада. Директором был назначен профессор Г. Ф. Железнов (рис. 1.14), заместителем директора – А. И. Красник, работавший в ЦБС и до войны. Первый приказ директора освобожденного сада – о зачислении на работу 26 сотрудников – датируется 1 августа 1944 г. Член-корреспондент АН БССР М. П. Томин был назначен заведующим отделом флоры. 28 ноября 1944 г. П. И. Левданскую назначают заведующей оранжереями, в ту пору полуразрушенными (рис. 1.15). Кроме нее там работал в это время А. А. Мойсевич. В августе 1944 г. в ЦБС вернулся П. П. Паньков, а 10 декабря 1944 г. на должность младшего научного сотрудника зачислена А. С. Мерло.



Рис. 1.14. Директор Ботанического сада АН БССР профессор Г. Ф. Железнов и научный сотрудник А. С. Мерло проводят наблюдение за всходами семян, присланных из Норвегии. Апрель 1947 г.



Рис. 1.15. Младший научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений П. И. Левданская проводит наблюдения за развитием кактусов. 1969 г.

Коллектив Сада начинает работу по его восстановлению, возобновляются научные исследования.

Следует подчеркнуть, что в 1944 г. ЦБС был единственным в системе АН БССР научным учреждением ботанико-биологического профиля, так как восстановление Института биологии произошло позже. Поэтому круг научной деятельности Сада расширился по сравнению с довоенным периодом. С 1945 по 1947 г. в его структуре функционировали не только отделы флоры и гербария, геоботаники, дендрологии, помологии, декоративных растений и растений закрытого грунта, но и новые лаборатории – гибридизации и физиологии растений.

В 1945 г. на основе частично сохранившихся рукописей восстанавливаются 1-й том «Флоры БССР», «Определитель мхов БССР», составляются карты



Рис. 1.16. Научные сотрудники Отдела помологии АН БССР в Ботаническом саду во время опыления маньчжурского ореха. Справа – заведующий отделом А. И. Красник. 1951 г.



Рис. 1.17. Старейший научный сотрудник ЦБС, кандидат сельскохозяйственных наук Е. В. Иванова (Кушелевич). 1930-е гг.

распространения грабов и дикорастущих плодово-ягодных растений в БССР, готовится к печати 2-й том «Флоры БССР».

В программу исследований 1946 г. была включена тема «Хвойные БССР», которой руководил А. И. Красник (рис. 1.16), а также новые для ЦБС темы – «Отдаленная гибридизация растений» научным руководителем которой был академик Н. В. Цицин (Москва) и «Выведение новых сортов бегоний и гладиолусов методом отдаленной гибридизации». Начинаются геоботанические исследования основных типов лугов, дубрав, ягодников (черника и клюква). В этом же году завершается работа над 2-м томом «Флоры БССР».

В 1946 г. в ЦБС был заложен участок лекарственных растений, где высадили 58 образцов 40 видов¹. Документы свидетельствуют о том, что в этом же году в делектус сада были переданы семена 20 видов лекарственных растений, а 75 из них были загербаризированы. В 1946 г. под руководством Е. В. Ивановой был выпущен первый послевоенный делектус (список семян для обмена). В дальнейшем Е. В. Иванова с 1946 по 1968 г. возглавляла всю работу группы сотрудников по научному обмену и по изучению полезных травянистых растений (рис. 1.17).

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 19. Л. 13.

Возобновилась работа и с плодово-ягодными культурами, в том числе с виноградом. (Совет Народных Комиссаров БССР в 1946 г. принял постановление о развитии виноградарства в республике.)

В 1946 г. в ЦБС расширяются исследования по физиологии растений под руководством профессора Т. Н. Годнева.

Согласно архивным документам, в 1946 г. в саду числилось 15 научных работников, в том числе один доктор биологических наук, академик, один член-корреспондент, один профессор, один кандидат биологических наук, четыре старших научных сотрудника и пять младших научных сотрудников.

В мае 1947 г. возобновил работу Институт биологии АН БССР. Из ЦБС в институт были переданы две лаборатории – отдаленной гибридизации растений и физиологии растений, а также отдел геоботаники. (В 1947 г. обязанности директора Института биологии временно выполнял директор Ботанического сада профессор Г. Ф. Железнов.)

В структуре ЦБС в 1947 г. были следующие отделы:

1. Флоры и гербария.
2. Дендрологии.
3. Помологии.
4. Декоративных растений.
5. Растений закрытого грунта.
6. Систематики растений.

Согласно планам научно-исследовательских работ на 1947 г., основное внимание было уделено изучению флоры БССР, вопросам биологии развития наиболее перспективных древесно-кустарниковых растений и выявлению наиболее продуктивных сортов винограда в условиях БССР (рис. 1.18).

Параллельно с научными исследованиями проводился очень большой объем работ по восстановлению Сада, приведению в порядок территории, формированию коллекций. План производственных работ включал посадки деревьев и кустарников, создание и реконструкцию газонов, уход за насаждениями, ремонт и восстановление дорог, благоустройство экспозиционных зон, сбор семян, сбор гербария, обновление коллекционных участков, выращивание коллекционных растений. Только цветочной рассады было выращено



Рис. 1.18. Уборка винограда в ЦБС. Сентябрь 1954 г.



Рис. 1.19. Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук С. Д. Георгиевский с сотрудницей Ботанического сада Т. Кондратенко на опытном участке декоративных растений. Сентябрь 1953 г.

и высажено на площади 1,5 га 110 тыс. штук. Был заложен новый питомник древесно-кустарниковых растений на площади 0,75 га.

Коллекция цветочных растений 1947 г. была небольшой – 678 наименований, в том числе однолетников – 326, двулетников – 45, многолетников – 242, луковичных – 65.

Переломным в истории ЦБС стал 1948 г., ознаменовавший начало периода упадка. В этот год в Институт биологии АН БССР были переданы все отделы ботанического сада с руководящим составом (М. П. Томин, Н. Д. Нестерович, С. Д. Георгиевский (рис. 1.19) и др.), почти все научные сотрудники и частично лаборантский персонал. Центральный ботанический сад, сохраняя административную самостоятельность (дирекция, бухгалтерия, хозяйственно-производственная часть), с небольшой группой младших научных сотрудников также переходит

в структуру Института биологии на положении отдела «Ботанический сад» без самостоятельной научной тематики. Это пагубно отразилось на научной и производственной работе ЦБС, его развитии. Все дальнейшие годы Сад практически не развивался, оставался без существенных преобразований. Сотрудники осуществляли лишь уход за существующими растениями, выращивали цветочную рассаду и продолжали восстановительные работы.

С 1949 по 1951 г. отделом заведовал кандидат биологических наук А. В. Мироненко, а с 1952 по 1955 г. – И. Н. Рахтеенко.

Небольшой коллектив занимался освоением территории и проводил восстановительные работы. На постоянное место высадили 3500 деревьев в возрасте от 2 до 8 лет, выращенных из семян, посеянных в 1945–1950 гг. Коллекция полезных травянистых растений включала 204 вида. Только весной 1953 г. был составлен план и проведена разбивка участка систематики растений на площади 2,3 га, уничтоженного фашистами в годы войны. Там было высажено 186 видов лекарственных и декоративных растений, в том числе 123 вида бобовых, 40 видов злаковых. Для делектуса с участка были собраны семена 150 видов.

В закрытом грунте выращивали 6 тыс. растений. В 1953 г. из оранжереи Ботанического института им. В. Л. Комарова (г. Ленинград) было получено 90 новых наименований растений, а из семян выращено 23 новых вида.

Помологический сад занимал 12 га, где росли 76 сортов сливы (434 шт.), 63 сорта вишни (242 шт.), 52 сорта черешни (213 шт.), 9 сортов винограда (136 шт.), 40 сортов земляники, 69 сортов крыжовника (569 растений).

До середины 1950-х гг. продолжалось восстановление Сада от разрушений военного времени. На выполнение такого большого объема работ не хватало ни средств, ни трудовых ресурсов. У Сада не было даже хорошей ограды. В 1953 г. построили 594 м каменной ограды, а общая ее длина достигла лишь 2941 м. Хозяйственным способом к 1953 г. построили служебный павильон (60 м²), в котором разместились канцелярия, ботанический музей, осуществлялся прием экскурсантов. Была отремонтирована и сдана в эксплуатацию полуразрушенная теплица площадью 82 м². В этих условиях выполнялись (в небольших объемах) работы по выращиванию новых растений, сбору семян. Так, в 1953 г. были собраны семена 50 видов древесных растений, выращено в парниках 10 тыс. штук рассады цветочных растений, собран гербарий 100 видов, высажено 100 деревьев и кустарников, высажено на укоренение 3 тыс. черенков. В 1954 г. был закончен проект оранжереи¹.

Коллектив Ботанического сада в этот период насчитывал 50 человек: 6 научных сотрудников (в том числе работавшие еще в довоенные годы А. С. Мерло, П. И. Левданская, Н. И. Чекалинская), 7 лаборантов, 7 садовников, 24 производственных рабочих и обслуживающего персонала, 6 административно-хозяйственных работников. В весенне-летний сезон набирали также 50–60 сезонных рабочих. Но этого количества не хватало для пополнения, а главное, для содержания коллекций и территории Сада в надлежащем порядке.

21 августа 1951 г. в Постановлении Совета Министров БССР «О мерах по восстановлению Ботанического сада АН БССР», было отмечено, что «ботанический сад находится в крайне запущенном состоянии». Вследствие этого 30 мая 1952 г. Президиум АН БССР принимает решение о выделении из состава Института биологии ботанического сада со штатом в 51 человек, а также отделов древесных растений, помологии, декоративного садоводства и защищенного грунта, интродукции и акклиматизации со штатом в 12 человек и создании на их базе Главного ботанического сада².

В середине 1950-х гг. наступили времена перемен. С 8 сентября 1955 г. на должность директора Сада был назначен ученый-ботаник, академик АН Таджикской ССР Н. В. Смольский, который руководил ЦБС в течение 21 года (рис. 1.20). С этого времени начинается возрождение и расцвет Сада, его развитие и становление как ведущего научно-исследовательского учреждения экспериментальной ботаники.

Была поставлена задача дать импульс развитию ЦБС, который в составе Института биологии очень слабо развивался и как ботанический сад, и как на-

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 64.

² НАРБ. Ф. 4. Оп. 81. Д. 592. Л. 24, 26.



Рис. 1.20. Академик АН БССР и АН Таджикской ССР Н. В. Смольский, директор ЦБС с 1955 по 1976 г.

учное подразделение. Н. В. Смольский не случайно был назначен директором. Этот талантливый ученый и практик был учеником и коллегой академика Н. И. Вавилова. Белорус по национальности, уроженец г. Наровля Гомельской области, участник Великой Отечественной войны, Николай Владиславович Смольский в послевоенные годы руководил Всесоюзным НИИ сухих субтропиков в г. Душанбе, занимался интродукцией и селекцией субтропических культур в зонах влажных и сухих субтропиков СССР, одновременно являясь вице-президентом и академиком-секретарем Отделения естественных наук АН Таджикской ССР.

Со свойственной ему энергией и энтузиазмом Н. В. Смольский начал коренную реконструкцию и строительство Сада. Его деятельность находила всестороннюю поддержку со стороны В. Ф. Купревича, который был президентом АН БССР в 1952–1969 гг.

За годы работы Н. В. Смольский осуществил широкомасштабную реконструкцию Сада, существенно обновил структуру научных подразделений и укрепил их кадровым составом. Именно в этот период были сформированы основные коллекционные фонды растений открытого и защищенного грунта, получил развитие целый ряд научных направлений в области интродукции, акклиматизации, селекции, экологии полезных растений, зеленого строительства, охраны природы и воспроизводства природных ресурсов Беларуси, а сам Центральный ботанический сад стал одним из лучших в СССР. Были внедрены в практику новые виды и сорта декоративных, лекарственных, кормовых

и технических растений, организована в республике рациональная сеть государственных заказников и памятников природы.

Н. В. Смольский построил работу по принципам «вавилонской» школы. Приоритет отдавался коллекциям растений и их изучению. Для формирования коллекций в разные уголки СССР направлялись экспедиции, поставлявшие в Сад новые виды растений. Николай Владиславович сформировал отечественную научную школу интродукции растений. По его инициативе были созданы вспомогательные лаборатории углубленного изучения биохимического состава растений, агрохимического анализа почв, а также группа защиты растений. ЦБС приобрел четкую структуру, направления научной деятельности, сформировал современные коллекции.

Коллекционный фонд растений пополнялся быстро. Если в 1955 г. он насчитывал 3000 наименований растений, то в 1957 г. – уже 5600. Коллекция древесно-кустарниковых растений включала 800 наименований растений, цветочно-декоративных – 1825, оранжерейных – 1084, плодово-ягодных и винограда – 47 видов и 582 сорта, лекарственных растений – 62, на участке систематики были собраны растения 220 наименований.

Н. В. Смольский инициировал создание коллекций новых для Беларуси декоративных растений – рододендронов, малораспространенных многолетников, клематисов, герберы.

Активизировалась деятельность по обмену семенами с ботаническими садами. В 1957 г. делегтус ЦБС предлагал семена 529 видов и сортов растений.

Н. В. Смольский включил в план научных исследований тему по разработке научных основ реконструкции Сада, в результате чего были созданы экспозиции роз, сад георгин и гладиолусов, началось формирование сада непрерывного цветения.

В этот период усиливаются и принимают планомерный характер научные связи с ботаническими садами СССР и зарубежных стран. С помощью городских организаций осуществляются значительные работы по благоустройству ЦБС и созданию художественного оформления ботанических экспозиций. Издается путеводитель по Саду. Ботанический сад АН БССР первым из ботанических садов академий наук союзных республик в 1957 г. открывается для посещения, что придает большой размах его практической и научно-просветительской деятельности. В 1957 г. Сад посетили около 8 тыс. человек.

В 1956 г. был разработан проект дальнейшего развития ЦБС, который предполагал строительство еще одного входа в Сад – со стороны кленовой аллеи. К этому времени уже был запроектирован и строился главный вход по проекту архитектора Г. В. Сысоева.

Результатом активизации научных исследований и обустройства Сада стало решение Президиума АН БССР в декабре 1957 г. о выделении ботанического сада из системы Института биологии со статусом научно-исследовательского

института при Президиуме АН БССР с присвоением ему довоенного названия «Центральный ботанический сад»¹. Одновременно Президиум утвердил новое положение о научной деятельности Сада, обозначив в нем следующие приоритетные проблемы: вопросы интродукции и акклиматизации новых для БССР растений; выявление новых видов растительного сырья для нужд народного хозяйства и здравоохранения; изучение полезных растений местной флоры; разработка научных основ озеленения городов и промышленных центров БССР; ведение научно-просветительской работы в области ботаники и пропаганда достижений агробиологической науки; внедрение в практику новых полезных растений.

Была также утверждена новая структура ЦБС:

1. Отдел интродукции и акклиматизации растений.
2. Отдел декоративного растениеводства.
3. Отдел зеленого строительства.
4. Отдел растительного сырья и химии растений.
5. Семенная лаборатория.
6. Группа защиты растений.
7. Музей и гербарий.
8. Питомник репродукции растений.
9. Экскурсионное бюро.

Активизировалась подготовка научных кадров, была открыта аспирантура, первый набор которой составил 5 человек². Коллектив лаборатории интродукции древесных растений увеличивается с приходом молодых сотрудников: Е. З. Бобореко, А. А. Чаховского, Н. В. Шкутко, Е. И. Орлёнок, внесших немалый вклад в формирование и исследование коллекций древесно-кустарниковых растений. Е. З. Бобореко и А. А. Чаховский впоследствии защитили кандидатские диссертации, а Н. В. Шкутко – кандидатскую и докторскую. В лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений начали работу младший научный сотрудник Л. П. Гусарова – впоследствии куратор коллекций розы открытого и защищенного грунта, старшие лаборанты И. Е. Ботяновский (рододендроны, главная цветочная экспозиция) и другие, ставшие впоследствии известными в республике специалистами-цветоводами.

Поскольку разработанный в 1940 г. генеральный план реконструкции ЦБС не был исполнен из-за войны, возникла необходимость в разработке нового проекта. В 1957–1962 гг. его выполнил институт «Белгоспроект». Согласно этому проекту в дендрарий была включена часть лесопарковой зоны, увеличена площадь некоторых географических секторов и ландшафтного парка, выделена экспозиция цветочно-декоративных растений. Часть территории плодового сада передана под экспериментальные участки. Было запланировано

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 25. Оп. 1. Д. 19.

² ЦНА НАНБ. Ф. 1. Оп. 1. Д. 114.



Рис. 1.21. Фрагмент ландшафтного парка. 1960-е гг.

создание искусственного водоема для экспонирования водной и прибрежной растительности, экспозиции декоративных растений – розарий, сирингарий, сад георгин, сад цветочных сочетания, сад луковичных культур, партеры, перголы и др., а также систематический участок белорусской флоры. Планировалось создание оранжереи и приоранжерейного участка для летних экспозиций тропических и субтропических растений.

В 1958 г. в Саду были сформированы следующие структурные подразделения: отдел декоративного растениеводства с группой зеленого строительства, дендрологии, плодоводства, систематики, садово-парковый, группа защиты растений (мл. науч. сотр. Н. Л. Лосинская и лаборант Н. М. Курцер), экскурсионное бюро (мл. науч. сотр. Д. Д. Плавник). Продолжались работы по накоплению коллекций и благоустройству территории. В экспедицию за растениями флоры Средней Азии отправляется Г. В. Пашина. Н. В. Смольский с сотрудниками привозит из Таджикистана видовые тюльпаны, которые используют в селекции по выведению отечественных сортов тюльпанов (В. М. Кудрявцева, В. Д. Бибикова). Быстро пополнилась коллекция сирени – 74 сорта. Большое внимание уделялось формированию ландшафтного парка как образца садово-паркового искусства. Только за один год там высадили 217 кустов сортовой сирени, 40 кустов чубушника, 50 кустов калины Бульданеж, 16 других видов в количестве 1800 растений (рис. 1.21). Для расширения коллекции роз проводилась массовая окулировка. До 500 м² увеличили площадь клумбы и рабатки на партере (рис. 1.22), до 0,1 га – площадь цветников на ореховой аллее. Там высадили 68 тыс. растений, в том числе 60 тыс. однолетников, 6,5 тыс. многолетников и луковичных, 1,5 тыс. двулетников.



Рис. 1.22. Партер ЦБС. 1960-е гг.

Проводится профилировка и приводится в порядок 8 тыс. м дорожной сети. На всех ботанических участках устанавливаются 5 тыс. этикеток.

Коллекция цветочно-декоративных растений за этот период увеличилась до 3000 наименований (рис. 1.23). Впервые в Беларуси методом гибридизации были выведены отечественные сорта гладиолусов и георгин.

Специалисты Сада разработали новый экскурсионный маршрут – «Ландшафтные экспозиции», где демонстрировались 10,5 тыс. гладиолусов, 3,5 тыс. георгин, 6,5 тыс. тюльпанов, 4,7 тыс. гиацинтов, 1,9 тыс. нарциссов, 3 тыс. белых лилий, 300 разноцветных лилий, 50 тыс. однолетников, 30 тыс. двулетников и многолетников, 3 тыс. ирисов и 2 тыс. флокса метельчатого.



Рис. 1.23. Цветочная экспозиция. Начало 1960-х гг.

Большое внимание уделялось пропаганде достижений ученых. С этой целью школам и другим организациям ЦБС передал 1687 образцов новых видов и сортов растений.

В конце 1950–60-х гг. проблемами для ЦБС оставались отсутствие ограды, затянувшаяся стройка оранжерей и административного корпуса. Оранжерея была необходима как можно быстрее, так как полезная площадь существовавших в то время пяти оранжерей (одна из них грунтовая) составляла всего лишь 284 м². Высота и площадь оранжерей не обеспечивали потребности растений в нормальном росте и развитии. Из-за ветхости этих помещений не удавалось поддерживать в них нужную температуру, что отрицательно влияло на сохранность коллекции. А коллекция тропических и субтропических растений ЦБС растений в 1958 г. была немалой – 1334 вида из 495 родов из 113 семейств в количестве 6 тыс. растений. Наибольшим разнообразием отличались семейства кактусовых, лилейных, миртовых. В 1960 г. в оранжерее работали ст. науч. сотр. Л. Н. Лагун, мл. науч. сотр. П. И. Левданская, Л. С. Тесленок. Несмотря на сложности в содержании коллекции ежегодно возле оранжереи устраивалась довольно большая по площади (3600 м²) летняя экспозиция оранжерейных растений (1017 видов из 369 родов в количестве 4040 растений), которые экспонировались по географическому принципу. Растения Австралии и Новой Зеландии были представлены 31 видом из 20 родов в количестве 140 шт., Юго-Восточной Азии – 402 видами из 150 родов в количестве 1450 растений, Центральной и Южной Америки – 210 видов и сортов из 127 родов в количестве 800 растений; Средиземноморья – 100 видов и сортов из 67 родов в количестве 850, кактусы и суккуленты – 600 растений 224 видов, форм из 85 родов, в уголке комнатных растений было представлено 50 видов и сортов из 20 родов. Кроме них экспонировались 20 видов, форм и сортов ампельных и вьющихся растений (100 шт.). Коллекционные растения оранжерей выставлялись также на городской выставке цветов, проходившей в Минске в августе 1958 г.¹

В ЦБС с момента его организации были начаты работы по изучению опыта садово-паркового строительства Беларуси. Прерванные войной, эти работы продолжились в конце 1940-х – начале 1950-х гг. С. Д. Георгиевским и Е. В. Ивановой. С приходом Н. В. Смольского работа активизировалась. Была поставлена задача выявить лучшие примеры планировки садов и парков, определить их дендрологический состав, выявить маточники наиболее ценных видов и сортов для использования в практике зеленого строительства БССР, а также наметить парки, подлежащие охране как памятники садово-паркового искусства. К этой работе были привлечены В. Г. Антипов, А. А. Чаховский, Н. В. Шкутко. Было обследовано 200 садово-парковых объектов. В. Г. Антипов впоследствии издал монографию «Парки Белоруссии» (1975).

¹ ЦНА НАНБ. Ф. 1. Оп. 25. Д. 113.

Сотрудниками ботанического сада в этот период был разработан генеральный план озеленения промышленной территории Минского автомобильного завода (В. Г. Антипов), оказывалась помощь в составлении проекта озеленения экспериментального квартала в г. Минске, проведены комплексные исследования по установлению причин отмирания сосен в парке им. Челюскинцев (А. К. Чурилов, Л. П. Смоляк, Н. Н. Купчинов, В. Г. Антипов и др.). Под руководством академика Н. А. Дорожкина началось изучение видового состава болезней и вредителей интродуцированных растений, и разработка мер борьбы с ними (С. В. Горленко, Н. Л. Лосинская и др.).

К 1960 г. коллекционный фонд растений ЦБС увеличился по сравнению с 1955 г. почти в три раза, достигнув 7 тыс. наименований, что вывело его в ряд самых крупных ботанических садов СССР. Следует подчеркнуть, что уже в этот период тематика научных исследований была ориентирована на потребности народного хозяйства республики, а достижения ученых внедрялись в практику.

Результаты работы коллектива ЦБС были отмечены медалями и дипломами ВДНХ СССР. Наиболее интересные гибридные формы селекции сада экспонировались в 1963 г. на ВДНХ СССР и были удостоены аттестатов I степени. Одна из старейших сотрудниц Сада А. С. Мерло награждена бронзовой медалью за выведение перспективных форм гладиолусов и георгин, за создание коллекции гладиолусов (500 сортов), флоксов (115 сортов), пионов (20 сортов), лилий (30 сортов).

В октябре 1964 г. Президиум АН БССР утвердил для ЦБС новое направление исследований – охрана природы. Н. В. Смольский возглавил Комитет по охране природы при Совете Министров БССР.

Руководство страны и АН БССР заслуженно оценило вклад ЦБС в развитие научных исследований в области интродукции и охраны природы, просветительскую деятельность. Решением Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике от 16 ноября 1967 г. № 72 на ЦБС распространился статус научно-исследовательского института. Затем, в декабре, была утверждена структура и научные направления работ лабораторий. Официальное изменение статуса ЦБС свидетельствует о признании общего роста его как научного учреждения.

В середине 1970-х гг. окончательно оформилась структура Сада, которая практически не изменилась до наших дней. Она включала 7 лабораторий:

1. Лаборатория интродукции и селекции орнаментальных растений.
2. Лаборатория мобилизации растительных ресурсов.
3. Лаборатория интродукции древесных растений.
4. Лаборатория химии растений и технологии растительного сырья.
5. Лаборатория физиологии устойчивости и питания интродуцентов.
6. Группа защиты растений.
7. Лаборатория экологии и охраны природы.

Кроме того, в структуре Сада были 4 научно-вспомогательных подразделения (научная библиотека, фотолаборатория, гербарий интродуцированных растений, экскурсионное бюро). В 1977–1988 гг. работала группа научно-тех-

нической информации (Э. В. Ваверова, И. В. Блинцова). Эффективно функционировала группа защиты растений, сотрудники которой ежедневно осматривали коллекции цветочных и древесных культур, выявляя заболевания и поражения растений вредителями на самых ранних этапах, что позволяло предотвратить их распространение. Агрохимическая группа осуществляла мониторинг содержания химических веществ в почвах коллекционных участков и оранжереях, давая по их результатам рекомендации по внесению удобрений.

Коллектив ЦБС в то время насчитывал 97 человек, в том числе 2 докторов наук, 20 кандидатов наук. Следует отметить, что сотрудников (причем как научных, так и технический персонал) Н. В. Смольский подбирал очень строго. Здесь не задерживались люди, равнодушные к Саду, растениям, результатам своего труда, работали профессионалы, влюбленные в свое дело, благодаря которым Сад стабильно развивался и достиг больших успехов.

К концу 1970-х гг. коллекционный фонд ЦБС достиг 9000 наименований. В этот период здесь впервые в республике началось интродукционное испытание и определение перспектив промышленного выращивания клюквы крупноплодной (канд. биол. наук М. А. Кудинов, аспирант Е. К. Шарковский). Расширяются физиологические исследования интродуцированных растений, начинаются исследования газопоглозительной способности и газоустойчивости растений (канд. биол. наук Н. В. Гетко, аспирант С. А. Сергейчик).

Заметную роль в жизни ЦБС играла созданная в 1960-е гг. фотолаборатория. Ее работу возглавила и организовала талантливый фотограф-художник Р. П. Дитлова. Она создала фотолетопись Сада. Практически все книги, диссертации и путеводители иллюстрировались ее фотографиями.

За достигнутые успехи в научной, научно-просветительской работе и строительстве Сада в 1972 г. ЦБС был награжден Почетной грамотой Верховного Совета БССР. Почетными грамотами Верховного Совета БССР были награждены также 7 научных сотрудников Сада.

В 1976 г. скоропостижно ушел из жизни Н. В. Смольский. На пост директора ЦБС был назначен Евгений Антонович Сидорович (рис. 1.24). В это время в ЦБС расширяются и углубляются исследования в области экологической физиологии растений. Для этих целей в 1977 г. создается лаборатория экологической физиологии растений, которую возглавил Е. А. Сидорович.

Результаты интродукционных исследований активно осваивались в народном хозяйстве республики. Были разработаны ассортименты декоративных растений и газонных трав для озеленения г. Минска, интегральная система защиты городских зеленых насаждений от вредителей и болезней. Возобновилось целенаправленное изучение дендрофлоры парков Беларуси (канд. биол. наук А. Т. Федорук).

В 1975–1978 гг. в ЦБС был построен современный интродукционный питомник со стационарной теплицей площадью 1000 м² и туманообразующей установкой для проведения научно-исследовательской работы и массового



Рис. 1.24. Член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук Е. А. Сидорович, директор ЦБС с 1976 по 1997 г.

размножения ценных древесно-кустарниковых растений. Это позволило ускорить и значительно увеличить объем работ по внедрению наиболее ценных интродуцентов в озеленение республики.

За цикл работ по экспериментальному изучению природных растительных комплексов заповедных территорий Белоруссии в 1978 г. коллективу сотрудников ЦБС (Н. В. Смольскому (посмертно), А. А. Бойко, Е. А. Сидоровичу) была присуждена Государственная премия БССР в области науки и техники. По результатам исследований только за 1975–1978 гг. было опубликовано 11 монографий и 369 статей, подано 6 заявок на предполагаемое изобретение, в государственное испытание передано 6 гибридов тюльпанов, гладиолусов, герберы и сирени селекции ЦБС. В 1979 г. 4 сорта сирени селекции ЦБС (В. Ф. Бибикова) были включены в Международный регистр сортов.

На основе комплексного изучения адаптивного потенциала и биохимической оценки был определен ассортимент новых декоративных, лекарственных и пряно-ароматических, новых плодово-ягодных растений для культивирования в условиях Беларуси, что стало фундаментом для развития отечественного цветоводства, лекарственного растениеводства и нетрадиционного плодоводства.

В этот период степень кандидата наук получили 5 сотрудников ЦБС, доктора наук – 2.

Достижения в области интродукции и сортоизучения цветочно-декоративных растений в 1975–1978 гг. были отмечены дипломом 1-й степени, 4 золотыми, 1 серебряной и 1 бронзовой медалями Международной выставки

цветов «Флора Оломоуц-77», дипломом II степени ВДНХ СССР. Сотрудники ЦБС были награждены 1 золотой, 6 серебряными и 15 бронзовыми медалями ВДНХ СССР, золотой медалью за экспонированные георгины на Международной выставке цветов в г. Эрфурт (ГДР), серебряной медалью на выставке цветов в г. Штутгарт (ФРГ).

За эти годы в практику внедрено более 800 видов и сортов цветочно-декоративных растений, создан фонд гибридов декоративных растений, включающий 4200 номеров, разработан способ селекции тюльпана с использованием при гибридизации флавоноидных соединений, позволяющих повысить завязываемость семян и жизнеспособность гибридных сеянцев.

Важнейшими источниками формирования коллекций живых растений были обмен семенами и живыми растениями с ботаническими садами мира, а также экспедиционные сборы растений в местах их естественного произрастания. Ботаники ЦБС ежегодно совершали экспедиции для сбора семян и посадочного материала в районах Дальнего Востока, Курильских островов, Сахалина, Алтая, Памиро-Алая, Кавказа, Крыма, Карпат, равнинных территорий Прибалхашья, дельты Дуная, побережья Балтийского моря. Благодаря экспедиционным сборам удалось непосредственно из мест естественного произрастания интродуцировать в ЦБС формовое разнообразие облепихи, такие ценные растения, как аралия маньчжурская, элеутерококк, сосна кедровая корейская, ель тянь-шаньская, абрикос маньчжурский, тюльпаны Грейга и Фостера, юнона бухарская, эремурус Ольги, родиола розовая, цикламен косский и др. В этот период была сформирована коллекция охраняемых растений флоры Беларуси численностью 89 видов.

Прошли интродукционное испытание новые кормовые растения, в том числе галега восточная, была обоснована целесообразность использования ее в производстве кормов в республике. Успешному проведению биологического мониторинга способствовало создание в ЦБС по инициативе Е. А. Сидоровича системы автоматизированного сбора и анализа первичной информации с помощью микро-ЭВМ.

В 1980–1985 гг. наряду с продолжением исследований в области интродукции, где ЦБС являлся головной организацией, начались исследования по новым направлениям – биотехнологии и биологическому мониторингу.

ЦБС выполнял важную работу по подбору ассортимента галофитов для биологической рекультивации солеотвалов объединения «Белоруськалий», а также древесно-кустарниковых пород для создания защитных лесных полос вокруг солеотвалов и шламохранилищ.

По результатам исследований, выполненных в лаборатории экологической физиологии, созданы карты техногенного загрязнения лесных экосистем Беларуси соединениями серы и тяжелых металлов, разработаны рекомендации по снижению последствий воздействия техногенных факторов на лесные насаждения Беловежской пушчи. Активно велись работы по повышению устой-

чивости и оптимизации состояния городских зеленых насаждений. Достижения ЦБС в области охраны окружающей среды были удостоены медали им. Г. Менделя АН Чехословакии.

Экспонаты ЦБС в области интродукции и сортоизучения цветочно-декоративных растений за 1980–1985 гг. отмечены 67 медалями, в том числе 23 медалями Международной выставки «Флора Оломоуц», среди которых 7 золотых, 8 серебряных, 8 бронзовых медалей (участники – Л. П. Гусарова, О. И. Манкевич, Э. А. Бурова).

С 1986 г. ЦБС включился в выполнение государственной программы по минимизации последствий аварии на ЧАЭС. Основные исследования проводились в лаборатории экологии растений под руководством доктора биологических наук А. В. Бойко, а также в лабораториях экологической физиологии (Е. А. Сидорович), интродукции древесных растений (Н. В. Шкутко) и интродукции плодово-ягодных растений (М. А. Кудинов). В итоге выполнения 18 тем ОГНТП «Минимизация последствий аварии на ЧАЭС» установлено воздействие различных уровней радиоактивного загрязнения на накопление радионуклидов в древесине и плодах различных дикорастущих и культурных растений, оценена перспективность и разработана технология выращивания представителей сем. Аралиевых (аралия, элеутерококк) для получения препаратов радиопротекторного действия.

1.4. Адаптация учреждения к новым социально-экономическим условиям и период крупномасштабной реконструкции (1992–2012 гг.)

В первой половине 1990-х гг. в условиях финансового кризиса и развала экономики (при переходе Республики Беларусь к государственной самостоятельности) ЦБС НАН Беларуси удалось сохранить без значительных потерь научный коллектив, сберечь уникальные коллекционные фонды растений, в особенности субтропической и тропической флоры, на высоком уровне выполнить большой объем научных исследований. Большая заслуга в этом принадлежит директору ЦБС Е. А. Сидоровичу.

В структуре Сада была организована тематическая группа биотехнологии под руководством доктора биологических наук Е. Н. Кутас, которая начала исследования по микрклональному размножению ценных растений (рододендроны, клюква, голубика высокорослая, сирень, гербера и т. д.).

В связи с уменьшением базового финансирования лаборатории активно включаются в выполнение заказных работ. Крупными заказами были научно-технические проекты по линии ГКНТ «Женьшеневодство», «Пряно-ароматические растения», «Клюквоводство», «Брусника». В результате их выполнения были созданы и усовершенствованы технологии выращивания новых для Беларуси ягодных культур – клюквы крупноплодной, брусники, женьшеня, пяти видов пряно-ароматических растений. Разработано около 50 композиций фиточаев, безалкогольных напитков и столовых вин.

В 1997 г. Президиум НАН Беларуси назначает директором ЦБС члена-корреспондента, впоследствии академика НАН Беларуси Владимира Николаевича Решетникова (рис. 1.25). Оценка реального положения дел в организации привела к осознанию, что решить накопившиеся за многие годы проблемы Сада без государственной поддержки невозможно. Для решения этой задачи по инициативе В. Н. Решетникова в 1999 г. в ЦБС был приглашен Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко. Это историческое событие в жизни коллектива Сада на многие годы определило его дальнейшую судьбу и развитие.

Во исполнение данных во время визита Главы государства поручений были приняты и реализованы важнейшие для ЦБС постановления Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении программы реконструкции объектов Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси», «Об объявлении коллекционных фондов живых растений и гербария Центрального ботанического сада НАН Беларуси научным объектом, являющимся национальным достоянием», «О выделении Национальной академии наук Беларуси средств для приобретения ЦБС техники», «Об утверждении Государственной программы создания национального генетического фонда хозяйственно полезных растений». Решением Министерства природных ресурсов Республики Беларусь ЦБС объявлен Памятником природы республиканского значения. Сад получил статус Памятника ландшафтной архитектуры 2-й половины XX в. Сформированы и утверждены Государственные программы развития сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений на 2000–2003 и на 2005–2010 годы.



Рис. 1.25. Академик НАН Беларуси В. Н. Решетников, директор ЦБС с 1997 по 2008 г.

Существенно активизировалась научно-исследовательская и инновационная работа, пополнение генофонда. Путем обмена с зарубежными ботаническими учреждениями, целевых экспедиций и командировок за последние 15 лет к первичному интродукционному испытанию привлечено более 15 тыс. таксонов мировой флоры, из которых выделено для пополнения и обновления национального генофонда декоративных, пряно-ароматических, плодово-ягодных растений более чем 1200 наименований, что создало существенный резерв для обогащения культурной флоры Беларуси. Более разнообразной стала тематика научных исследований практически всех структурных подразделений.

В лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений начаты исследования культурной флоры декоративных травянистых растений Беларуси, развернуты работы по интродукции декоративных растений аборигенной флоры, по разработке методики мониторинга состояния ботанических коллекций. Лаборатория интродукции древесных растений приступила к оценке состояния дендрофлоры старинных парков республики, включилась в выполнение заданий Государственных программ «Фитопрепараты» и «Плодоводство». В лаборатории мобилизации растительных ресурсов выполнялись ответственные исследования по разработке технологий промышленного выращивания лекарственных и пряно-ароматических растений, по интродукции энергетических видов растений. Лаборатория интродукции плодово-ягодных растений сконцентрировала научный потенциал на освоении промышленной культуры голубики высокой.

Сотрудниками лаборатории фитопатогенных организмов выявлялись закономерности формирования структуры и изучались биологические особенности фитопатогенных организмов интродуцированных растений в зеленых насаждениях областных центров Беларуси, разрабатывалась и внедрялась интегральная система защиты растений от болезней и вредителей в условиях оранжерей и тепличных комплексов.

Лаборатория экологической физиологии совместно с лабораторией химии и технологии растительного сырья в последние годы исследуют перспективы использования растений сем. Вересковых при рекультивации выработанных торфяных месторождений.

В последние десятилетия значительно расширены селекционные исследования. Наряду с цветочно-декоративными растениями в селекционные программы включены лекарственные и пряно-ароматические растения, красивоцветущие кустарники. С использованием разных селекционно-генетических методов создан отечественный селекционный фонд декоративных и хозяйственно полезных растений, выведено более 70 новых сортов, внесенных в Государственный реестр Республики Беларусь. ЦБС стал ведущим в стране научно-практическим центром по селекции декоративных, лекарственных и пряно-ароматических культур.

Сектором «Гербарий» создан банк данных и информационно-поисковая система коллекционного фонда ЦБС и региональных садов республики, а также видеогербарий некоторых видов и форм аборигенной флоры.

В 1998 г. в структуру ЦБС переведена из Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси лаборатория биохимии и биотехнологии растений (руководитель В. Н. Решетников), в дальнейшем преобразованная в отдел биохимии и биотехнологии растений. В настоящее время в отделе развернуты работы в области биотехнологии, в том числе по созданию новых форм растений методами современных клеточных технологий, а также микрклонального размножения хозяйственных растений.

Разработки ЦБС – научная база развития зеленого строительства, многих отраслей промышленности, лесного и сельского хозяйства. Выделенные сотрудниками Сада в результате сравнительной комплексной оценки новые виды и сорта декоративных растений (в том числе селекции ЦБС) включаются в Государственный реестр Республики Беларусь. Внедрение их в практику озеленения позволило многим объектам зеленого строительства Беларуси, отражая национальный колорит, соответствовать лучшим европейским стандартам озеленения и оптимизации экологической обстановки. Активно развивающееся любительское цветоводство получает обновленный ассортимент современных декоративных растений.

За 2001–2011 гг. ЦБС выполнил большой объем работ по реконструкции объектов основной инфраструктуры. Реконструированы научно-производственные оранжереи, построена и введена в эксплуатацию экспозиционная оранжерея, лимонарий, теплица для микрклонального размножения растений, реконструирован озерный комплекс, обустроена современная дорожно-тропиночная сеть, выполнен большой объем работ по благоустройству территории, начаты работы по реконструкции хозяйственного комплекса, карантинного питомника, клубнехранилища, административного здания и др.

В 2008 г. ЦБС НАН Беларуси включен в состав ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», в том же году разработана и одобрена Президиумом НАН Беларуси Концепция комплексного развития ЦБС на 2008–2015 гг. план мероприятий по ее реализации.

В 2009 г. Президиум НАН Беларуси назначает директором ЦБС доктора биологических наук Владимира Владимировича Титка. (рис. 1.26). Продолжается крупномасштабная реконструкция объектов ЦБС, заметно расширяется информационная и выставочная деятельность.



Рис. 1.26. Доктор биологических наук В. В. Титок, директор ЦБС с 2009 г., в ботаническом саду Кью (Англия)

1.5. Центральный ботанический сад НАН Беларуси сегодня: структура, достижения, перспективы

ЦБС НАН Беларуси наших дней – один из ведущих институтов биологического профиля в Республике Беларусь. Научная и научно-техническая деятельность ЦБС направлена на решение актуальных задач сельского, лесного, жилищно-коммунального хозяйства, фармацевтической и пищевой промышленности, природопользования и охраны окружающей среды, биоэнергетики. ЦБС обладает высоким научно-техническим потенциалом, современной научно-исследовательской базой, экспериментальным оборудованием, что позволяет на высоком уровне выполнять комплексные научные исследования по основным направлениям деятельности, успешно осуществлять инновационную деятельность, вести подготовку научных кадров. Основные направления научной деятельности ЦБС: интродукция растительных ресурсов, биохимия и биотехнология растений, научно-внедренческая деятельность.

Структура ЦБС включает 11 лабораторий с тремя профильными секторами, отделы биохимии и биотехнологии растений, садоустройства и садово-паркового строительства, капитального строительства, секторы ландшафтной архитектуры и фитодизайна, информационно-просветительской работы и реализации, хозяйственную и инженерную службу, бухгалтерию и планово-финансовое управление, отдел кадров. В настоящее время здесь работают около 250 человек. Научные исследования и разработки выполняют 190 сотрудников, в том числе исследователей – 118, из них один академик, два члена корреспондента НАН Беларуси, 7 докторов наук и 37 кандидатов наук.

Лаборатория интродукции древесных растений – единственная из лабораторий, название которой практически не изменилось со времени основания ЦБС. С 1933 по 1938 г. работы отдела древесных растений возглавлял директор ЦБС С. П. Мельник. В этот период в отделе работали А. И. Черненко, А. И. Красник. С 1957 по 1989 г. лабораторию интродукции древесных растений возглавлял доктор биологических наук Н. В. Шкутко, с 1989 г. – кандидат биологических наук И. М. Гаранович.

В разные периоды в лаборатории работали Н. И. Чекалинская, Н. Н. Купчинов, П. Ф. Лысоконь, Е. З. Бобореко, А. А. Чаховский, В. О. Пронько, А. Ф. Иванов, Д. С. Трухановский, А. В. Пономарева, А. В. Игнатович, А. Н. Корзун, М. И. Белый, В. М. Выглазов, В. А. Липницкий, Н. П. Мурашко, Ю. А. Бибилов, Л. М. Хоров, О. Г. Хоткина, Л. П. Вайтович, Н. Занина, В. Копать, Л. Гуцевич, Т. Новичкова, Р. Булгак, А. Ребрикова, М. В. Шуравко, Л. В. Ивашин, С. А. Иванов и другие видные ученые и специалисты.

Сотрудники лаборатории достигли больших успехов в исследовании, обогащении и использовании дендрофлоры республики. Первым крупным обобщением итогов интродукции древесных растений в Беларуси стала трехтомная монография Н. Д. Нестеровича и соавт. «Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР» (1959–1961). В 1968 г. вышла в свет коллективная

работа под редакцией Н. В. Смольского «Деревья, кустарники, розы и сирень» (1968). Хвойным растениям посвящены монографии Н. В. Шкутко «Хвойные экзоты Белоруссии и их хозяйственное значение» (1970), «Хвойные, растения в зеленом строительстве Белоруссии» (1975), «Хвойные Белоруссии» (1991) и др. Большая работа по интродукции и изучению лиан проведена Ю. А. Бибиковым. В работе Е. З. Бобореко «Боярышник» (1974) отражены итоги интродукции представителей этого рода. Определенным этапом оценки результатов интродукционных исследований стала книга А. А. Чаховского и Н. В. Шкутко «Декоративная дендрология Белоруссии» (1979). Итогам интродукции и изучению отдельных родовых комплексов посвящены работы И. Е. Ботяновского «Культура рододендронов в Белоруссии» (1981), А. А. Чаховского и Е. И. Орленок «Таволги в декоративном садоводстве» (1985), «Культура жимолости в Белоруссии» (1989), «Вейгела в Белоруссии» (1993), А. А. Чаховского, Э. А. Буровой, Е. И. Орленок, Л. П. Гусаровой «Красивоцветущие кустарники для садов и парков» (1988). В коллективной монографии «Древесные растения Центрального ботанического сада АН БССР» (1982) подведены итоги интродукции древесных растений за 50 лет существования Сада.

В настоящее время в лаборатории интродукции древесных растений работают кандидаты биологических наук И. М. Гаранович (зав. отделом), Н. В. Македонская, Т. В. Шпитальная, научные сотрудники М. Н. Рудевич, В. Г. Гринкевич, А. А. Котов, агрономы Г. С. Снегирев, С. Н. Кучук, В. В. Вересковский, Е. В. Маслюк, А. В. Ковганов, Н. П. Носко, А. Г. Булах, Н. В. Карпенко и др.

Деятельность **лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов**, как и других профильных интродукционных лабораторий, началась в первые годы создания ЦБС. В 1933 г. работа осуществлялась в отделе живых растений, который возглавлял профессор И. Г. Васильков, а с 1968 г., после объединения отдела систематики растений (А. К. Чурилов) и семенной лаборатории (Е. В. Иванова) – в лаборатории мобилизации растительных ресурсов. В разные годы лабораторию возглавляли кандидат биологических наук Е. В. Иванова, доктор биологических наук М. А. Кудинов, кандидат сельскохозяйственных наук М. И. Ярошевич, кандидат биологических наук Л. В. Кухарева. В настоящее время лабораторию возглавляет доктор биологических наук В. В. Титок. Большой вклад в развитие лаборатории, организацию семенного фонда ЦБС, подготовку и издание делектусов, проведение обмена семенами с другими ботаническими учреждениями мира внесла Е. В. Иванова, курировавшая работу лаборатории с 1946 по 1968 г. В 1956 г. к работе в лаборатории приступила Г. В. Пашина (формировала и поддерживала участок систематики растений, занималась интродукцией многих полезных растений), а в 1960 г. – Л. В. Кухарева. Многие годы в лаборатории работали Л. Ф. Грищик, Л. Г. Бирюкова, В. И. Линник, Д. А. Мостовникова, Е. И. Калина, кандидаты биологических наук А. Е. Касач и И. В. Лознухо. Усилиями сотрудников лаборатории Е. К. Шарковского, М. А. Борейши, Л. В. Кухаревой, Г. В. Пашиной, Л. Г. Бирюковой и др. в Ганцевичах на площади 1 га были осу-

ществлены первые посадки зеленых черенков новой культуры для БССР – клюквы крупноплодной.

Лаборатория интродукции и селекции орнаментальных растений – одна из старейших в ЦБС. Свое современное название она носит с 1959 г. Лабораторией около 20 лет руководил академик Н. В. Смольский. В последующие годы заведующими были доктор биологических наук А. Т. Федорук (1976–1991), доктор биологических наук Н. В. Гетко (1992–1995). С 1995 г. до настоящего времени лабораторию возглавляет кандидат биологических наук И. К. Володько. Коллекции лаборатории включают свыше 4,5 тыс. наименований растений, что составляет почти половину генофонда всего ЦБС.

В разные годы созданием, обогащением и изучением коллекций декоративных растений занимались кандидаты биологических наук А. С. Мерло (гладиолусы, лилии, пионы, многолетники), В. Ф. Бибилова (тюльпаны, сирень), О. И. Манкевич (гладиолусы, селекция эхинаеи, гладиолусов, рудбекии, гелениума), Э. А. Бурова (георгины, сирень; создала 2-ю по численности в СССР коллекцию ирисов), И. Е. Ботяновский (создал коллекцию рододендронов, главная цветочная экспозиция), В. М. Кудрявцева (селекция тюльпанов), Л. А. Кирильчик (газоны, скальный садик, экспозиция пионов, возглавляла группу садоустройства), а также Л. П. Гусарова (розы открытого и защищенного грунта, главный агроном лаборатории), И. А. Коревко (интродукция и селекция георгинов и однолетников), Т. М. Евневич, М. И. Маньяков (парки), Н. Г. Дьяченко, Г. В. Гончарик, Т. Б. Залеская, Е. С. Чещевик, К. К. Ипатьева, Л. А. Серебрякова, Н. В. Македонская. Весом вклад в содержании коллекций и цветочных экспозиций агрономов и лаборантов (Г. А. Наумова, В. М. Хатько, Т. А. Ковалева, Н. И. Ших, Ф. Р. Шидловская, В. К. Бизюк, В. А. Игнатович, С. И. Черная, Н. Г. Светличная, В. И. Сивакова). Более 30 лет в лаборатории трудятся кандидаты биологических наук Л. В. Завадская (нарциссы, лилии, селекция) и Н. М. Лунина (многолетние растения), Г. С. Бородич, В. В. Гайшун, Ю. И. Рыженкова, О. И. Дуброва, О. И. Свитковская, в настоящее время работают молодые сотрудники кандидат биологических наук Н. Л. Белоусова, младший научный сотрудник А. В. Кручонок, А. Л. Гулис.

Коллекции тропических и субтропических растений лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений начала формироваться с 1936 г. До войны оранжерея Сада курировала Н. И. Чекалинская (параллельно с работой по интродукции древесных растений), работала П. И. Левданская. С 1944 по 1978 г. П. И. Левданская курировала коллекцию кактусов и суккулентов. Основное внимание в тот период уделялось вопросам интродукции. Привлекались преимущественно маммилярии, опунции, эхинопсисы, цереусы, рипсалисы. К 1976 г. коллекция суккулентов была представлена уже 500 видами из 70 родов.

В 1956 г. коллекция тропических и субтропических растений насчитывала около 800 ботанических видов, форм и сортов, относящихся к 97 семействам и 270 родам. Временно эти растения были размещены в пяти небольших те-

пличках с полезной площадью около 300 м². При вводе в эксплуатацию в 1960 г. фондовой оранжереи с полезной площадью под стеклом 1615 м² эти растения были размещены с учетом их эколого-географического происхождения и систематической принадлежности. Большая помощь по размещению и содержанию коллекций субтропических и тропических растений ЦБС была оказана со стороны Ботанического института АН СССР им. В. Л. Комарова. Так, доктором биологических наук Ф. С. Пилипенко идентифицированы агавы и ряд других видов субтропической и тропической флоры. Следует отметить, что он на протяжении многих лет курировал работу фондовой оранжереи ЦБС. В это время работу оранжереи возглавляла старший научный сотрудник Л. Н. Лагун, работали младшие научные сотрудники П. И. Левданская, Л. С. Тесленок.

В разные годы коллекционные фонды тропических и субтропических растений курировали: кандидаты биологических наук В. С. Вакула и Д. А. Глоба-Михайленко, А. С. Медунецкая, а с 1975 г. – старший научный сотрудник В. Н. Чертович. Более 20 лет (1983–2003) куратором коллекции кактусов и суккулентов была младший научный сотрудник Н. В. Богдан.

В начале 1970-х гг. Н. А. Янукова по инициативе Н. В. Смольского создала коллекцию герберы и начала селекционные работы с этой культурой. Многие годы с коллекциями оранжерейных растений работали агрономы и лаборанты М. М. Новик, В. П. Куделко (Дробыш), А. А. Зайцева, Г. Ф. Шалимо, Л. И. Терещенко.

Среди субтропических плодовых растений особой популярностью всегда пользовались цитрусовые. Богатая коллекция этих растений, собранная в довоенный период, была уничтожена во время оккупации. Новая коллекция цитрусовых начала формироваться в 1974 г. А. И. Алехно. Она состояла из 7 видов и 6 сортов. В настоящее время – около 100 наименований. Немалый вклад в формирование коллекций тропической и субтропической флоры внесли в разные годы директор ЦБС НАН Беларуси Е. А. Сидорович и А. Т. Федорук.

В 2005 г. на базе выделенного из состава лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений сектора тропических и субтропических растений, была создана **лаборатория оранжерейных растений**, которую возглавляет доктор биологических наук Н. В. Гетко.

Сектор декоративного садоводства создан в 2006 г. на базе тематической группы декоративного садоводства (2000 г.) при лаборатории интродукции древесных растений. Его возглавил кандидат биологических наук В. И. Торчик. В разные годы в секторе работали научный сотрудник Е. Д. Антонюк, младший научный сотрудник О. Г. Шилова. Создана коллекция садовых форм хвойных видов, насчитывающая 147 наименований. Проводятся исследования по изучению роста, развития и устойчивости растений, оценке регенерационного потенциала стеблевых черенков. С 2008 г. начались исследования по выявлению и экспериментальному обоснованию возможности использования спонтанных соматических мутаций типа «ведьмина метла» аборигенных и интродуцированных видов для селекции отечественных декоративных культиваров. С момента создания сектора продолжаются исследования

по разработке научных основ формирования и использования ассортимента декоративных древесных растений в различных приемах контейнерного озеленения. В настоящее время в секторе работают научный сотрудник Г. А. Холопук, младший научный сотрудник А. Ф. Келько, ведущий агроном Е. В. Кондратов.

Лаборатория защиты растений создана в 1956 г. на базе группы по защите растений (руководитель канд. с.-х. наук А. И. Кустова). В состав лаборатории с 1983 г. входит подразделение «Интродукционно-карантинный питомник». С 1956 г. сотрудниками лаборатории проводятся исследования процесса формирования популяций патогенов и вредителей аборигенных и интродуцированных видов цветочных, древесно-кустарниковых, тропических и субтропических, лекарственных растений, выращиваемых в различных типах фитоценозов Республики Беларусь. Знание особенностей формирования консорциев патогенов и фитофагов декоративных растений в разных типах фитоценозов позволит определить правильные пути снижения негативного воздействия вредных видов, послужит научной основой для разработки эффективных систем защиты декоративных культур.

В разные годы лабораторию возглавляли доктор биологических наук С. В. Горленко (1956–1992 гг.), кандидат биологических наук Ю. В. Смоляк (1992–1993 гг.). С апреля 1993 г. лабораторию возглавляет кандидат сельскохозяйственных наук В. А. Тимофеева.

Лаборатория экологической физиологии растений создана в 1969 г. по инициативе академика Н. В. Смольского, в то время называлась лабораторией физиологии устойчивости и питания интродуцентов. Большой вклад в развитие данного направления исследований и получение экспериментального материала внесли в разное время сотрудники П. П. Чуваева, А. А. Шерстеникина, С. В. Винокурова, Т. И. Андрианова, Л. Г. Заранчук. В 1977 г. лабораторию возглавил член-корреспондент АН БССР Е. А. Сидорович. В этот период значительное место в исследованиях данного структурного подразделения занимали экологофитоценотические исследования растительных комплексов в зонах влияния техногенеза. Важный вклад в развитие теоретических и прикладных аспектов газустойчивости растений внесли сотрудники лаборатории С. А. Сергейчик, А. А. Сергейчик, Н. В. Гетко, Л. Д. Рак, И. А. Шобанова, Е. А. Борсук, Л. В. Бурейко, Л. В. Божко, С. Ф. Жданец, О. С. Козырь, Н. Евсиевич. Установленные особенности функционирования лесных фитоценозов в условиях антропогенных нагрузок нашли свое подтверждение и в более поздних широкомасштабных исследованиях Е. А. Сидоровича, Ж. А. Рупасовой, Е. Г. Бусько, К. Д. Чубанова, Н. М. Арабея, К. К. Кирковского, А. И. Алехно, Н. И. Пикублика и др., выполненных в рамках Европейского экологического мониторинга и состоявших в изучении трансформации сосновых лесов под воздействием антропогенного пресса в отдельных частях Белорусского региона. Особое место в исследованиях лаборатории занимало изучение радиационно-теплового режима лесов Беларуси. В выполнении этих масштабных

исследований участвовали Е. Г. Бусько, А. И. Алехно, В. Д. Бурганский, Р. В. Богаткевич, П. В. Веленко, С. Ф. Жданец, А. Н. Иодо, М. М. Мотыль, Д. Д. Рак, а в обобщении их результатов принимала активное участие Ж. А. Рупасова. В начале 2000-х гг. в состав лаборатории зачислены кандидаты биологических наук А. П. Яковлев и Г. И. Булавко. С их участием установлено, что ухудшение жизненного состояния большинства представителей дендрофлоры вдоль автомагистралей нашей страны обусловлено оседанием солевых частичек, растворенных в воде, переносимых воздушными потоками, на хвое и побегах растений. С 2004 г. в научной тематике лаборатории сформировалось еще одно важное направление исследований в области индустриальной экологии, связанное с разработкой научных основ биологического этапа рекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Республики Беларусь, реализуемое совместно с сотрудниками лаборатории химии растений.

В 1950-е гг. по инициативе Н. В. Смольского в ЦБС была создана **лаборатория химии растений и технологии растительного сырья**, которую возглавила талантливый ученый, кандидат химических наук И. И. Чекалинская. С 1982 г. лабораторией руководит член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук Ж. А. Рупасова, перешедшая со своей тематической группой из лаборатории экологической физиологии растений. В разные годы в лаборатории плодотворно работали кандидаты биологических наук Д. К. Шапиро, З. П. Кузнецова, В. Г. Русаленко, В. А. Игнатенко, научные сотрудники Р. Н. Рудаковская, Т. В. Довнар, В. В. Вересковский, Н. П. Варавина, И. П. Афанаскина и Г. П. Зубкова. В лаборатории прошли подготовку и успешно защитили диссертации 2 доктора и 10 кандидатов наук.

Значительное внимание в работе лаборатории в 1960-е гг. уделялось проблеме изыскания новых видов дешевого и высококачественного сырья для дубильно-экстрактовой промышленности. В лаборатории были разработаны оригинальные способы получения субстанций биоактивных веществ на основе растительного сырья горцев, бегонии краснолистной, боярышника мягковатого и клюквы крупноплодной, ставшие основой для создания лекарственных препаратов многостороннего спектра действия. Получен ряд авторских свидетельств и патентов на изобретения. В этот же период было сформировано еще одно важное научное направление – лечебное садоводство. Под руководством кандидата биологических наук Д. К. Шапиро были развернуты масштабные работы по исследованию питательной, витаминной и лекарственной ценности ряда дикорастущих и интродуцированных плодово-ягодных растений, позволившие обозначить область практического применения каждого из них. В 1980–90-х гг. разработаны оригинальные способы получения субстанций биоактивных веществ на основе растительного сырья горцев, бегонии краснолистной, боярышника мягковатого и клюквы крупноплодной, ставшие основой для создания лекарственных препаратов многостороннего спектра действия. За цикл работ по проблеме «Развитие, метаболизм и биохимический состав растений семейства Брусничные при интродукции в Бела-

рუსь» сотрудникам лаборатории Ж. А. Рупасовой, В. А. Игнатенко и Т. И. Василевской в 1999 г. была присуждена премия Национальной академии наук Беларуси. За цикл работ по проблеме «Исследование биохимического состава плодов, эколого-биологических особенностей репродукции и агротехники нетрадиционных культур садоводства в условиях Беларуси» Ж. А. Рупасовой, В. Н. Решетникову и И. М. Гарановичу в 2009 г. была присуждена премия Национальной академии наук Беларуси. В эти же годы совместно с лабораторией интродукции плодово-ягодных растений были выполнены многолетние комплексные исследования основных аспектов жизнедеятельности трех групп промышленных сортов голубики высокорослой разных сроков созревания.

В последние годы приоритетным направлением деятельности коллектива лаборатории является проведение исследований по созданию научных основ технологии фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси на основе культивирования ягодных растений семейства *Ericaceae*.

В 1998 г. в структуру ЦБС переведена из Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси **лаборатория биохимии и биотехнологии растений** (руководитель В. Н. Решетников). Кадровый состав этой лаборатории насчитывал 26 сотрудников, в том числе доктора биологических наук В. Н. Решетников и В. Л. Калер, кандидаты биологических наук Е. В. Спиридович, О. П. Булко, Т. И. Фоменко, И. И. Паромчик, Р. А. Ненадович, Е. В. Гончарова, кандидаты технических наук Е. Н. Скачков, Е. А. Городецкая. Основные направления научной деятельности этой лаборатории: проблемы биохимии биологически активных веществ представителей местной и интродуцированной флоры, биохимия и физиология дифференциации и дедифференциации клеток и тканей растений, протеомика и эпигенетика растительной клетки и субклеточных структур. Успешная научная и инновационная деятельность лаборатории сочеталась с активной подготовкой кадров высшей квалификации. В период 1999–2009 гг. защитили кандидатские диссертации А. Б. Власова, О. В. Чижик, А. А. Кузовкова (Ленец), В. Т. Василевко, Н. Ю. Королева, А. Г. Шутова, П. С. Шабуня, А. В. Башилов.

Творческий и кадровый рост лаборатории (более 35 сотрудников), ее продуктивная работа в области приоритетных направлений научной и научно-технической деятельности, активное международное сотрудничество дали основание для преобразования лаборатории в отдел биохимии и биотехнологии растений, в составе которого в 2009 г. были образованы **лаборатория прикладной биохимии** (заведующая Е. В. Спиридович), **лаборатория клеточной биотехнологии** (заведующая Т. И. Фоменко) и две тематические группы: молекулярной биотехнологии (руководитель О. В. Чижик) и системной биологии (руководитель А. А. Кузовкова). Отдел возглавляет академик В. Н. Решетников, которому в 2008 г. присвоено звание «Заслуженный деятель науки Республики Беларусь».

В настоящее время в отделе развернуты работы в области биотехнологии, в том числе по созданию новых форм растений методами современных кле-

точных технологий, а также микрклонального размножения хозяйственных растений. Активно развивается протеомный анализ клеток и ее компарментов, молекулярно-генетической паспортизации коллекционных фондов, исследования биологически активных природных соединений для создания биокорректоров и антиоксидантных комплексов нового поколения.

Совместно с организациями Отделения аграрных наук НАН Беларуси разработаны новые виды безалкогольных и чайных напитков, плодоовощных консервов, приправ, соков с использованием местного пряно-ароматического сырья, обладающих высокой биологической ценностью и способных заменить импортные аналоги.

Сектор «Гербарий» создан в 1970 г. Его возглавляла А. Б. Моисеева, с 1995 г. – С. М. Кузьменкова.

Сектор ландшафтной архитектуры и фитодизайна (руководитель – ландшафтный архитектор Г. С. Валицкая) создан в мае 2010 г. на базе бюро ландшафтной архитектуры и фитодизайна, организованного в 2000 г. Начало работ в области ландшафтной архитектуры и фитодизайна было положено гораздо раньше. В 1975 г. была организована группа садоустройства под руководством кандидата биологических наук Л. А. Кирильчик, позднее – Л. П. Гусаровой, И. Е. Ботяновского, А. И. Алехно. С 2006 г. отдел садоустройства возглавляет В. А. Романчук. В составе группы на протяжении нескольких лет работали архитекторы Г. С. Валицкая, А. Н. Пожиток, М. М. Трегубович, А. Е. Тихомиров и др., а также агроном Н. И. Гурская, Г. Ф. Журавкина. Проводились обширные проектные и озеленительные работы по ландшафтной организации территорий промышленных и агропромышленных комплексов, территорий административных зданий, внутреннему озеленению крупных общественных зданий и сооружений.

Сотрудниками сектора за эти годы разработаны проекты озеленения территорий научных и государственных учреждений, промышленных комплексов, городских территорий, скверов, парков городов Беларуси, агропромышленных комплексов, учебных заведений, территорий посольств и резиденций, часть из которых реализована.

Лаборатория клонального размножения растений создана 1 апреля 2011 г. на базе сектора клонального микроразмножения растений, существовавшего с 1990 г., которым руководила доктор биологических наук Е. Н. Кутас. Заведует лабораторией кандидат биологических наук А. А. Веевник. Основное направление научной деятельности лаборатории – разработка теоретических основ и путей практического использования клонального микроразмножения растений.

Разработаны технологии клонального микроразмножения ягодных и декоративных растений, позволяющие поставить на промышленную основу получение здорового, экологически чистого посадочного материала этих культур. Создана коллекция стерильных культур, представленная более чем 30 интродуцированными видами и сортами голубики высокой, брусники обыкновенной, рододендронов и др.

Лаборатория интродукции и технологии плодово-ягодных растений создана в 1985 г. на базе опытно-производственной плантации клюквы крупноплодной Ганцевичского лесхоза, заложенной в 1980 г. В разные годы лабораторию возглавляли кандидат сельскохозяйственных наук Н. Н. Рубан (1985–2006 гг.), кандидат биологических наук Т. В. Курлович (2006–2008 гг.), с 2008 г. – кандидат биологических наук Н. Б. Павловский.

ЦБС – головная организация-исполнитель Программы реконструкции Центрального ботанического сада НАН Беларуси на 2007–2013 гг., двух подпрограмм двух государственных программ, отраслевой научно-технической программы «Интродукция и озеленение» на 2011–2015 гг., выполняет исследования в рамках трех государственных программ научных исследований, участвует в выполнении Государственных программ «Генофонд», «Плодоводство», «Импортозамещение», Государственной программы комплексного развития Припятского Полесья, трех государственных научно-технических программ и др. ЦБС ежегодно выполняет 5–8 проектов по грантам Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, более 30 хозяйственных договоров и контрактов с предприятиями и организациями Беларуси, с зарубежными организациями.

В ЦБС создан устойчивый базис в научной и практической сферах деятельности. Активная работа ЦБС в области интродукции растений обеспечила создание ценного генофонда декоративных и хозяйственно полезных интродуцированных растений в количестве более 10 тысяч наименований, который широко используется в народном хозяйстве. Отдельные коллекционные растения уникальны и имеются не более чем в двух-трех ботанических садах мира. Проведена инвентаризация и государственная регистрация ботанических коллекций из 32 наименований. Активизирована селекционная работа. Развернуты биохимические и генно-инженерные исследования, включенные в фундаментальные и научно-технические программы. Продолжается капитальное строительство и реконструкция объектов основной инфраструктуры. Выполняются наукоемкие работы в области зеленого строительства, в том числе на важнейших объектах республиканского значения. ЦБС участвует в озеленении парадных территорий областных и районных центров, предприятий и организаций Беларуси.

Расширяется и крепнет международное сотрудничество. Ежегодно сотрудники ЦБС выезжают в зарубежные командировки и экспедиции для приобретения нового генетического материала растений, участия в совместных исследованиях, конференциях, а также для прохождения стажировок. Совместные научные проекты выполняются с научными организациями России, Украины, Молдовы, Венгрии, Болгарии, Вьетнама, Монголии и др. Установлены деловые контакты с ботаническими садами Великобритании, профильными фирмами Германии. Знаменательным событием для постсоветского пространства стало создание в 2008 г. Ассоциации ботанических садов России и Беларуси.

Перспективы дальнейшего развития ЦБС НАН Беларуси на ближайшую перспективу определены Концепцией комплексного развития Центрального ботанического сада НАН Беларуси на 2008–2015 годы. Концепция предусматривает сохранение преемственности в изучении биологического разнообразия природной флоры Беларуси и зарубежных флор, в разработке проблем интродукции и акклиматизации растений, научных основ и технологий рационального использования растительных ресурсов, в развитии селекционных работ, в обеспечении пополнения, надлежащего сохранения и документирования коллекционных фондов, а также их широкого использования в демонстрационных, образовательных и рекреационных целях. Реализация этих положений будет осуществляться на современной научной и инновационно-технологической основе, что должно обеспечить повышение уровня научной и научно-практической деятельности ЦБС НАН Беларуси, вхождение его в число ведущих ботанических садов мира, превращение в уникальный природно-растительный комплекс общенационального значения.

ИНТРОДУКЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

2.1. Пряно-ароматические и лекарственные растения

Одно из направлений исследований лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов ЦБС НАН Беларуси в настоящее время – интродукция, селекция, разработка отдельных приемов технологии возделывания и вопросов практического применения пряно-ароматических и лекарственных растений с целью создания сырьевой базы как основы эффективного и устойчивого развития фармацевтической, пищевой, мясомолочной и других отраслей промышленности.

Коллекционные экспозиции пряно-ароматических и лекарственных растений были созданы под руководством М. А. Кудинова в 1984 г. Непосредственное участие в ее создании принимала Л. В. Кухарева, а в закладке участка лекарственных растений – М. С. Борейша. Изучением перспективных видов пряно-ароматических растений в разное время занимались сотрудники Г. В. Пашина, В. С. Линник, Т. А. Лапко. Уход за коллекциями и проведением наблюдений в настоящее время занимаются куратор Л. В. Кухарева, научные сотрудники И. Н. Тычина, Т. К. Гавриленко, младшие научные сотрудники И. М. Савич, А. А. Кот и др.

Коллекции пряно-ароматических и лекарственных растений выделены из общей экспозиции первичной интродукции полезных растений в 1980 г. Общая площадь их – около 2 га.

Проблема интродукции ценных растений для Беларуси особенно актуальна, потому что в естественных условиях нашей страны произрастает ограниченное количество полезных растений из группы лекарственных и пряно-ароматических. И в то же время в составе отечественной и иностранных фармакопей насчитываются сотни лекарственных средств на основе растительного сырья. В мировой практике сформировалась стройная система фитотерапии, основанная на использовании опыта медицины различных народов, существующих медико-философских платформ (аллопатическая, гомеопатическая, натуропатическая, аюрведическая), современных научных достижений фитофармации и фитофармакологии. Накоплен богатый и значительный опыт применения фитопрепаратов. Препараты растительного происхождения используются при инфекционных и паразитарных заболеваниях, в онкологии, при психических и нервных расстройствах, болезнях эндокринной системы, аллергических заболеваниях, нарушениях питания и обмена веществ, болезнях кро-

ви, кроветворной системы и кроветворных органов, нарушениях иммунитета, болезнях органов дыхания, пищеварения, мочеполовой системы, кожи, костно-мышечной системы и соединительной ткани.

К настоящему времени в лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов создана коллекция пряно-ароматических и лекарственных растений, насчитывающая более 500 видов и разновидностей, относящихся к 40 семействам. Она представлена таксонами белорусской и зарубежной флоры. По семействам они распределяются следующим образом: яснотковые (*Lamiaceae*) – 62 вида; астровые (*Asteraceae*) – 43; розоцветные (*Rosaceae*) – 38; сельдерейные (*Apiaceae*) – 19; лютиковые (*Ranunculaceae*) – 14; бобовые (*Fabaceae*) – 12, а также 1–5 видов из других семейств. Формирование коллекции шло и идет в настоящее время за счет видов, привлеченных из различных флористических областей и географических регионов. Наибольшее количество их сосредоточено в странах Средиземноморья, Передней Азии, на Кавказе, Дальнем Востоке и других регионах.

Из Средиземноморья привлечено в Беларусь около 59% пряных и лекарственных растений. Это *Hyssopus officinalis* L., *Salvia officinalis* L., *Artemisia abrotanum* L., *Ammi visnaga* (L.) Lam., *Foeniculum vulgare* Mill., *Artemisia maritima* L., *Borago officinalis* L., *Melissa officinalis* L., *Lavatera thuringiaca* L., *Thymus vulgaris* L., *Salvia sclarea* L. и др. Эти виды, несмотря на свое южное происхождение, с успехом произрастают в Беларуси в открытом грунте, на открытых солнечных местах. Большинство из них проходят полный цикл развития и дают самосев.

Около 25% от общего количество интродуцентов привлечено из Европейско-Сибирского региона. Это *Artemisia austriaca* Jacq., *Tanacetum boreale* Fisch. ex DC., род *Dracocephalum* L. и др. Практически все эти виды в Беларуси проходят полный цикл развития и обладают высоким потенциалом репродукции. Исключения составляют полыни, которые отлично размножаются вегетативно, но семян почти не завязывают.

Около 15% лекарственных и пряно-ароматических видов интродуцировано из Передней Азии: *Achillea filipendulina* Lam., *Ferula assa-foetida* L., *Balsamita major* (L.) Willd. и др.

Особый интерес по разнообразию видов представляет флора Кавказа. Из этого региона интродуцированы виды рода *Nepeta* L., *Achillea* L., *Pyrethrum* Zinn., и предстоит привлечь еще ряд видов лекарственных и пряных растений, поскольку природная флора данного региона довольно богата полезными видами.

При интродукции растений в новые почвенно-климатические условия большое внимание уделялось исследованиям биологии вида, требованиям к условиям возделывания или выращивания, без чего невозможно определить уровень успешности интродукции, разработке отдельных вопросов агротехнологии с учетом разных агроклиматических зон и переработке сырья. Для достижения поставленной цели предполагалось решить следующие задачи: изучить сезонный ритм роста и развития растений, морфометрические пока-

затели и всхожесть семян местной и инорайонной репродукции, способы размножения (семенной и вегетативный), устойчивость к болезням и вредителям, возрастную и сезонную динамику накопления сырьевой массы и действующих веществ; определить оптимальные сроки уборки лекарственного сырья и долголетие жизни видов в культуре.

В настоящее время на базе сырья культивируемых в ЦБС пряно-ароматических и лекарственных растений проводятся углубленные исследования биологических и биохимических особенностей наиболее ценных из них. Ведется разработка научных основ их воспроизводства, изучение адаптационных возможностей в новых условиях, создание семенных и маточных участков, заготовка и поставка образцов сырья для биохимических исследований, а также медикам, биологам и биотехнологам для разработки лекарственных средств и пищевых добавок. Кроме того, в лаборатории ведутся селекционные исследования, что позволило из большого видового разнообразия интродуцентов выделить на основе оценки совокупности морфологических и биологических признаков, биопродуктивности, а также устойчивости к неблагоприятным факторам и технологичности возделывания разработать и получить авторские свидетельства на сорта 22 видов лекарственных и ароматических растений.

На основе пряно-ароматических растений с отраслевыми научно-производственными учреждениями концерна «Белпищепром» разработаны: ароматизированные фиточаи лечебно-профилактического назначения для всех групп населения; ароматизированные безалкогольные напитки с использованием пряно-ароматических трав; коктейли на фруктовой основе; сухие приправы и пищевые добавки; ароматизированные плодово-ягодные вина, изготавливаемые на основе яблочного сока, с использованием настоев трав в качестве ароматизаторов; ароматизированная минеральная вода; сухие приправы к мясным и рыбным блюдам; несколько композиций пряностей для колбасного производства, которые с успехом могут заменить импортные.

Лабораторией совместно с отраслевыми научно-исследовательскими учреждениями концерна «Белбиофарм» и другими учреждениями медицинского профиля исследованы и разработаны новые составы биологически активных добавок (БАД) на основе местного лекарственного сырья для профилактики заболеваний щитовидной железы, которые восполняют комплексное содержание недостающих в обычном питании биологически активных элементов в легко усвояемой форме, не оказывают побочного воздействия на организм при длительном применении, обладают доступностью по цене и конкурентноспособностью на рынке среди препаратов данного класса.

В качестве перспективных растений для производства БАДов были взяты лапчатка белая, эхинацея, многоколосник морщинистый, бадан, плоды шиповника и др. (рис. 2.1, см. цв. вклейку).

На базе генофонда ЦБС были разработаны новые лечебные формы и препараты: антиоксидативного, противоанемического, иммуномодулирующего, общеукрепляющего, гепатопротекторного, антимикробного и другого действия,

в состав которых вошли бадан толстолистный, базилик, душица, зверобой, иссоп, котовник, Melissa, мята перечная, различные виды полыни, ромашка аптечная, валериана, пиретрум бальзамический, фенхель, настойка женьшеня и др.

Проведены совместные исследования по содержанию флаволигнанов в различных морфологических группах семян расторопши пятнистой, обладающих гепатопротекторным действием. Разработан препарат седативного действия на базе сырья синюхи голубой и получен патент на него. Также проводятся исследования с лапчатками, расторопшей, пустырником и др.

Для выпуска вышеназванной продукции необходимо сырье. В хозяйствах преимущественно Брестской области, а также частично в Витебской и Минской областях были заложены маточные плантации. Всего в Беларуси непосредственно с нашим участием и нашими семенами и рассадой были заложены маточные и сырьевые плантации более чем на 800 га. Закладка сырьевых плантаций велась согласно разработанным рекомендациям «Агротехника возделывания пряно-ароматических и лекарственных растений, перспективных для использования в пищевой промышленности», примерно по 20 наиболее востребованным видам лекарственных и пряно-ароматических растений, а также по «Технологии возделывания лекарственных видам растений».

По коллекционному генофонду лекарственных и пряно-ароматических растений проводилась классификация видеобразцов по хозяйственно полезным признакам. Согласно проведенной литературной проработке [1–26], коллекционный генофонд лекарственных и пряно-ароматических растений лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов по полезным свойствам делится на следующие группы: лекарственные, пищевые, кормовые, парфюмерные, дубильные, медоносные, технические, инсектицидные, фитомелиоративные, красильные, ратицидные, ядовитые.

Наибольшим числом видов представлены группы: лекарственные (159 видов), пищевые (91 вид), медоносные (82 вида) и декоративные (108 видов). В группе лекарственных представители семейства *Lamiaceae* Lindl. составляют 24% (38 видов), *Asteraceae* Dumort – 21% (33 вида), *Apiaceae* Lindl. и *Rosaceae* Juss. по 9% (14 видов). Что касается пищевых растений то большим видовым разнообразием представлены виды семейства *Lamiaceae* Lindl. – 32% (29 видов) и *Asteraceae* Dumort – 18% (16 видов). Из медоносных самым многочисленным является также семейство *Lamiaceae* Lindl. (43%, или 35 видов), которое также занимает лидирующее положение среди декоративных интродуцентов – 27% (29 видов). Ресурсные группы ядовитых, фитомелиоративных и ратицидных растений растений малочисленны и представлены в общей сложности 22 видами, из них ядовитых – 18, фитомелиоративных – 2 и ратицидных – 2.

Лекарственные растения классифицированы по группам заболеваний: сердечно-сосудистые, эндокринной системы (щитовидная железа и сахарный диабет), органов дыхания и простудные, предстательной железы, опорно-двигательного аппарата, почек и мочевыводящих путей, системы пищеварения, иммуномодулирующие и обладающие противоопухолевой активностью.

Наибольшее число интродуцированных видов входят в состав лекарственных средств для лечения заболеваний системы пищеварения (82 вида), органов дыхания и простудных (68 видов), сердечно-сосудистой системы (39 видов). Количество видов для лечения заболеваний эндокринной системы (щитовидной и предстательной желез) малочисленно и представлено 6 и 5 видами соответственно.

Спектр использования интродуцентов семейств *Asteraceae* Dumort, *Boraginaceae* Juss., *Lamiaceae* Lindl., *Rosaceae* Juss., *Apiaceae* Lindl. наиболее широк. Среди них представители рода *Inula* L., *Arnica* L., *Atractylodes* DC (сем. *Asteraceae* Dumort), *Lithospermum* L. (сем. *Boraginaceae* Juss.), *Salvia* L., *Lavandula* L., *Stachys* L., *Thymus* L. (сем. *Lamiaceae* Lindl.), *Filipendula* Mill., *Fragaria* L. (сем. *Rosaceae* Juss.), *Angelica* L., *Foeniculum* Mill. (сем. *Apiaceae* Lindl.). Также указывается применение интродуцентов в официальной и нетрадиционной медицине.

Важнейшими результатами разработок являются созданные в лаборатории новые сорта лекарственных и пряно-ароматических растений (рис. 2.4, см. цв. вклейку). Из них сорт «Нежность» кадила сарматского, сорт «Корона» тмина обыкновенного, сорт «Заря» Melissa лекарственной, сорт «Превосходная» валерианы лекарственной и сорт «Аэлита» пижмы бальзамической. Созданные сорта характеризуются высокими показателями продуктивности и соответственно находят спрос и практическое использование в производстве.

Разработки ЦБС НАН Беларуси по лекарственным и пряно-ароматическим растениям послужили основой для создания Государственной программы «Развитие сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений» на 2001–2010 годы. Главная цель программы – обеспечить становление и дальнейшее поступательное развитие в нашей стране производства лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья и увеличить выпуск доступных для населения лечебных препаратов, пищевых добавок лечебно-профилактического назначения, растительных экстрактов для пищевой промышленности, парфюмерии и других отраслей народного хозяйства. В программу вошло более 20 заданий, которые включали исследования, связанные с интродуцированными лабораторией лекарственными и пряно-ароматическими растениями.

Pod Adonis L. – *горюцвет*. Немаловажная роль в исследованиях по разделу отведена поиску новых источников биологически активных веществ, а также кропотливой работе по созданию и сохранению генофонда лекарственных растений, что служит изначальной базой для проведения комплексных биохимических и фармакологических исследований. Необычайно важен в этой цепи исследований выбор объекта, способного в будущем стать перспективным продуцентом эффективного лекарственного средства, безопасного, доступного для производства в промышленных масштабах и конкурентоспособного на фармацевтическом рынке. В качестве объекта исследований по лекарственным растениям после предварительного изучения литературных источников

и спроса на сырье был отобран род *Adonis L.* – **горицвет**, как источник карденолидных средств, содержащий 25 индивидуальных гликозидов сердечного действия. Наибольшее количество их сосредоточено в листьях и зеленых плодах.

Род *Adonis L.* **насчитывает в мире около двух десятков видов** однолетних и многолетних растений, распространенных в умеренной зоне Европы и Азии. На территории бывшего СССР насчитывается 11 видов, из них во флоре Украины произрастает 5 видов. Однако наиболее известным и самым распространенным из всех видов этого рода является *Adonis vernalis L.* – **горицвет весенний**, препараты которого применяют при относительно легких формах хронической недостаточности кровообращения; при неврозе сердца, вегетодистонии, инфекционных болезнях, протекающих с симптомами ослабления сердечной деятельности, болезни почек. Кроме того, препараты адониса весеннего успокаивающе действуют на центральную нервную систему, понижают возбудимость двигательных центров, расширяют венечные сосуды.

Лекарственные формы горицвета – настойка (*Infusum Adonis vernalis*), экстракт сухой (*Extractum Adonis vernalis sicceum*) и др. Готовят препараты из горицвета на Борисовском заводе медицинских препаратов.

В естественных условиях Беларуси представители рода *Adonis L.* **не произрастают**. По роду *Adonis L.* – горицвет проведен сбор исходного материала для проведения исследований методом международного научного обмена и экспедиционных поездок. Особенно продуктивным оказался метод экспедиций, в результате чего было привезено 100 посадочных единиц.

Исследованы качественные показатели семян, выполненность, лабораторная и полевая всхожесть. Установлено, что как лабораторная, так и полевая всхожесть семян горицвета весеннего низкая – от 0% (лабораторная) до 15–20% (грунтовая).

С целью повышения всхожести были предприняты различные приемы обработки семян физиологически активными веществами: гибберелловой кислотой, фитостимифосом, экосилом, низкочастотным (КВЧ-излучением) и другими, способствующими переходу семян в новое физиологическое состояние и ускоряющими процесс прорастания. Заложены опыты по изучению вегетативного способа размножения горицвета весеннего путем деления материнских растений (рис. 2.3, см. цв. вклейку). Установлена довольно высокая приживаемость высаженных растений по всем вариантам опыта. Изучение жизненного цикла развития горицвета весеннего позволило сделать заключение, что вхождение растений в сенильный период в возрасте 10 и более лет не наблюдалось.

Исследования по *Adonis vernalis L.* **продолжаются и запланированы на следующие пять лет**.

Женьшень – *Panax ginseng* C. A. Mey. Несомненный интерес представляет женьшень – одно из самых популярных в мире лекарственных растений. Целебная сила его общеизвестна, однако природные запасы женьшеня сильно истощены. Латинское название женьшеня – *Panax ginseng* C. A. Mey (*Panax* – по имени Панацеи – «всеисцеляющий», дочери бога – врача *Asclepia*, *ginseng* – **китай-**

ское название корня, образованное от *jen* – человек, *chen* – корень). Это многолетнее растение из семейства Аралиевых. Продолжительность жизни исчисляется десятками лет. Размножается только семенным способом.

Первый практический опыт по выращиванию женьшеня в культуре в Беларуси относится к 1957 г. Его осуществил в Толочинском районе женьшеневод-любитель А. К. Шестаков.

Первые экспериментальные работы по изучению женьшеня начаты ЦБС НАН Беларуси в 1982 г. под руководством М. А. Кудинова, когда была заложена опытная плантация. В результате многолетних исследований по женьшеню изучены биология, особенности роста и развития, требования к почвенным условиям выращивания, световому режиму, влажности почвы и воздуха, способам защиты от вредителей и болезней, обоснованы основные приемы возделывания. По результатам работы подготовлены первые в республике научные рекомендации по возделыванию женьшеня «Разработка технологии плантационного выращивания женьшеня» (Сидорович Е. А., Кухарева Л. В., 1998). В выполнении исследований по женьшеню в разные годы принимали участие Л. Г. Бирюкова, Л. В. Кухарева, М. И. Ярошевич, Т. В. Гиль и др.

Многолетняя опытная работа ЦБС, а также многих женьшеневодов-любителей убедительно показала, что женьшень в культуре можно успешно возделывать на всей территории нашей страны с учетом требований его к основным факторам среды и что почвенно-климатические условия Беларуси вполне благоприятны для его возделывания.

На основе сырья корней женьшеня нами совместно с УП «Диалек» разработан ряд лекарственных средств различного фармакологического действия.

Под Glycyrrhiza L. – солодка. Из большого разнообразия интродуцированных ЦБС НАН Беларуси растений несомненный интерес представляют некоторые виды солодок (*Glycyrrhiza L.*), в частности солодка голая (*G. glabra L.*), солодка уральская (*G. uralensis Fisch.*) и солодка бледноцветковая (*G. pallidiflora Max.*). Солодковый корень и экстракт из него используются в 20 отраслях промышленности [27, 28]. Прежде всего это источник ряда важных лечебных препаратов. В медицинской практике солодковый корень применяется с глубокой древности и еще за 2800 лет до нашей эры был включен в китайские травники. В медицине Индии, Китая, Вьетнама корень солодки и его препараты широко используются и в настоящее время для лечения легочных заболеваний (бронхита, коклюша, туберкулеза, астмы), заболеваний почек, желчного пузыря. С успехом применяется он и при лечении язвенной болезни желудка. Препараты из корней солодки прописываются внутрь как противоядие при отравлении мясом и грибами, как противовоспалительное при инфекционных заболеваниях. Солодка, по мнению китайских врачей, омолаживает и укрепляет организм [29].

В солодке найдены вещества дезоксикортизоноподобного, противоопухолевого, противовоспалительного действия. В Харьковском научно-исследовательском химико-фармацевтическом институте получены препараты Ликви-

ритон и Флакарбин для лечения язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, а также Халкорин для лечения заболеваний печени [29]. В Научно-исследовательском институте лекарственных растений (Москва) изучено действие халконов корней солодки на ряд патогенных микроорганизмов (стафилококк, туберкулезные микобактерии, кишечная палочка и др.), установлены антипротозойные и противовирусные свойства глицирретината (натриевой соли глицирретиновой кислоты, полученной из солодки голой). Степень и характер антимикробного действия экстрактов из подземной и надземной частей растения почти одинаковы [30]. Большой интерес вызывает также эстрогенное и антиэстрогенное действие отдельных извлечений из экстракта солодкового корня.

Кроме лекарственного назначения солодки применяются в различных отраслях промышленности: табачной, пищевой, металлургической, горнообогатительной. В табачной промышленности это растение используется для придания приятного вкуса жевательному табаку. Как пенящее средство экстракт солодки используется в пищевой и ликеро-водочной промышленности, в производстве пива, квасов, газированных напитков, ликеро-наливочных и некоторых видов кондитерских изделий, а также для заправки огнетушителей [31].

В ЦБС НАН Беларуси собран весь генофонд рода солодка. В качестве наиболее перспективных видов выделены: солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.) (рис. 2.4, см. цв. вклейку), с. уральская (*G. uralensis* Fisch.) и с. бледноцветковая (*G. pallidiflora* Max.). Исследованиями по интродукции и изучению представителей рода *Glycyrrhiza* занималась Л. В. Кухарева под руководством Н. В. Смольского в 1968–1972 гг. [32].

На первом этапе исследований большое внимание нами уделялось изучению биологии семян, так как у солодок они труднопрорастаемые. Начиная с первого года выращивания изучалась динамика роста и формирования надземных и подземных органов, а со второго года – динамика накопления биологически активных веществ. Кроме того, исследовалась биология цветения и плодоношения солодок, разрабатывались основные приемы агротехники [33, 34].

Изучение динамики накопления глицирризиновой кислоты (основное действующее вещество) в подземных органах солодок показало, что содержание ее на втором году жизни у солодки уральской составляет 3%, у солодки голой – 6%. С возрастом содержание указанной кислоты увеличивается, на третьем году жизни максимальное количество ее в фазе вегетации (начало разворачивания листьев) в корнях у с. голой – 7,5%, в корневищах – 9,6% и почти не отличается от с. уральской, где содержание ее в корнях 7,3%, в корневищах – 9,5%. На четвертом году жизни повышенное содержание глицирризиновой кислоты приходится на фазу бутонизации у солодки голой (в корнях – 10,9%, в корневищах – 11,2%), у с. уральской – соответственно 12,6 и 13,2%. В последующие годы содержание данной кислоты у всех исследуемых видов солодок несколько снижается [35].

Зеленая масса солодок богата питательными веществами. Содержание протеина в ней в ранних фазах развития (начало вегетации и бутонизации)

составляет у солодки голой 21,5%, у солодки уральской – 21,25%, у солодки бледноцветковой – 17,56%.

Результаты сравнительного изучения глицирризинсодержащих солодок голой и уральской показали, что более перспективна для интродукции в почвенно-климатических условиях Беларуси солодка уральская. Она пригодна для культивирования во всех агроклиматических областях республики. Солодку голую можно рекомендовать только для южной части страны, так как в более северных районах семена ее не вызревают. Солодку бледноцветковую (из секции не содержащих глицирризин) следует культивировать во всех агроклиматических областях Беларуси в качестве кормового растения, дающего более 800 ц/га сырой надземной массы, богатой протеином и другими питательными веществами. Корни ее содержат очень важные биологически активные вещества тритерпеновой группы и могут быть использованы в фармацевтической промышленности. Культура солодок голой и уральской представляет интерес на засоленных почвах в районе Солигорского калийного комбината.

Род Лук – Allium L. Одним из мероприятий, способствующих снабжению населения продуктами питания, является расширение ассортимента овощных культур. Среди овощных культур одно из первых мест принадлежит луку. Род Лук (*Allium*) объединяет свыше 400 видов, широко распространенных в странах Средиземноморья, Передней и Средней Азии, в пустынных и горных областях. Многие виды лука – ценные пищевые растения. В них содержится до 4,5% белка, до 5% и более углеводов, до 1,14% минеральных солей, имеется также провитамин А, витамины В₁, В₂, С, РР, фитонциды и другие вещества. Потребление лука повышает аппетит, увеличивает выделение желудочного сока, улучшает деятельность печени и желчного пузыря. Съедобными являются как подземные части растения – луковицы, так и надземные – листья (перо), которые употребляются в свежем, квашеном или соленом виде, как приправа к различным блюдам, добавляются в маринады, соленья, консервы, колбасы и т. д.

В ЦБС НАН Беларуси под руководством Е. В. Ивановой с участием Г. В. Пашиной и Л. В. Кухаревой была создана коллекция ряда ценных пищевых видов лука, таких как лук афлатунский (1957 г.) – *Allium aflatunense* В. Fedtsch, алтайский (1957 г.) – *A. altaicum* Pall., голубой (1979 г.) – *A. caeruleum* Pall., Христофа (1982 г.) – *A. christofii* Trautv., батун (1957 г.) – *A. fistulosum* L., желтый (1981 г.) – *A. flavum* L., молочноцветковый (1969 г.) – *A. galanthum* Kar. et Kir., каратавский (1971 г.) – *A. karataviense* Regel, Ледебур (1979 г.) – *A. ledebouriana* Schult. et Schult. fil., понижающий, слизун (1957 г.) – *A. nutans* L., охотский (1977 г.) – *A. ochotense* Prokh., душистый (1964 г.) – *A. odorum* L., порей (1961 г.) – *A. porrum* L., многоярусный (1971 г.) – *A. proliferum* (Moench) Schrad. ex Willd., скорода (резанец, шнитт-лук) (1964 г.) – *A. schoenoprasum* L., медвежий (черемша) (1976 г.) – *A. ursinum* L. [6]. По указанным видам лука изучены особенности роста и развития, репродукционные возможности, хозяйственно полез-

ные свойства. В дополнение к традиционному луку репчатому для получения зеленого пера предлагается новый вид лука – лук понижающий, или слизун (рис. 2.7, см. цв. вклейку). Особенностью этого лука является прежде всего многолетность (использование плантации возможно в течение 4–5 лет), раннее отрастание и хорошая отавность, обеспечивающие 3–4 срезки пера за вегетационный период. Его отличает высокая морозоустойчивость и холодостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, высокое содержание биологически активных веществ. Для него характерно наличие значительного количества солей калия и микроэлементов, особенно железа, поэтому потребление лука слизуна полезно людям, страдающим малокровием. Для пищевых и кулинарных целей перо этого лука используется так же, как и перо лука репчатого. Он обладает меньшей остротой, чем лук репчатый, относится к лукам салатного назначения. Служит приправой к мясным и рыбным блюдам.

На базе популяций лука понижающего, выращиваемых в ЦБС НАН Беларуси, создан высокоурожайный сорт лука Ботанический [36]. Согласно проведенным учетам, лук понижающий (слизун) при трехкратном скашивании дает до 690 ц/га зеленой массы (пера). Семенная продуктивность этого сорта лука достигает 6 ц/га.

2.2. Редкие и исчезающие виды растений флоры Беларуси

Изучение биологического разнообразия редких и исчезающих видов природной флоры Беларуси, обоснование приемов их репродукции, направлены на разработку научных основ сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия, что составляет одну из актуальнейших экологических проблем современности. Актуальность этого направления работ также вытекает из обязательств, принятых Республикой Беларусь в связи с подписанием Конвенции по биологическому разнообразию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), а также задач, изложенных в Национальной стратегии и плане действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь (1997 г.).

В ЦБС НАН Беларуси разработка научных основ охраны редких видов природной флоры проводится с 1976 г., сначала в рамках природоохранной тематики лаборатории экологии и охраны природы при биоценологических исследованиях природных комплексов Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника, Налибокской пуши, а затем с 1983 г. в тематическом плане лаборатории мобилизации растительных ресурсов (биоразнообразия растительных ресурсов) (ответственный исполнитель И. В. Лознухо). Непосредственное участие в создании в ЦБС НАН Беларуси коллекции редких растений принимали А. В. Бойко, А. Б. Моисеева под руководством Н. В. Смольского.

Естественная флора Беларуси отличается невысоким биоразнообразием видов травянистых растений, и отдельные из них, состояние которых вызывает серьезные опасения за их дальнейшее сохранение на территории респуб-

лики, включены Красную книгу Республики Беларусь. Согласно 3-му изданию Красной книги (2005 г.), список редких и исчезающих видов растений включает 173 таксона сосудистых растений: 3 – из отдела плаунообразные – *Lycopodiophyta*, 1 – отдела хвощеобразные – *Equisetophyta*, 7 – отдела папоротникообразные – *Polypodiophyta*, 1 – отдела голосеменные – *Gymnospermae* (*Pinophyta*), 161 – отдела покрытосеменные (цветковые) – *Angiospermae* (*Magnoliophyta*) [37]. Особенно резко сокращается численность видов лекарственных и декоративных растений под воздействием различных антропогенных факторов. Занесение вида в Красную книгу – лишь первый этап в длительном и сложном процессе по его сохранению в составе растительного покрова. Не менее важны специальные меры не только по сохранению в естественных ценозах, но и целенаправленное разведение их в культуре – наиболее надежный способ сохранения *ex situ*, поскольку это мероприятие будет способствовать созданию резервных фондов растений и даст возможность реинтродукции их в естественные ценозы. Основные задачи охраны редких и исчезающих растений: изучение и анализ географических и экологических условий обитания вида, выделение из общего списка видов наиболее ценных, создание коллекционного генофонда редких и исчезающих видов флоры Беларуси и банка семян, детальное изучение биологии и экологии исчезающих видов в условиях культуры и сравнение искусственных условий с условиями в естественных местах произрастания.

Генофонд редких и исчезающих растений природной флоры Беларуси в коллекции лаборатории насчитывает 109 видов, относящихся к 89 родам и 41 семейству. В 2010 г. численность его увеличилась на 14 видов. Проведена реконструкция и заложена новая экспозиция водных и прибрежных охраняемых растений в условиях ЦБС НАН Беларуси (рис. 2.6, см. цв. вклейку).

Обоснованы адаптационные возможности редких и охраняемых растений в условиях культуры. Из 109 видов 74 (67,9%) оценены как высокоустойчивые в культуре, проходят полный цикл развития, цветут и плодоносят; у 8 видов (7,3%) семена завязались, но не вызрели, 27 видов (24,8%) находятся в вегетативном состоянии – отдельные растения цветут, но не плодоносят.

Дана оценка редких и охраняемых видов коллекции ЦБС НАН Беларуси по категориям уязвимости, приведены экосистемы естественных мест произрастания (леса, луга, болота, реки, озера) и численность видового состава в культуре и природе. Изучены репродуктивные способности и способы размножения наиболее уязвимых видов редких и исчезающих растений коллекции ЦБС НАН Беларуси в условиях культивирования. Приведена перспектива использования редких и охраняемых растений в народнохозяйственном комплексе и медицине (рис. 2.7, см. цв. вклейку).

Создание и содержание коллекции живых растений охраняемых видов флоры Беларуси и обоснование приемов их репродукции обеспечивает практическую реализацию одной из основных экологических задач, входящих в компетенцию ботанических садов, по сохранению редких и (охраняемых)

растений. Выполнение работ по содержанию коллекции редких (охраняемых) растений флоры Беларуси, изучению их биологии и репродуктивной способности, а также формирование семенного фонда этих растений и выращивание их рассады в качестве страховых фондов, – один из возможных методов сохранения исчезающих видов, увеличения их численности и соответственно расширения культивируемого ареала. Введение в культуру охраняемых видов, имеющих практическое значение (лекарственные, пищевые, декоративные), позволяет существенно снизить антропогенное давление на их природные популяции, а следовательно, является эффективным методом сохранения охраняемых видов в естественных ценозах. Сформированный в ЦБС НАН Беларуси коллекционный генофонд редких и находящихся под угрозой исчезновения растений природной флоры Беларуси – единственный в республике центр по изучению и сохранению биоразнообразия *ex situ* и важнейший экологический объект пропаганды и популяризации знаний о растительном мире, проведения экскурсионного обслуживания гостей и посетителей ЦБС НАН Беларуси, эколого-просветительной, эколого-образовательной и эколого-воспитательной работы среди молодежи и подрастающего поколения, а также для населения в целом.

2.3. Кормовые растения

С учетом задач кормопроизводства республики по снижению себестоимости кормов и, соответственно, повышению конкурентоспособности животноводческой продукции ведется целенаправленная работа по расширению ассортимента кормовых культур за счет привлечения из природной флоры новых высокоурожайных, высокобелковых видов и форм.

Работа начата в 1960–70-е гг. под руководством А. К. Чурилова. За последние годы в лаборатории привлечено и испытано более 60 видов, главным образом крупнотравных растений. По всем видам изучен биоэкологический потенциал, обоснована успешность и составлен прогноз интродукции новых растений в почвенно-климатические условия Беларуси. Изучены биологические особенности, продуктивность и их адаптационные возможности. Основными видами для пополнения ассортимента возделываемых кормовых культур определены представители семейств *Fabaceae*, *Amarantaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae* и др. Из них в число наиболее перспективных по комплексу биоморфологических, биохимических и хозяйственно полезных признаков выделены галега восточная и амарант. Эти виды характеризуются высокой устойчивостью в интродукции, по комплексу хозяйственно ценных признаков и кормовой ценности, себестоимости кормов они превосходят традиционные кормовые культуры клевер и кукурузу.

Галега восточная (*Galega orientalis* Lam.) – один из немногих представителей семейства *Fabaceae*. Исследованиями галеги восточной занимались М. С. Борейша, М. И. Ярошевич, Н. Н. Вечер, С. Е. Лобан. В условиях ин-

продукции *G. orientalis* Lam. Галега восточная обладает высокими адаптационными способностями, устойчивостью в ценозах (6–8 лет), высокими показателями хозяйственно ценных признаков (фитопродуктивность – 10–14 т/га сухого вещества, выход сырого протеина – 1,8–2,4 т/га, семенная продуктивность – 2–4 ц/га), ранним отрастанием весной и продолжительностью вегетации осенью, устойчивостью к болезням и вредителям, зимостойкостью и морозостойкостью, высокими кормовыми качествами, хорошей поедаемостью фитомассы и приготовленных кормов, многолетностью использования. Кроме того, является хорошим предшественником, положительно влияет на плодородие почвы, обогащает ее органическими веществами и азотом, улучшает структуру и физические свойства почвы, препятствует развитию водной и ветровой эрозии, очищает почву от сорняков, возбудителей болезней и вредителей. Хороший медонос.

Впервые в Беларуси дана оценка устойчивости интродукента в культурном ценозе. В условиях многолетнего эксперимента изучена устойчивость галеги в сложном ценозе с *Festuca pratensis* Huds. и *Dactylis glomerata* L., установлена высокая фитопродуктивность в течение 5–6 лет (10–11 т/га с. в.) с двумя полноценными укосами. Доля фитомассы галеги в структуре таких ценозов составляет 49–60% в первом укосе и 57–70% во втором. Галега отличалась ранними сроками отрастания, высокой интенсивностью роста и более ранним наступлением укосной спелости. Проведена оценка галеги в биологическом круговороте элементов питания, рассчитаны абсолютные и относительные показатели хозяйственного выноса основных элементов. С 1 га моноценоза галеги восточной с используемой частью фитомассы отчуждается азота до 333 кг, P_2O_5 – до 125 и K_2O – до 268 кг. В расчете на 10 ц фитомассы эти значения составляли по азоту до 25 кг, P_2O_5 – до 10 и K_2O – до 25 кг.

G. orientalis Lam. – высокотехнологичная культура, хорошо отзывается на плодородие почвы и культуру земледелия. Ее возделывание не требует специальных механизмов и успешно осуществляется комплексом машин, применяемых в агротехнике традиционных многолетних бобовых кормовых трав. По итогам многолетних исследований совместно с отраслевыми институтами подготовлены и предложены производству первые в республике рекомендации возделывания галеги восточной, одобренные научно-техническим советом отраслевого органа государственного управления. В рекомендациях отражены требования галеги восточной к условиям произрастания, удобрениям, оптимальные сроки, способы и нормы высева семян, особенности ухода за посевами в первый и последующие годы жизни, обоснованы сроки, способы уборки фитомассы и семян, а также предложена технологическая схема возделывания на корм и семена. В 1991 г. издана брошюра «Галега восточная – перспективная кормовая культура» (авторы Ярошевич М. И., Кухарева Л. В., Борейша М. С.) [38].

Амарант – *Amarantus caudatus* L. – обширный род, включающий более 55 видов. Коллекционный питомник рода Амарант создан под руководством

М. И. Ярошевича, непосредственное участие в создании, поддержании и расширении коллекции принимал, а в настоящее время самостоятельно проводит исследования С. Е. Лобан. Из родового комплекса интродуцированная оценка в ЦБС проведена по 30 видам. По комплексу биоэкологических показателей, продуктивности, урожайности зеленой массы и семян, содержанию белка в качестве наиболее перспективного выделен *Amarantus caudatus* L.

Прошлое и настоящее амаранта дают основание считать его культурой комплексного использования. За высокую народнохозяйственную ценность, продуктивность и адаптационные возможности эксперты Продовольственной комиссии ООН (ФАО) признали амарант важнейшей культурой XXI века. В исследованиях установлено, что зеленая масса амаранта в расчете на сухое вещество содержит 16–20% белка. Именно высокое содержание белка, дефицит которого ощущается практически во всех странах, заставил специалистов обратить внимание на эту культуру. В 100 кг зеленой массы в зависимости от фазы развития содержится 13–22 кормовые единицы. На каждую кормовую единицу приходится 140–200 г протеина. Урожай зеленой массы повсеместно превышает урожай кукурузы и составляет в среднем 50–80 т/га, что позволяет собирать с каждого гектара посевов 9–13 т кормовых единиц и до 2 т переваримого протеина. По содержанию незаменимой аминокислоты – лизина – белок амаранта приравнивается к питательной ценности молока, что в 2–2,5 раза превышает содержание этой аминокислоты в зеленой массе и зерне кукурузы.

Амарант – новая для условий республики, пока мало изученная культура. История изучения и внедрения в производство амаранта в последние годы показывают, что после многовекового забвения амарант получает новое распространение. Кроме Американского континента его возделывают в Африке, Азии, Индокитае, Европе и других частях света. Возрождение этой культуры в последние годы обязано многочисленным исследованиям, в которых показаны высокие пищевая и кормовая ценность, а также лечебные свойства амарантового масла, получаемого из семян культуры. Производство такого масла уже организовано и ведется в ряде коммерческих фирм Российской Федерации. С целью широкого производственного испытания и внедрения в производство новой культуры амаранта нами подготовлены первые в Беларуси рекомендации по агротехнике его возделывания. В рекомендациях излагаются биологические особенности и хозяйственная ценность амаранта, его требования к условиям произрастания и удобрению, место в севообороте и подготовка почвы, особенности сева и ухода, уборка зеленой массы и семенных участков [39–42].

В последние годы вопросы изучения и совершенствования технологии возделывания амаранта в нашей стране ведутся в Институте земледелия и селекции НАН Беларуси.

Наряду с интродукционными исследованиями и отработкой основных приемов возделывания амаранта велась большая многолетняя работа по селекции перспективного видообразца амаранта. Итогом этой работы стало создание первого в республике сорта амаранта Рубин, который районирован

с 2002 г. Созданы также еще три сорта амаранта: Жемчужинка, Прелюдия и Чародей, районированные с 2008 г. (рис. 2.10, см. цв. вклейку).

Род Клевер – Trifolium L. Исследованием биоэкологического потенциала, интродукцией, изучением биологии и отбором наиболее перспективных видов клевера по хозяйственно полезным признакам занималась Л. В. Кухарева.

В природных условиях на территориях стран СНГ встречается 65 видов клевера, однако в культуре известно до настоящего времени только три: клевер красный или луговой (*Trifolium pratense L.*), клевер розовый (*T. hybridum*) и клевер белый, или ползучий (*T. repens L.*).

Всего на экспериментальном участке ЦБС НАН Беларуси прошли первичную интродукционную проверку и изучались 55 видов (157 видообразов) рода Клевер. В условиях интродукции изучен биоэкологический потенциал, выявлены наиболее ценные виды, прослежен характер реакции растений на новые условия среды, исследованы особенности роста и развития надземных и подземных органов, проведен учет урожайности надземной массы и семян, разработаны элементы агротехники возделывания новых видов клевера с целью внедрения их в кормопроизводство республики. По комплексу хозяйственно полезных признаков выделены 9 видов: клевер сходный (*T. ambiguum M. B.*), клевер земляничный (*T. fragiferum L.*), клевер седоватый (*T. canescens Willd.*), клевер кавказский (*T. caucasicum Tausch.*), клевер бледно-желтый (*T. ochroleucum Huds.*), клевер средний (*T. medium L.*), клевер альпийский (*T. alpestre*), клевер красноватый (*T. rubens L.*), клевер паннонский (*T. pannonicum Jacq.*).

Наиболее детально изучены пять видов, обладающих рядом преимуществ перед широко возделываемым в республике клевером красным, или луговым (*Trifolium pratense L.*). Это клевера кавказский, паннонский, седоватый, красноватый и сходный. Указанные виды клеверов отличаются многолетностью. Клевер красный, к примеру, на одном месте можно возделывать два, максимум три года, а клевера кавказский, паннонский, седоватый – до 10 лет и более, клевер красноватый – четыре-пять лет.

Культивируемый в настоящее время в хозяйствах республики клевер красный требует для возделывания почв высокого плодородия. Отобранные же нами виды хорошо растут и развиваются на легких супесях среднего плодородия. При этом высота стеблей у них составляет 60–70 см, стебли прямостоячие, слабоветвистые, урожайность надземной массы – 300–450 ц/га за один укос. У клевера красного в этих условиях высота надземных побегов достигает 56 см, при урожайности надземной массы 132 ц/га. Листья клевера красного очень рано желтеют и опадают. Например, у проростков, находящихся в стадии четырех настоящих листьев (возраст 1,5 мес.) два нижних листа уже опадают. У клеверов кавказского, паннонского и сходного заметного побурения и опадания листьев не наблюдается и в фазе плодоношения.

При интродукции определенного вида в новые условия большое и решающее значение имеет семяношение интродуцентов. Завязываемость плодов клевера красного достигает 61,7% и существенным образом зависит от по-

годных условий. В годы с прохладным дождливым вегетационным периодом она резко снижается. Клевера кавказский и паннонский, напротив, отличаются высоким процентом завязываемости плодов (75,2–78,5%) при любых погодных условиях.

Клевер красный в культуре сильно поражается грибковыми болезнями и корневой гнилью. Согласно исследованиям, проведенным в лаборатории низших растений Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, у исследуемых нами видов не было обнаружено заболеваний, свойственных клеверу красному [43].

Наиболее перспективные образцы клевера паннонского и клевера красноватого согласно договору о сотрудничестве были переданы в селекционный центр Института земледелия для доработки на предмет получения сорта.

Род Астрагал – Astragalus L. Несомненный интерес для интродукции и использования в кормопроизводстве из семейства бобовых представляет род Астрагал (*Astragalus L.*). Кроме того, род Астрагал включает значительное число ценных лекарственных растений. В народной и тибетской медицине астрагалы издавна используются в качестве сердечно-сосудистых, диуретических, потогонных, желчегонных, общеукрепляющих и антимикробных средств. Кроме того, они широко применяются для лечения диабета, рака, гастроэнтеритов и некоторых заболеваний печени, почек, селезенки. Большое внимание исследователей привлекают флавоноиды астрагалов, проявляющие Р-витаминную активность и обуславливающие гипополипидемическое и гипотензивное действие [44]. Интересны астрагалы как перспективные кормовые растения, сочетающие долголетие в агроценозах, высокую урожайность, значительную устойчивость к болезням и вредителям [45, 46].

Согласно С. К. Черепанову [47], флора стран СНГ насчитывает 988 видов астрагалов. Средняя Азия – основной очаг формирования этого своеобразного полиморфного рода. Из 600 видов обитающих там астрагалов около 350 являются эндемиками. Среди астрагалов имеются виды, обладающие высокой засухоустойчивостью, и представляющие интерес для испытания в качестве закрепителей крутых склонов с почвами, богатыми известью, а также песчаных, и для создания сухих пастбищ для овец.

Исследования по интродукции, изучению биологии и адаптации к новым условиям, а также определению систематической принадлежности астрагалов велись Л. В. Кухаревой (с 1975 г.). Всего лабораторией было интродуцировано 157 видов рода Астрагал.

Изучены морфологические особенности отдельных видов астрагалов в условиях интродукции. Выявлено, что введение культуры оказывает положительное влияние на рост и развитие растений: увеличивается количество побегов в кусте и их размеры, а также размеры листьев, и это несмотря на то что экспериментальные посевы в ЦБС размещали на песчаных почвах низкого плодородия. Интродуцированные виды отличались высокой морозо- и холодостойкостью. Отмирание надземных побегов отмечено у астрагалов в октяб-

ре–ноябре. Первые заморозки и даже первый снег незначительно повреждают зеленую массу посевов.

Исследования режима и долговечности эксплуатации плантации показали, что колебание урожайности зеленой массы в зависимости от возраста растений незначительно, и как на втором, так и на третьем году вегетации достигает 350 ц/га за два укоса.

Известно, что представители семейства бобовых находятся в тесных симбиотических связях с клубеньковыми бактериями и от наличия определенных штаммов бактерий зависит продуктивность растений. С этой целью проводили бактеризацию семян астрагалов штаммами *Rhizobium meliloti* 1511 и *Rhizobium trifolii* 1222. Исследованиями установлено, что симбиотическая активность клубеньковых бактерий определенного штамма строго избирательна и обработка ризоторфином вышеназванных штаммов положительных результатов не дала. Существенных различий в росте и развитии между контрольными и обработанными растениями не наблюдалось.

Исследованиями установлено, что астрагалы размножаются семенами. Однако семенное размножение сдерживается из-за наличия среди них большого количества «твердых», или «твердокаменных» семян. Отработаны механические и химические способы воздействия (скарификация), позволяющие получать стопроцентную всхожесть семян.

Таким образом, введение астрагалов в широкое производство будет способствовать увеличению ассортимента лекарственных средств лечебно-профилактического назначения, а также укреплению кормовой базы, в том числе в создании сухих пастбищ.

2.4. Биоэнергетические растения

Проблема энергообеспечения при возрастающем энергопотреблении становится главной задачей для мирового сообщества в XXI в. Устойчивая тенденция роста потребления и прогнозируемая исчерпаемость углеводородного сырья, нарастание негативных экологических проблем, вызванных возрастающими выбросами в атмосферу вредных веществ от углеводородного сырья, сформировали в международном сообществе мнение о необходимости перехода от использования ископаемых источников энергии к альтернативным – возобновляемым.

В числе многих причин, пробудивших в мировом сообществе интерес к использованию возобновляемых источников энергии, следует отметить обострение в глобальном масштабе ситуации вокруг добычи углеводородного сырья и доставки его потребителям. Кроме того, в число важнейших причин, оказавших влияние на развитие биоэнергетики, входят рост цен на нефтегазовые ресурсы и стремление ряда государств уйти от нефтегазовой зависимости. Время дешевой нефти уходит в прошлое, и в этих условиях растет стремление государств к повышению уровня энергетической безопасности, а значит, и государственной независимости. Это побудило промышленно развитые го-

сударства к разработке и реализации национальных программ (проектов) развития биоэнергетики.

Развитие биоэнергетики предполагает использование в качестве сырья главным образом биомассы растений как биологически возобновляемого ресурса. В последние годы активно ведутся работы по созданию новых и совершенствованию ранее разработанных промышленных технологий переработки растительной массы в твердое, жидкое и газообразное топливо, альтернативное топливу из угля, нефти и газа. В мире существенно увеличивается спрос на биотопливо, ведутся активные работы по развитию альтернативной энергетики, основанной на возобновляемых источниках энергии. К настоящему времени уже накоплен значительный положительный опыт использования биомассы растений в производстве различных видов биотоплива в таких странах, как Бразилия, США, Швеция, Германия, Нидерланды. Согласно прогнозам ряда авторов, доля возобновляемых источников энергии в ближайшие 20–30 лет будет постоянно возрастать [48].

Республика Беларусь, не обладая достаточными природными запасами ископаемых источников углеводородного сырья, не может оставаться в стороне от производства возобновляемых источников энергии. В программных документах и мероприятиях по обеспечению энергетической безопасности нашей страны, утвержденных Главой государства и Правительством Республики Беларусь, определены конкретные показатели вовлечения в энергетический баланс местных и возобновляемых энергоресурсов [49, 50]. Обеспечение должного уровня энергетической безопасности Республики Беларусь предполагает наряду с импортом углеводородного сырья создание собственного топливно-энергетического цикла, основанного на возобновляемых видах биотоплива.

Как показывают оценки специалистов в области биоэнергетики, Республика Беларусь, обладая большими площадями земельных ресурсов, благоприятными почвенно-климатическими условиями, эффективно развитыми сельским хозяйством и промышленностью, высоким уровнем образования и науки, может успешно развивать биоэнергетику, основанную на растительной биомассе. На данном этапе, наряду с совершенствованием технологии получения из растительной биомассы различных видов биотоплива (твердое, жидкое, газообразное), актуальной задачей является поиск перспективных энергоинтенсивных культур, обеспечивающих высокий выход биомассы и ее невысокую себестоимость.

В качестве возобновляемых энергоресурсов для производства биотоплива во многих странах используют сырье (урожай) традиционных продовольственных культур – сахарный тростник, кукурузу, пшеницу, сахарную свеклу, сою, сорго и др. Однако в условиях нарастающего мирового продовольственного кризиса использование урожая продовольственных культур в качестве энергоресурсов для производства биотоплива мировым сообществом признано неоправданным.

Как свидетельствуют оценки ряда ученых, а также аналитиков и экспертов национальных и международных биоэнергетических союзов и агентств по возобновляемым источникам энергии [48, 51–54], для развития производства

и рынка топлива из возобновляемого сырья (биомасса растений) производство должно больше полагаться на энергоинтенсивные, с большим выходом биомассы растения, чем на традиционные продовольственные культуры. Ученые многих стран занимаются поиском и привлечением из мировой флоры, а также выведением новых энергоинтенсивных биоэнергетических растений. В природной флоре и культуре известно более ста многолетних и однолетних растений, используемых в качестве энергетических. Нами для подбора травянистых растений с целью использования их в качестве источников местного возобновляемого сырья для развития биоэнергетики, принимая во внимание литературные данные и производственный опыт, составлен перечень показателей хозяйственно ценных свойств и признаков, отражающих продуктивность этих растений и перспективы их использования в почвенно-климатических условиях республики для указанных целей.

Для подбора биоэнергетических растений, перспективных для почвенно-климатических условий Беларуси, проведен анализ научных исследований мировой флоры, интродукции и акклиматизации растений ботаническими учреждениями стран ближнего и дальнего зарубежья. Изучен по литературным источникам практический опыт ряда стран и предложения научных учреждений по использованию биомассы растений для производства биотоплива. Кроме того, проведена оценка большого ряда растений, используемых в качестве местных возобновляемых ресурсов в других странах и регионах.

В ЦБС НАН Беларуси с 2007 г. М. И. Ярошевичем года начаты специальные исследования по формированию коллекции биоэнергетических растений, которые могут служить возобновляемым источником сырья для производства биотоплива. Этими работами положено начало развитию в ЦБС нового направления по интродукции и использованию в топливно-энергетическом комплексе республики новых биоэнергетических растений. Главная задача данных исследований – привлечение из мировой флоры перспективных для нашей страны биоэнергетических растений, обладающих высокими адаптационными возможностями в почвенно-климатических условиях Беларуси, обоснование агротехники их возделывания. Эти исследования позволят обогатить культурную флору республики новыми биоэнергетическими растениями и создать научные основы формирования в растениеводстве нового направления – производства возобновляемого растительного сырья для развития биоэнергетики. На данном этапе изучаются такие высокопродуктивные растения, как топинамбур, мискантус тростниковидный, горец Вейриха, сальфия пронзеннолистная (рис. 2.9, см. цв. вклейку).

По упомянутым видам ведутся системные исследования, включающие изучение ботанико-морфологических характеристик, особенностей роста и развития, продуктивности и урожайности, содержания сухого вещества, приемов возделывания, экологии, репродуктивной способности, многолетности использования в культуре, устойчивости к неблагоприятным погодным условиям, адаптационных возможностей, технологичности возделывания, требований к плодородию почв и др.

**ГЕНОФОНД ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ
ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ:
СОСТАВ, ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

3.1. Состав генофонда

Коллекции цветочно-декоративных растений ЦБС НАН Беларуси практически всегда занимали лидирующие позиции в составе генофонда сада. История их формирования достаточно подробно изложена в более ранних работах [1]. Ниже приводятся сведения об изменениях, которые произошли в составе коллекций за последние 5–10 лет, направлениях и результатах их изучения.

В настоящее время основной генофонд цветочно-декоративных растений открытого грунта сосредоточен в лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений. По состоянию на 1.12.2011 г. он включает вместе с коллекцией хризантемы индийской 4935 видов и сортов (табл. 3.1), что составляет почти половину всего генофонда ЦБС НАН Беларуси [2]. В его составе 18 ботанических коллекций, в том числе травянистых – 15, кустарниковых – 2, лиан – 1. По сравнению с 2002 г. объем аналогичного по составу генофонда лаборатории увеличился почти на 1100 таксонов [1], при этом новые поступления составили более 1300 таксонов.

Таблица 3.1. Количественный состав коллекций лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений (по состоянию на 1.12. 2011 г.)

Наименование культуры	Количество таксонов, шт.	
	общее	в питомнике
Георгина (<i>Dahlia Cav.</i>)	214	–
Гиацинт (<i>Hyacinthus L.</i>)	84	3
Гладиолус (<i>Gladiolus L.</i>)	420	100
Ирис (<i>Iris L.</i>)	269	70
Клематисы (<i>Clematis L.</i>)	125	52
Лилейники (<i>Heremacallis L.</i>)	117	11
Лилия (<i>Lilium L.</i>)	371	62
Мелколуковичные	189	33
Многолетники (<i>Perennials</i>)	620	21
Нарцисс (<i>Narcissus L.</i>)	415	7
Однолетники (<i>Annuals</i>)	670	–
Пионы (<i>Paeonia L.</i>)	320	22
Тюльпан (<i>Tulipa L.</i>)	497	44

Наименование культуры	Количество таксонов, шт.	
	общее	в питомнике
Флокс (<i>Phlox</i> L.)	65	30
Хризантема индийская (<i>Chrysanthemum × indicum</i> L.)	84	–
Хризантема корейская (<i>Chrysanthemum × koreanum</i> Nakai)	101	26
Рододендрон (<i>Rhododendron</i>)	87	8
Роза (<i>Rosa</i> L.)	287	–
Всего	4935	489

Коллекции включают представителей двух отделов: папоротниковидных и покрытосеменных. Папоротниковидных насчитывается 11 видов и форм, что составляет лишь 0,02% от всего генофонда растений.

Самые крупные семейства располагаются в порядке убывания количества видов следующим образом: *Asteraceae* (51 род, 89 видов), *Lamiaceae* (19 родов, 28 видов), *Ranunculaceae* (11 родов, 24 вида), *Rosaceae* (8 родов, 19 видов), *Primulaceae* (3 рода, 19 видов). По численности сортов лидируют семейства *Liliaceae* (5 родов и 823 сорта) и *Amaryllidaceae* (соответственно 4 и 375).

В коллекциях сохраняются 60 видов редких и исчезающих растений евроазиатской флоры разных категорий уязвимости (от 1 до 4), включенных в Красные книги Беларуси, Украины, России, Грузии, Польши, в том числе:

виды 1-й категории: *Primula juliae* Kusn., *Paeonia peregrine* Mill., *Lilium monodelphum* Regel (рис. 3.1, см. цв. вклейку), *Scilla scilloides* (Lindl.) Druce;

виды 2-й категории: *Juno bucharica* (Foster) Vved. (рис. 3.2, см. цв. вклейку), *Galanthus elwesii* Hook., *Iris prilipkoana* Kem. Nath., *Galanthus elwesii* Hook., *Juno bucharica* (M. Foster) Vved., *Paeonia mlokosewitschii* Lomak (рис. 3.3, см. цв. вклейку), *Allium christophii* Trautv., *Puschkinia hyacinthoides* Baker, *Erythronium dens-canis* L.; *Erythronium sibiricum* (Fisch. et Mey.) Kryl., *Juno nicolai* Vved., *Juno orhioides* (Carr.) Vved.;

виды 3-й категории: *Allium angulosum* L., *Galanthus woronowii* Losinsk., *Fritillaria meleagris* L., *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem, *Helleborus purpurascens* Waldst. et Kit., *Colchicum autumnale* L., *Paeonia tenuifolia* L., *Paeonia anomala* L., *Paeonia lactiflora* Pall., *Galanthus nivalis* L., *Galanthus plicatus* Bieb., *Crocus reticulatus* Stev. ex Adam, *Crocus susianus* Ker.-Gawl., *Iridodictyum reticulatum* (Bieb.) Rodion., *Leucojum vernalis* L., *Scilla rosenii* C. Koch;

виды 4-й категории: *Primula elatior* (L.) Hill., *Arisaema japonicum* Blume, *Colchicum speciosum* Stev., *Lilium dahuricum* Ker.-Gawl., *Lilium martagon* L., *Crocus speciosus* Bieb. и др.

Генофонд коллекций отличается большим разнообразием за счет широкого представительства существующих в мировом цветоводстве садовых групп (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Представительство садовых групп основных цветочных культур в коллекциях ЦБС НАН Беларуси

Культура	Количество садовых групп	
	известных в мировой практике	представленных в коллекции ЦБС
Тюльпаны	15	15
Гиацинты	3	3
Пионы	5	5
Хризантемы	11	11
Розы	35	17
Клематисы	6	6
Ирисы	3	3
Лилейники	4	4
Нарциссы	12	12
Георгины	10	10
Лилии	8	8

Следует отметить, что многие из многолетних растений являются раритетными, т. е. выращиваются в Беларуси только в ЦБС НАН Беларуси, а также в двух-четырёх ботанических садах Восточной Европы. Среди них представители кавказской флоры: *Lilium monodelphum* M. Bieb., *Primula woronowii* A. Los. и *Primula komarovii* A. Los., уникальные дальневосточные виды: *Fritillaria kamschatensis* Ruba, *Chrysanthemum chanetii* H. Lev. и *Scilla japonica* Baker., а также *Armeria juniperifolia* W. D. J. Koch, *Azorella trifurcata* (Gaertn.) Pers., *Oxalis adenophylla* Gillies, *Pulsatilla vulgaris* Mill. cv. *Alba*, *Primula kitaibeliana* Schott, *Potentilla crantzii* (Crantz) G. Beck и др.

Интродукция новых видов и сортов проводится в соответствии с ранее разработанными планами. Большое внимание уделяется интродукции новых видов как основной таксономической единице биологического разнообразия. Среди новинок следует отметить впервые интродуцированные в Беларуси оригинальные виды семейства Первоцветных – цикламены и додекатеоны (*Cyclamen hederifolium* Ait. и *Dodecatheon meadia* L.), вечнозеленую примулу Китайбея (*Primula kitaibeliana* Schott) (куратор канд. биол. наук Н. Л. Белоусова).

Коллекция ирисов пополнилась 29 новыми таксонами, в основном видами разных флористических зон (куратор Г. С. Бородич). Наиболее интересные из них: ирис молочно-белый (*Iris lactea* Pall.), представитель жарких районов, привычный к уплотненным, щелочным и засоленным грунтам; ирис разноцветный (*I. versicolor* L.) – влаголюбивый североамериканский вид, используемый в гомеопатии; ирис японский (*I. japonica* Thund.) и ирис кровельный (*I. tectorum* Maxim.). Оригинальна белоцветковая форма ириса болотного (*I. pseudacorus* L. f. *alba*) с необычными кремовыми цветками и светло-зеленой листвой. Высокодекоративны новые сорта ириса гибридного *Circlette*, *Vel-*

vet Caper, Wow, Footloose, Славянский Базар и др., а также сорт ириса сибирского *Regency Buck*.

В последнее десятилетие началось формирование коллекции видовых пионов, которые отличаются ранним цветением, красивой листвой, оригинальностью (куратор В. В. Гайшун). К настоящему времени в ее составе 12 видов и 3 формы, в том числе редкие *Paeonia delavayi* Franch., *P. potaninii* Kom., *P. mlokosewitschii* Lomak.

Интересны новые виды мелколуковичных и клубнелуковичных растений. Среди них такие редкие охраняемые растения евразийского региона, как *Juno orhioides* (Carr.) Vved., *Juno nicolai* Vved., *Scilla rosenii* C. Koch., *Scilla scilloides* (Lindl.) Druce, *Galanthus woronowii* Losinsk, сорта иридодиктиумов (куратор О. И. Свитковская).

Увеличение коллекции однолетних растений произошло в основном за счет представителей малораспространенных, но высокодекоративных видов и сортов из родов *Dorotheanthus, Delosperma, Bergeranthus, Lajia, Lonas, Melampodium, Venidium, Crepis, Perila* (куратор О. Н. Дуброва).

Коллекция многолетников пополнилась 10 видами папоротников. Наиболее декоративны вечнозеленые *Blechnum spicant* (L.) Roth (рис. 3.4, см. цв. вклейку), *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm cv. *Serratifolium*, *Cyrtomium fortunei* J. Smith, *Polypodium vulgare* L. Продолжена интродукция трав для формирования коллекции «Декоративные злаки», а также оригинальных растений, перспективных для каменистых горок: *Armeria juniperifolia* (Vahl) Willd. ex Hoffmanns. cv. *Bevans Variety*, *Oxalis adenophylla*, *Geranium cinereum* Cav. cv. *Ballerina*, *Campanula portenschlagiana* Roem. et Schult. и др. Очень эффектны красивоцветущие сортовые горянки – *Epimedium youngianum* Fich. et C. A. Mey. cv. *Roseum* и cv. *Lilacinum* (куратор канд. биол. наук Н. М. Лунина).

Значительно обогатился генофонд коллекции гладиолусов (куратор А. В. Кручонок). В ее составе 231 новый сорт, в основном селекции 1990–2008 гг. Среди них следует отметить *Pink Cashmir* с десятью одновременно открытыми розовыми цветками, *Obiter, Rasputin, Taddy Bear, Dinamit*, а также редкие мелкоцветковые сорта с синими цветками (*Melenbarzdis, Glens Blue, Estro, Anitra, Midnight Moon*). Впервые в коллекции появились пять видовых образцов (*Gladiolus imbricatus* L., *G. palustris* Gaudin, *G. communis* L., *G. byzantinus* Mill., *G. italicus* Mill.).

Коллекция роз пополнилась 78 сортами, в том числе из новой садовой группы Дамасские розы (куратор В. И. Фомич). Значительно обогатилась сортовым материалом коллекция рододендронов (38 наименований, куратор канд. биол. наук И. К. Володько).

Новые растения получены во время экспедиционных поездок в разные регионы России, в Украину, Грузию, Литву, Чехию, Польшу, Германию и Великобританию. Много новых образцов, пополнивших коллекционные фонды, выращено из семян, полученных по международному обменноному фонду, некоторые приобретены через торговую сеть.

3.2. Формирование коллекции дикорастущих растений флоры Беларуси

Анализ ассортимента культивируемых в Беларуси декоративных растений показывает, что все они являются интродуцентами. Идея изучить перспективы использования аборигенной флоры Беларуси в качестве декоративных растений возникла в ЦБС НАН Беларуси в 1960-е гг., когда Г. В. Пашиной были отобраны и исследованы 10 таких видов [3]. Однако это направление исследований в те годы не получило развития. Масштабные работы по изучению возможности использования растений местной флоры в озеленении возобновились в 2007 г. в рамках одного из научных проектов Программы реконструкции объектов Центрального ботанического сада НАН Беларуси на 2007–2010 гг.

Первоначально по литературным источникам [4] был определен перечень видов травянистых и кустарниковых растений, представляющих интерес в качестве декоративных растений. Он насчитывал 85 таксонов из фитоценозов разных типов. Далее велся сбор растительного материала и формирование коллекции, первичное сравнительное изучение и отбор наиболее перспективных растений для озеленения и более углубленного изучения в селекционных целях.

Сбор посевного и посадочного материала осуществляли во время экспедиций, организованных во все области республики. Растения дорастивали в питомнике, а затем пересаживали на специальную экспозицию.

Первичная оценка растений проводилась по разработанной в лаборатории методике [5] и включала оценку репродуктивной способности, устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды, а также декоративных свойств.

К интродукционному испытанию было привлечено 78 видов (81 видообразец). В природных популяциях *Hepatica nobilis* Mill., *Silene vulgaris* (Moench) Garcke, *Calluna vulgaris* (L.) Hill, *Primula ealtior* (L.) Hill выделены формы с необычной окраской цветков. Важнейшим результатом этой работы стало создание новой ботанической коллекции, которая представлена на территории сада в виде экспозиции «Кветкі Беларусі». Коллекция насчитывает 77 аборигенных видов, представляющих 63 рода из 20 семейств. В результате проведенных исследований установлены сроки и длительность основных фаз сезонного развития растений, определен их феноритмотип, дана оценка состояния интродуцентов в условиях культуры [6].

Высшим баллом по декоративности оценены 38 видов. Среди них *Pulmonaria mollis* Wulf. ex Hornem., *Anemone sylvestris* L. (рис. 3.5, см. цв. вклейку), *Inula salicina* L., *Dactylorhiza incarnata* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Lathyrus tuberosus* L., *Geranium sylvaticum* L., *Jasione montana* L., *Colchicum autumnale* L., *Calluna vulgaris* L., *Thymus pulegioides* L., *Sarothamnus scoparius* (L.) Koch, *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Dryopteris filix – maas* (L.) Schott, *Rhododendron luteum* Sweet и др. В интродукционной популяции *Silene vulgaris* L. выделены

две формы, отличающиеся по окраске и плотности соцветий, с которыми будет продолжена селекционная работа.

Проведенные наблюдения за растениями показали, что более 90% испытанных видов проходят все фазы годового цикла онтогенеза. Обильный самосев ежегодно образуют *Anthemis tinctoria* L., *Silene vulgaris* L. и *Eryngium planum* L., что свидетельствует о высокой их жизнеспособности в условиях культуры.

Большинство окультуренных видов проявили высокую устойчивость к болезням и вредителям. Значительные поражения мучнистой росой отмечены за время наблюдений лишь у *Rhododendron luteum* C. K. Schneid. и *Rosa canina* L. Пятнистости разного происхождения выявлены у представителей родов *Primula* и *Veronica*.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в целом подбор видов оказался удачным, большинство из них имеет высокую интродукционную устойчивость, декоративность и, безусловно, перспективность для зеленого строительства и декоративного садоводства. Планируется продолжить изучение перспективных видов в культуре с целью разработки приемов их агротехники, технологии размножения и способов использования в практике озеленения. Кроме того, для селекционных работ перспективны выделенные в природных и интродукционных популяциях оригинальные формы некоторых видов.

3.3. Сравнительная сортооценка цветочно-декоративных культур промышленного ассортимента

В Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь по состоянию на 2010 год включено 89 наименований цветочных травянистых и кустарниковых растений, что составляет всего 4% от общего количества районированных сортов хозяйственно полезных растений. Генофонд орнаментальных растений ЦБС НАН Беларуси, содержащий, как было указано выше, более 4,9 тыс. видов и внутривидовых таксонов, составляет огромный резерв обогащения зеленых насаждений нашей страны, который требуется на законных основаниях вовлечь в хозяйственный оборот в области зеленого строительства и декоративного садоводства.

Исследования по разработке и обновлению ассортимента декоративных травянистых и кустарниковых растений ведутся в лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений с 1960-х гг. [1]. Виды и сорта декоративных растений мировой флоры, успешно прошедшие первичные интродукционные испытания, включаются в процесс комплексной сортооценки с целью отбора таксонов, пригодных для хозяйственного использования в практике озеленения и последующей передачи в государственное испытание для их районирования. Ниже приводятся результаты сравнительной сортооценки новых пополнений генофонда, выполненные за последние 5–7 лет.

Сортооценка однолетних, луковичных, мелколуковичных, корневищных, выющихся растений и декоративных кустарников проводилась по методике государственного сортоиспытания декоративных растений [7] и методике отдела цветоводства Главного ботанического сада РАН [8]. В проведении исследований принимали участие канд. биол. наук Л. В. Завадская (лилия и нарцисс), научные сотрудники В. В. Гайшун (пион и флокс), Г. С. Бородич (ирис и лилейник), Ю. И. Рыженкова (тюльпан, гиацинт), О. И. Свитковская (мелколуковичные, княжик), младшие научные сотрудники В. И. Фомич (роза), А. Л. Гулис (хризантема), О. Н. Дуброва (однолетники).

Нарцисс. Изучалось 65 сортов из группы расщепленно-корончатых нарциссов. По результатам комплексной оценки в качестве перспективных выделен 21 сорт: All Round, Articol, Belcanto, Canasta, Cassata, Colblanc, Congress, Egard, Elisabeth Bas, Elysee, Fresco, Holiday Sun, Mondial, Moonbird, Obelisk, Palmares, Pearl-Shell, Roussilon, Royal Highness, Burning Heart, La Argentina. Сорта отличаются разнообразием цветовых сочетаний коронок и долей околоцветника, охватывают все сроки цветения культуры, устойчивы в местных климатических условиях, урожайны.

Лилия. Для зеленого строительства представляют интерес сорта Азиатских гибридов, отличающиеся повышенной зимостойкостью, разнообразием цветков по форме, окраске и расположению на оси цветоноса. Комплексная оценка 115 сортов Азиатских гибридов позволила выделить 32 лучших сорта, в том числе с цветками, смотрящими вверх: Gran Cru, Jetfire, Las Vegas, Massa, Miss Alice, Rodrigo, Saules Meita, Sharp, Sorbet, Sterling Star, Sun Ray, **Андромеда**, Болгария, Вириная, Виктории, Жизель, Полымя, Утренняя Звезда, Флейта, Цветочек Аленький, Яуза; с цветками, направленными в сторону: Connecticut Dream, Embarrasment, Fire King, Flekas, Marga, Yellow Star, **Юбилейная**; с пониклыми цветками: Iiushcas, Nutmegger, Арктика, Вишенка.

Тюльпан. По результатам комплексной оценки выделены 22 сорта тюльпана гибридного разных садовых групп и сроков цветения, всех типичных окрасок: Abba, Verona, Cardinal Mindzenty, White Emperor, Coral Satin, Annie Salomons, Viking, Renown Unigie, Horizon, Royal Acres, Double Focus, World Expression, May Love, Cummins, Gypsy Love, Davenport, Red Rosa, Yellow Rosa, Banja Luka, Claudia, Calgary, Leo Vissier.

Гиацинт. Комплексная оценка позволила выделить 10 лучших сортов и рекомендовать их для использования в промышленном цветоводстве: Blue Star, Miss Saigon, Paul Herman, King Codro, Pink Festival, Pink Royal, Madame Sophie, Top White, Hollyhock, Woodstock. **Все сорта предложенного ассортимента** отличаются высокой декоративностью, большим колористическим разнообразием, устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам внешней среды, обладают высокой продуктивностью цветения и репродуктивной способностью.

Мелколуковичные растения. Очень интересная и большая по систематическому разнообразию группа луковичных и клубнелуковичных декоратив-

ных растений суперранних, ранних и позднеосенних сроков цветения. Перспективными для зеленого строительства республики оказались все 10 испытанных видов и сортов: *Chionodoxa luciliae* Boiss., *Endymion hispanicus* (Miller) Chouard, *Muscari armeniacum* Leichtl. ex Baker, *Puschkinia hyacinthoides* Baker, *Puschkinia scilloides* Adams, *Scilla sibirica* Haw. cv. *Spring Beauty*, *Crocus vernus* (L.) Hiil, *Crocus speciosus* Bieb., *Iridodictyum reticulatum* (M. Bieb.) Rodionenko, *Colchicum speciosum* Stev. Растения высокодекоративны, неприхотливы в культуре, хорошо зимуют, быстро и легко размножаются, не боятся конкуренции деревьев и кустарников, могут долгое время расти на одном месте без пересадки.

Ирис. По результатам комплексной оценки все 30 испытанных сортов ирисов признаны перспективными для озеленения. Это 2 сорта ириса сибирского (*Snow Crest* и *Regency Buck*), 13 низкорослых (*April Accent*, *Blue Beret*, *Cherry Garden*, *Baby Snowflake*, *Bayberry Candle*, *Bright White*, *Circlette*, *Eye Shadow*, *Laced Lemonade*, *Little Buccaneer*, *Mini Dynamo*, *Skip Stitch*, *Velvet Caper*) и 15 высокорослых сортов ириса гибридного (***Fatum***, ***Old Vienna***, **Москва Златоглавая**, *Blue Baron*, *Dancer's Veil*, *Emma*, *Harbor Blue*, *Memphis Lass*, *Pearl Chiffon*, *Sunset Serenade*, Людмила Пахомова, Марина Раскова, Русская Зима, Славянский Базар).

Лилейник. Для промышленного использования по результатам комплексной оценки выделены 16 сортов: мелкоцветковый сорт ***Saucy Lady***; среднецветковые – *Girl Scout* и *Night Beacon*; крупноцветковые – *Abstract Art*, *Barbary Coast*, *Beverly Hills*, *Bonansa*, *Dixieland*, *Frans Hals*, *Master Touch*, *Mauna Loa*, *Radiant Greetings*, *Yankee Clipper*; гигантские – *Carey Quinn*, *Daiquiri*, *Limited Edition*. Все сорта зимостойки, отличаются высокой декоративностью, устойчивостью в местных условиях к неблагоприятным факторам внешней среды, вредителям и болезням, обильно цветут, хорошо размножаются.

Флокс метельчатый. Для промышленного озеленения отобраны 5 сортов: *Врубель*, *Ева Кулюм*, *Андрейка* (рис. 3.6, см. цв. вклейку), *Голубая Отрада*, *Радость Жизни* (рис. 3.7, см. цв. вклейку), отличающихся декоративностью, обильным, продолжительным цветением, высокой репродуктивной способностью и зимостойкостью.

Пион. По результатам оценки декоративных и хозяйственно-биологических признаков выделены два махровых сорта – *Henry Core*, *Souvenir de l'Exposition Universalle* и немахровый сорт *Pink Delight*, перспективные для широкой культуры.

Хризантема корейская. По результатам комплексной оценки выделены 26 сортов, которые отличаются высокой устойчивостью в культуре, слабо повреждаются болезнями и вредителями, обладают высокими декоративными качествами. Среди них отметим сорта *Sunny Blasé*, *Vi Willy*, *Айса*, *Бархан*, *Вродлыва*, *Гранат*, *Дружна Семейка*, *Золотая Осень*, *Золушка*, *Кнопка*, *Лето*, *Лемуния*, *Марта*, *Незнакомка*, *Оранжевое Солнце*, *Осеннее Изобилие*, *Пак белый*, *Пектораль*, *Перлинка*, *Промениста*, *Роментка*, *Светлячок*.

Однолетники. Отобрано 49 сортов и видов, обладающих наиболее оригинальными свойствами, устойчивых в местных условиях к внешним факторам среды, с хорошими репродуктивными качествами: *Gazania splendens* hort cv. Gazelle, *Helianthus annuus* L. cv. Moon and Sun, *Helichrysum italicum*, *Osteospermum eklonis* (DC.) Norl., *Tagetes erecta* L. cv. Альбатрос, Золотой Купидон, *Tagetes patula* L. cv. Медовые Соты, Double Mandarin, *Tagetes tenuifolia* L. cv. Orange Gem, cv. Красный Самоцвет (**сем. Asteraceae**); *Amaranthus cruentus* L. cv. Red Cathedral, *Gomphrena globosa* L. (**сем. Amaranthaceae**); *Matthiola incana* (L.) R. Br. cv. Красный, *Matthiola incana* (L.) R. Br. cv. Ярко-розовый, cv. Пурпурный, *Matthiola incana* (L.) R. Br. cv. Белый, *Matthiola incana* (L.) R. Br. Лавандовый (**сем. Brassicaceae**); *Dianthus chinensis* var. *heddewigii* Regel cv. Black and White, *Dianthus caryophyllus* L. var. *schabaud* cv. Giant Double Mixed, *Agrostema githago* L. cv. Ландшафт (**сем. Caryophyllaceae**); *Ipomea purpurea* (L.) Roth cv. Lilac Shafts, *Quamoclit lobata* (Cerv.) House, *Ipomea purpurea* (L.) (**сем. Convolvulaceae**); *Ricinus communis* (L.) var. *Cambodgenensis* hort. (**сем. Euphorbiaceae**); *Salvia splendens* Ker Gawl. cv. Reddy White Surprise, Dwarf Lilac, Красно-белая, Dwarf White, Dwarf Orange, Dwarf Purple (**сем. Lamiaceae**); *Cleome spinosa* Jasq cv. Вишневая Королева, *Cleome spinosa* Jasq. cv. Белая Королева (**сем. Capparidaceae**); *Cuphea viscosissima* Jasq., *Heimia salicifolia* Link. (**сем. Lythraceae**); *Mirabilis jalapa* L. cv. Jaime (**сем. Nyctaginaceae**); *Portulaca grandiflora* Hook. cv. Золотистый, Вишневый, Розовый (**сем. Portulacaceae**); *Anagallis monelli* L. cv. Angie Orange (**сем. Primulaceae**); *Antirrhinum majus* L. cv. Tahiti Rose Bicolor, Coronette Pink (**сем. Scrophulariaceae**); *Petunia grandiflora* hort cv. Orchid Mix, *Petunia* × *hybrida* cv. Кружевная Вуаль, *Petunia grandiflora* hort f. *fimbriata* cv. Готфрид Михаэлис (**сем. Solonaceae**); *Verbena* × *hybrida* hort cv. Obsession Pink Chifon, Obsession Apricot, *Verbena* × *hybrida* hort cv. Romance Classic Rose, *Verbena* × *hybrida* hort cv. Sparkles Mixed (**сем. Verbenaceae**).

Княжики. Новая для Беларуси декоративная лиана. Растения способны переносить морозы до -30°C , обладают обильным и продолжительным цветением, не поражаются болезнями и вредителями, устойчивы в культуре. По результатам сортоизучения для массового размножения и широкого введения в культуру выделено 5 видов и сортов: *Atragene alpina* L. cv. Betina, *Atragene alpina* L. cv. Maidwell Hall, *Atragene alpina* L. cv. Ruby, *Atragene macropetala* (Ledeb.) Ledeb., *Atragene macropetala* (Ledeb.) Ledeb. cv. Lagoan.

Розы. По результатам комплексной оценки к числу перспективных отнесены 10 зимостойких сортов, обладающих оригинальными декоративными свойствами, устойчивых к неблагоприятным факторам среды. К ним относятся: из миниатюрных – Red Cascade, Orange Jewel, Scarlet Gem, Pixie, Мальчик-с-Пальчик, из плетистых крупноцветковых – Vltava, из чайно-гибридных – Эмми, Анна, Казахстанская Юбилейная, Berolina.

Из числа сортов, выделенных как перспективные, далее были отобраны сорта, размноженные в достаточном количестве и пригодные для передачи в госсортоиспытание в первоочередном порядке.

Таким образом, по результатам проведенной комплексной оценки 398 интродуцированных видов и сортов рекомендовано для промышленного ассортимента 225 видов и сортов декоративных травянистых растений, красивоцветущих кустарников и лиан, в том числе 86 сортов луковичных (нарциссы, лилии, тюльпаны, гиацинты), 10 – мелколуковичных, 82 – корневищных многолетников (ирисы, флоксы, лилейники, пионы, хризантемы). На 59 таксонов оформлены документы для передачи в госсортоиспытание.

3.4. Изучение онтогенеза интродуцированных растений

Онтогенез любой особи представляет последовательную смену чередующихся жизненных этапов. При интродукции, в новых условиях произрастания, у некоторых видов наблюдается ускорение или замедление онтогенетического развития, а иногда – выпадение отдельных фаз развития. Данные о разных возрастных состояниях интродуцентов служат научной основой разработки агротехнических приемов культивирования и получения в массовом масштабе посадочного материала ценных видов, и, соответственно, скорейшего внедрения их в широкую культуру.

Периодизация и характеристика этапов онтогенеза видов сем. *Primulaceae*. Объектами исследований, выполненных в 2004–2008 гг. канд. биол. наук Н. Л. Белоусовой, служили 8 видов из 2 родов сем. *Primulaceae* Vent (*Lysimachia punctata* L., *L. cletroides*, *Primula auricula* L., *P. bulleyana* Forrest, *P. burmanica* Baff f. et Ward, *P. florindae* Ward, *P. veris* L., *P. denticulata* Sm.).

Изучение онтогенеза проводили по методике Т. А. Работнова [5], дополненной А. А. Урановым [10]. Жизненные формы растений определяли по И. Г. Серебрякову [11, 12].

Согласно принятой периодизации онтоморфогенеза, индивидуальное развитие исследованных видов состоит из четырех основных периодов: латентного, прегенеративного, генеративного, постгенеративного (сенильного). В свою очередь периоды делятся на более мелкие этапы или возрастные состояния.

Прегенеративный период. Проростки. Для всех исследованных видов характерен надземный тип прорастания, которое характеризуется растянутостью во времени при разной степени дружности. Наиболее ранним (6 дней) и дружным прорастанием в условиях оранжереи характеризовались семена *Primula denticulata*. Несколько позже, на 9-й день, появлялись всходы у *P. florindae* при неравномерном прорастании. Через 10–15 дней после посева началось прорастание семян остальных видов.

Проростки всех исследованных видов имеют четко выраженные зародышевые структуры: зародышевый корешок, гипокотиль, семядоли. Форма семядолей линейная у *L. cletroides*, линейно-ланцетная у *Primula denticulata*, *P. auricula*, *Lysimachia punctata*, овальная у *Primula bulleyana*, *P. japonica*. Гипокотиль проростков светлый, почти прозрачный; семядоли светло-зеленые у видов рода *Primula* и *Lysimachia punctata*, темновато-зеленые – у *Lysimachia*

punctata. На обратной их стороне у видов рода *Lysimachia* есть крапинки. Главный корень тонкий, стержневой.

Ювенильные растения. Переход в ювенильное состояние отмечен у *Primula bulleyana*, *P. burmanica*, *Lysimachia cletroides* – на 7–8-й день, у *P. denticulata* и *P. florindae* – на 10-й, *P. japonica* – на 11-й, *P. auricula* – на 12-й, у *P. veris* – на 16-й день. Продолжительность ювенильного состояния у безрозеточных видов составляет 30–40 дней, у розеточных – 17–21 день.

Наступление *имматурного* этапа у розеточных видов рода *Primula* характеризуется появлением эпигеогенного ортотропного корневища с многочисленными придаточными корнями и настоящих листьев с четко выраженной листовой пластинкой и черешком. В отличие от примул, надземная часть длиннокорневищных вербейников на этом этапе представлена ортотропным ассимилирующим побегом, несущим 4–5 пар супротивных листьев у *L. cletroides* и 6–8 – у *L. punctata*. К концу имматурного периода у безрозеточных видов рода *Lysimachia* из почек возобновления базальной части растения начинается образование гипогеогенных плагиотропных корневищ.

Продолжительность этого этапа у исследуемых видов составляет примерно 60 дней [5].

Виргинильные растения. На этом этапе у длиннокорневищных безрозеточных *Lysimachia cletroides* и *L. punctata* начинает ветвиться ось главного побега, а у розеточных отмечается рост укороченных побегов из почек, заложенных в пазухах розеточных листьев. У *Lysimachia punctata* образуются 2–4 побега второго порядка. В их базальных метамерах закладываются пазушные почки.

У большинства розеточных примул (*Primula florindae*, *P. veris*) формируются по 2–3 укороченных побега второго порядка. В отличие от этих видов у *Primula denticulata* формируется один главный розеточный побег с 6–8 листьями взрослого типа, длиной 22 см, шириной 7,5 см. Виргинильного состояния растения *Primula auricula* достигают на втором году жизни и находятся в нем до окончания второго или третьего года жизни.

К началу генеративного периода безрозеточные растения (виды рода *Lysimachia*) имеют хорошо сформированную побеговую систему, ветвящуюся до второго порядка. У розеточных видов (виды рода *Primula*) сформирован моноподиальный побег и у большинства – симподиальные. Кроме того, у ранневесеннецветущих видов заложены вегетативно-генеративные почки возобновления, которые обеспечивают первое цветение будущего года [5].

У всех исследованных видов примул и вербейников, кроме *P. auricula*, пре-генеративный период занимает 7–8 мес., у *P. auricula* генеративное состояние наступает на третий-четвертый год жизни.

Генеративный период. *Скрытогенеративное онтогенетическое состояние* (g0). Весеннецветущие вступают в это состояние к концу первого года жизни, летнецветущие – весной следующего года, т. е. через 6 мес.

Молодое генеративное онтогенетическое состояние (g1) у большинства растений наступает на втором году жизни, за исключением *Primula auricula*,

которая переходит в него на третьем-четвертом году. После цветения моноподиальное нарастание у видов рода *Primula* сменяется симподиальным. Их побеги развиваются по дициклическому типу. Исключение – *Primula auricula*, побеги которой три- и полициклические. С увеличением возраста у всех розеточных растений дициклический (три-, полициклический) побег сменяется моноциклическим. В результате развития боковых розеточных побегов у примул начинает формироваться многоглавый каудекс, отмирает главный корень [6].

Развитие вербейников на втором году жизни начинается с образования из терминальных почек возобновления корневищ ортотропных надземных побегов высотой 40–50 см с очередным (*L. cletroides*) либо мутовчатым (*L. punctata*) листорасположением. Ортотропные надземные побеги (в дальнейшем дочерние парциальные кусты) также образуются из отдельных почек возобновления плагиотропных подземных побегов (особенно интенсивно с 3–4-летнего возраста). Из подземной части этих ассимилирующих побегов образуются плагиотропные подземные побеги второго порядка и т. д., несущие чешуевидные листья.

Средневозрастное онтогенетическое генеративное состояние (g2) у большинства примул в условиях центральной части Беларуси наступает на третьем-четвертом году жизни, а у *Primula auricula* – на пятом-шестом. На этом этапе у них начинается так называемая партикуляция корневища – процесс разделения растений на части (партикулы) в результате отмирания тканей в стебле вегетативной части главного и боковых корней.

Для видов рода *Lysimachia* наступление средневозрастного состояния отмечено на пятом-шестом году развития. Максимального развития достигают не только особи, но и отдельные побеги (облиственность, порядок ветвления), семенная продуктивность. Длиннокорневищные виды характеризуются образованием парциальных кустов, которые, разрастаясь, занимают большие площади. Длина ежегодного прироста корневищ вербейников составляет 10–20 см [6].

Продолжительность генеративного периода исследуемых видов в условиях культуры в Беларуси пока не установлена.

Таким образом, исследование онтогенеза разных жизненных форм сем. *Primulaceae* показало, что отличия в развитии надземной части у длиннокорневищных (р. *Lysimachia*) и короткокорневищных (р. *Primula*) видов начинаются уже на *j* этапе онтогенеза развития и состоят в появлении у безрозеточных видов рода *Lysimachia* эпикотилия и междоузлий, а у видов рода *Primula* четко выраженного розеточного побега. Различия в развитии подземных органов у исследуемых видов отмечены на *im* этапе онтогенеза [5]. Продолжительность прегенеративного периода у большинства видов составляет 7–8 мес., а у *Primula auricula* – 2–3 года. В молодое генеративное состояние большинство видов переходят на втором году жизни (за исключением *Primula auricula*). Средневозрастного генеративного этапа виды рода *Primula* достигают на третьем-четвертом году жизни, *Primula auricula* и виды рода *Lysimachia* – на пятом-шестом году.

3.5. Эколого-биологические особенности интродуцентов

Познание эколого-биологических особенностей растений позволяет более целенаправленно вести поиск и разработку путей реализации биологического потенциала конкретного вида или сорта при введении их в культуру в новых географических районах, а применительно к декоративным растениям более точно определить их место в озеленительных посадках. Для рододендронов (*Rhododendron* L.) важный экологический фактор – кислотность почвенного субстрата. В условиях вегетационного опыта показано, что максимальный годичный прирост у большинства исследованных видов формируется при кислотности субстрата $pH = 3,5-4,0$, для *Rh. schlippenbachii* Maxim. и *Rh. smirnowii* Trautv. оптимальным является значение $pH = 4,0-4,5$ (рис. 3.8). При отклонении кислотности субстрата от оптимума наиболее существенные изменения ростовых процессов имеют место у *Rh. schlippenbachii* и *Rh. dauricum* L. Наиболее толерантны к изменению кислотности почвенного субстрата *Rh. luteum* Sweet. и *Rh. catawbiense* Michx. В целом выращивание всех изученных видов при значении pH выше $6,0-6,5$ вызывает сильное угнетение роста и развития. Примерно такая же зависимость установлена и в отношении площади листовой поверхности. Различия состояли в том, что у отдельных видов (у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring. и *Rh. brachycarpum* D. Don.) в отношении этого показателя оптимум кислотности оказался сдвинутым в сторону более низким значений pH , а угнетающее действие раскисления субстрата проявилось у всех видов значительно сильнее.

Важным фактором для роста и развития растений является влагообеспеченность почвенного субстрата. Проведенные вегетационные опыты с 9 видами рододендрона выявили наличие видоспецифичности в их реакции на увлажнение субстрата. Судя по интенсивности развития листовой поверхности, для *Rh. brachycarpum*, *Rh. catawbiense*, *Rh. japonicum*, *Rh. luteum*, *Rh. maximum* L., *Rh. schlippenbachii*, *Rh. smirnowii* Trautv. оптимальная влажность составляет 80%

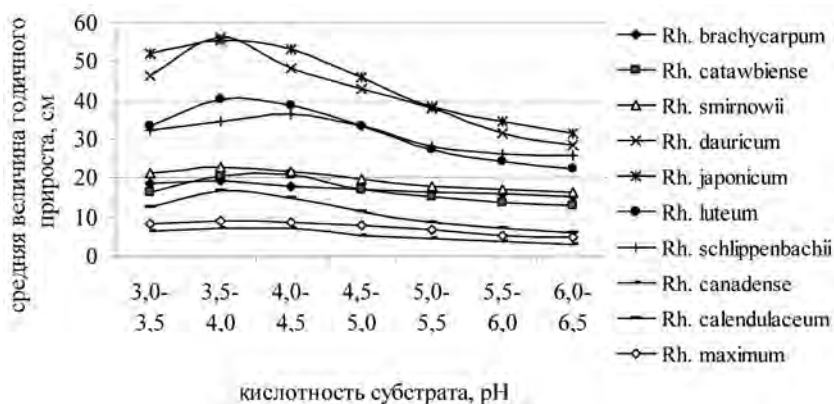


Рис. 3.8. Влияние кислотности субстрата на годичный прирост побегов рододендронов

от полной удельной влагоемкости, тогда как для *Rh. dauricum* и *Rh. canadense* (L.) Torr. – 70%. Наиболее чувствительными к изменению влажности в сторону как уменьшения, так и увеличения от оптимума оказались *Rh. dauricum*, *Rh. luteum*, *Rh. brachycarpum*. Менее других реагировал на изменение влажности листопадный рододендрон *Rh. schlippenbachii* и вечнозеленый *Rh. catawbiense*.

Полученные данные свидетельствуют о том, что среди изученных видов наиболее пластичными в отношении кислотности почвенного субстрата являются листопадный вид *Rh. schlippenbachii* и вечнозеленый *Rh. catawbiense*, в отношении влажности субстрата – листопадный *Rh. luteum* и вечнозеленый *Rh. catawbiense*. Следовательно, *Rh. catawbiense* имеет наиболее высокий адаптивный потенциал в отношении комплекса эдафических условий произрастания, что определяет его высокую перспективность использования в озеленительных посадках.

Выявленные различия в реакции изученных видов рододендрона на кислотность и увлажнение почвенного субстрата служат научным базисом при разработке ассортимента и приемов культивирования этих кустарников.

3.6. Методика оценки состояния ботанических коллекций

Для обеспечения сохранности ботанических коллекций, своевременного принятия превентивных мер по предотвращению потерь ценного генетического материала необходима отлаженная, постоянно действующая система наблюдений за состоянием коллекционных растений, к которой может быть применен термин «мониторинг» [14, 15]. Мониторинг состояния лесных экосистем, городских зеленых насаждений концептуально отработан и уже реализуется на практике [16, 17]. Мониторинг ботанических коллекций вследствие специфичности объекта имеет ряд особенностей, что затрудняет использование традиционных подходов к оценке состояния растений [18].

К разработке методики мониторинга состояния коллекционных насаждений цветочно-декоративных травянистых растений и красивоцветущих кустарников лаборатория интродукции и селекции орнаментальных растений приступила в 2005 г. в рамках раздела научного обеспечения Программы реконструкции объектов ЦБС НАН Беларуси. В основу разработанной методики положена балльная система оценки наиболее информативных биологических показателей, характеризующих состояние растений.

К числу важнейших показателей, которые рекомендовано учитывать при оценке состояния коллекций цветочно-декоративных культур, отнесены ростовые и декоративные параметры, репродуктивная способность, общее физиологическое состояние, поражение бактериальными и грибными болезнями; вирусной инфекцией; заселенность вредителями, а также динамика численности таксона. Перечисленные выше показатели либо являются наиболее интегральными и индикаторными для оценки текущего состояния ботанических коллекций (ростовые и декоративные параметры, репродуктивная способность, об-

щепфизиологическое состояние растений), либо важны для прогнозирования их состояния в ближайшей перспективе (поражение бактериальными и грибными болезнями; вирусной инфекцией; заселенность вредителями, динамика численности таксона). Оценка каждого признака проводится по пятибалльной шкале.

Ростовые и декоративные параметры. Оценка ростовых и декоративных параметров позволяет судить о реализации биологического потенциала растений в конкретных экологических условиях. Учету подлежат линейные размеры отдельные вегетативных органов (лист, стебель), их количество на одном растении в период максимального развития вегетативных органов, а также размеры и окраска цветка, продолжительность, обильность, периодичность цветения. Полученные показатели сравнивают с данными, характерными для вида при культивировании его в пределах естественного ареала распространения, для сорта – в пределах зоны районирования.

5 баллов – все растения за период наблюдений сохраняют свойственные им ростовые параметры и декоративные качества;

4 балла – единичные растения по ростовым и декоративным признакам имеют незначительные (до 10%) отклонения от нормы;

3 балла – до 50% растений имеют отклонения от нормы по ростовым показателям, декоративность сохраняется;

2 балла – более половины растений имеют отклонения от нормы, проявляются признаки угнетения роста и развития растений, декоративность снижена;

1 балл – более 75% растений имеют отклонения от нормы, растения сильно угнетены в росте, декоративность низкая, цветение отсутствует.

Репродуктивная способность. Оценка репродуктивных способностей коллекционных растений позволяет судить о возможности сохранения их генофонда в коллекции за счет собственного возобновления. У вегетативно размножаемых растений ведется учет почек возобновления, разрастаемости вегетативно подвижных особей, новообразования луковиц и клубней. Учет ведется в конце вегетации, у луковичных и клубне-луковичных растений – при их выкопке. У растений, размножаемых семенами, учитывается периодичность плодоношения, завязываемость семян, качество семян. Качество семян оценивается по лабораторной всхожести согласно общепринятым методикам и стандартам.

5 баллов – коэффициент размножения соответствует показателю данного генотипа; плодоношение стабильное, качество семян соответствует норме;

4 балла – коэффициент размножения растений не ниже 80% от нормы; плодоношение стабильное, качество семян не ниже 80% от нормы;

3 балла – коэффициент размножения составляет 50–79% от нормы; плодоношение стабильное, завязываемость семян высокая, качество семян в пределах 50–80% от нормы;

2 балла – коэффициент размножения составляет 25–49% от нормы; плодоношение нестабильное, качество семян не выше 40% от нормы;

1 балл – коэффициент размножения составляет ниже 25% от нормы; плодоношение за период наблюдений единичное либо отсутствует.

Общезиологическое состояние растений. Для оценки общезиологического состояния растений предложено использовать критерий фотосинтетической активности ассимиляционного аппарата, который можно оценивать путем регистрации переменной флуоресценции [19]. Данный тест нашел широкое применение в научных исследованиях и используется при изучении ответных реакций растений на различные экстремальные условия и внешние факторы [20, 21]. Наши исследования также подтвердили пригодность этого метода для оценки физиологического состояния растений. Эксперименты проводились с использованием портативного флуориметра РАМ-2100 (фирма «Heinz Walz GmbH», Германия). Из регистрируемых показателей наиболее информативными для целей мониторинга являются $F_{v/m}$ и Yield (Y). Значения указанных параметров между собой очень близки, однако Y, как правило, несколько ниже, чем $F_{v/m}$.

Определение параметров флуоресценции проводят в период активной вегетации. При регистрации $F_{v/m}$ используют теневые прищепки, которые входят в комплектующие к флуориметру РАМ-2100, либо измерения проводят в утренние часы, пока прямые солнечные лучи не попадают на растения. Повторность измерений – не менее 11.

Для растений, находящихся в оптимальных для роста условиях, характерны максимальные значения обоих параметров (до 0,81 отн. ед.). С ухудшением условий произрастания растений значения обоих показателей снижаются. Оценка физиологического состояния растений проводится по следующей шкале:

5 баллов – показания $F_{v/m}$ и Y в пределах 0,70–0,81;

4 балла – показания $F_{v/m}$ и Y в пределах 0,55–0,69;

3 балла – показания $F_{v/m}$ и Y в пределах 0,40–0,54;

2 балла – показания $F_{v/m}$ и Y в пределах 0,30–0,39;

1 балл – показания $F_{v/m}$ и Y ниже 0,30.

Поражение бактериальными, грибными болезнями. Оценка зараженности растений болезнями проводится в полевых условиях или в период хранения посадочного материала:

5 баллов – признаки заболевания растений отсутствуют;

4 балла – единичные признаки поражения болезнями заметны менее чем у 10% растений;

3 балла – болезнями поражено от 11 до 25% поверхности растений;

2 балла – поражением болезнями охвачено от 26 до 50% поверхности растений, имеют место некрозы, обильное спороношение;

1 балл – поражено болезнями более 50% поверхности растений, обильное спороношение, крупные некрозы, усыхание листьев, стеблей, бутоны не распускаются.

Поражение вирусной инфекцией. Состояние растений оценивается визуально по внешнему виду растений в период вегетации. При необходимости подтверждения наличия вирусной инфекции проводится тестирование в лабораторных условиях с использованием существующих методик диагностики.

5 баллов – признаки инфицирования вирусами растений отсутствуют;

- 4 балла – признаки инфицирования проявляются менее чем у 10% растений;
- 3 балла – признаки инфицирования выявлены у 11–25% растений;
- 2 балла – вирусами поражено 26–50% растений;
- 1 балл – вирусами поражено более 50% растений.

Заселенность вредителями. Степень заселенности вредителями оценивается визуально по следующей шкале:

- 5 баллов – вредители на растениях отсутствуют;
- 4 балла – вредители встречаются единично;
- 3 балла – небольшие колонии вредителей расселены на 1/3 поверхности растений;
- 2 балла – большие колонии вредителей занимают до 50% поверхности растений;
- 1 балл – вредителями массово заселено более 50% поверхности растений.

Состояние и динамика численности таксона. Динамика численности таксона – важный интегральный показатель жизнеспособности видо- или сортообразца и одновременно критерий качества и эффективности работы куратора по содержанию коллекции. Оценивается по результатам инвентаризации коллекции за последние 3–5 лет. Предложена следующая схема оценки. Первоначально выводятся баллы за текущий численный состав коллекционного образца. Динамика численности сорто- или видообразца рассчитывается путем умножения полученного балла на коэффициент. При стабильном увеличении количества растений в сорте за последние 3–5 лет коэффициент равен 1,25, при отрицательной динамике значение коэффициента – 0,75.

- 5 баллов – численность единиц образца соответствует количеству, принятому для культуры;
- 4 балла – численность единиц образца составляет 75% от количества, принятого для культуры;
- 3 балла – численность единиц образца составляет 50% от количества, принятого для культуры;
- 2 балла – численность единиц образца составляет 25% от количества, принятого для культуры;
- 1 балл – образец в коллекции представлен единичным экземпляром.

Заключительный этап мониторинга. На заключительном этапе мониторинга оценки всех показателей, характеризующие состояние коллекционного образца, суммируются. Сопоставляя полученные результаты с максимально возможной их суммой, получаем характеристику состояния каждого коллекционного образца:

состояние «отличное» – сумма баллов оцениваемых параметров составляет 90–100% от максимально возможной;

состояние «хорошее» – сумма баллов оцениваемых параметров составляет 70–89% от максимально возможной;

состояние «удовлетворительное» – сумма баллов оцениваемых параметров составляет 55–69% от максимально возможной;

состояние «критическое» – сумма баллов оцениваемых параметров составляет 40–54% от максимально возможной;

состояние «деградирующее» – сумма баллов оцениваемых параметров составляет менее 40% от максимально возможной.

Оценка состояния коллекции. Результаты оценки таксономических единиц коллекционного фонда служат исходными данными для оценки состояния коллекции в целом, которая проводится по следующей шкале:

состояние коллекции «отличное» – на долю таксонов с оценками «удовлетворительное», «критическое» и «деградирующее» приходится менее 10% от состава коллекции;

состояние коллекции «хорошее» – на долю таксонов с оценками «удовлетворительное», «критическое» и «деградирующее» приходится от 11 до 25% от состава коллекции;

состояние коллекции «удовлетворительное» – на долю таксонов с оценками «деградирующее», «удовлетворительное» и «критическое» приходится 36–50% от состава коллекции;

состояние коллекции «неудовлетворительное» – на долю таксонов с оценками «удовлетворительное», «критическое» и «деградирующее» приходится более 50% от состава коллекции.

Для целей мониторинга разработана электронная база данных «Мониторинг ботанических коллекций», в которой ведется регистрация значений параметров по каждой коллекции [22]. Разработанная система мониторинга состояния ботанических коллекций первоначально была в полном объеме апробирована на коллекции нарцисса [18]. Повсеместное введение ее в действие позволит получить объективную информацию о состоянии всех ботанических коллекций ЦБС НАН Беларуси и может найти применение в практике деятельности других учреждений аналогичного профиля.

3.7. Культурная флора декоративных травянистых растений Беларуси

Культурная флора многих регионов земного шара и ее адаптационный потенциал при интродукции растений в новые природные зоны до сих пор остаются слабо изученными. Это касается частично и территории Беларуси. Интродуцированная дендрофлора Беларуси изучена достаточно полно [23, 24], чего нельзя сказать о флоре травянистых растений, в частности декоративных, в отношении которой имеются лишь немногочисленные сообщения, касающиеся растений, культивируемых в ботанических садах [25, 26]. Отсутствуют сведения о широте и густоте заселенности культивируемых ареалов видов. Все перечисленные задачи наряду с традиционной – введением в культуру новых полезных видов – являются, на наш взгляд, актуальными на современном этапе развития ботанической науки, в частности, теории и практики интродукции.

Поэтому одним из направлений исследований лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений стало изучение культурной флоры декоративных травянистых растений Беларуси. С 2000 г. по разработанной методике начались экспедиционные обследования населенных пунктов нашей страны с целью сбора информации о культивируемых декоративных травянистых растениях.

Сотрудниками лаборатории собраны оригинальные данные о коллекциях всех ботанических садов Беларуси, обследованы цветники более чем на 2500 приусадебных участках, школьных территориях, а также озеленительные посадки в более чем 400 населенных пунктах всех областей республики (рис. 3.9, см. цв. вклейку). Создана фототека, включающая свыше 700 снимков цветников и декоративных растений, культивируемых в Беларуси, собрано около 300 листов гербария.

Особое внимание уделялось истории формирования культурной флоры Беларуси как одному из пластов национальной культуры нашего государства. На основании изучения архивных и литературных источников убедительно показано, что интродукция растений как один из факторов формирования культурной флоры имеет в Беларуси богатую историю и связана с именами известных отечественных ученых [25, 28].

В культурной флоре декоративных травянистых растений Беларуси зарегистрировано 4,5 тыс. наименований растений, в том числе около 500 видов и 4 тыс. сортов из 148 родов, принадлежащих к 51 семейству. В декоративном садоводстве к группе травянистых растений относят также полукустарники – барвинок, чабрец, лаванда. Их зарегистрировано 7 видов [27].

Большинство видов и сортов содержатся в коллекциях ботанических учреждений республики. Самые крупные коллекции декоративных травянистых растений собраны в ЦБС НАН Беларуси – 4,5 тыс. таксонов. Сравнительный анализ таксономического состава культурной и аборигенной флоры Беларуси показал, что интродуценты обогатили региональную флору представителями 26 новых семейств и 149 родов [27, 28].

Самое широкое видовое представительство имеет семейство *Asteraceae* (8,4% от общего количества). По численности сортов лидируют семейства *Liliaceae* (5 родов и 823 сорта) и *Amaryllidaceae* (соответственно 4 и 375). Это в основном многочисленные сорта тюльпанов, лилий, гиацинтов. Анализ географического происхождения видов культурной флоры показал, что наибольшим числом в ней представлена флора Восточной Азии (20% от общего количества видов). Доля растений флоры Южной Европы составляет 14%, североамериканской – 12%. Немногочисленны растения Африки и Австралии (менее 5%) [27, 28].

В структуре травянистых растений культурной флоры преобладают многолетники. Их насчитывается около 400 видов и свыше 3,5 тыс. сортов. Однолетние растения представлены примерно 100 видами и 400 сортами, двулетники – 10 видами и 50 сортами.

Важнейший результат интродукции – изменение ареалов видов. Ареал растений, культивируемых в новых условиях, называется культигенным [29].

Установлено, что наиболее широким культигенным ареалом на территории Беларуси характеризуются 120 видов [27]. Однако степень заселенности ареалов (или встречаемость) этих видов неодинакова. Наиболее высокая степень заселенности культигенного ареала на территории Беларуси характерна для *Hemerocallis fulva* L., *Asparagus officinalis* L., сортов *Aster novi-belgii* L., *Lychnis chalcedonica* L., *Chrysanthemum maximum* Ramond, сортов *Phlox paniculata* L. и *Paeonia lactiflora* Pall., *Paeonia officinalis* L. f. *rubra plena*, *Dahlia* × *cultorum* Thorsr. et Reir., *Lilium* × *hollandicum* Ramond, *Lilium tigrinum* Ker-Gawl., *Aconitum napellus* L., *Dianthus barbatus* L., *Callistephus chinensis* (L.) Nees, сортов видов рода *Tagetes* L., *Calendula officinalis* L., в последние годы – петунии. Перечисленные виды выращиваются повсеместно, встречаемость – от 40 до 100% от числа обследованных участков. Ряд видов стабильно сохраняется в посадках не одно столетие. К числу длительно (около 200 лет) выращиваемых в республике видов принадлежат *Hemerocallis fulva* L., *Asparagus officinalis* L., *Lychnis chalcedonica* L., *Callistephus chinensis* L., *Dianthus barbatus* L., *Lilium bulbiferum* L., *Lilium tigrinum* L., *Aconitum napellus* L. и др. В последние годы проявляется тенденция обогащения ассортимента цветов за счет новых видов и сортов луковичных культур (лилии, крокусы, тюльпаны, сциллы). Чаще выращивают астильбы (*Astilbe*), пестролистный сорта хосты (*Hosta*) и гейхеры (*Heuchera* × *hybrida*), бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch), сорта однолетников.

Список видов и сортов декоративных травянистых растений, наиболее часто культивируемых на приусадебных участках в Беларуси, их характеристика приведены в монографии [27].

Сопоставление ассортимента цветов в разных (как в административных, так и в этнографических) областях Беларуси не выявило ярко выраженных территориальных особенностей. Обнаружены некоторые новые тенденции в формировании современного ассортимента, которые со временем могут повлиять на облик сельского и городского фитодизайна. Все чаще в цветниках высаживают вербейник точечный (*Lysimachia punctata* L.), папоротник страусник (*Matteucia struthiopteris*), энотеру многолетнюю (*Oenothera perennis* L.), очиток видный (*Sedum spectabile*), современные сорта лилий, астильбы, петуний, клематисы. Из красивоцветущих кустарников широко распространилась гортензия метельчатая (*Hydrangea paniculata*). Одновременно сокращается ареал георгин, «золотых шаров», старинных сортов ириса и флокса метельчатого.

Ассортимент декоративных травянистых растений в современных озеленительных посадках коммунального хозяйства, организаций и учреждений Беларуси насчитывает около 60 наименований. Он существенно отличается от общей структуры культурной флоры. В организованных озеленительных посадках существенно возрастает доля однолетников (до 80%), представительство которых ограничено не более чем 10 родами (*Tagetes* L., *Salvia* L.,

Ageratum L., *Petunia* Juss., *Begonia* L., *Lobelia* L. и др.). В последние годы наблюдается тенденция расширения биологического разнообразия посадок за счет расширения видового разнообразия многолетников, а также введения в культуру ковровых однолетних растений (гацания, перилла, флокс Друммонда и др.).

Один из аспектов изучения культурной флоры – выявление местных, народных названий интродуцированных декоративных растений [27], что является несомненным вкладом в культурное наследие белорусского народа.

3.8. Селекционное улучшение интродуцированных растений

Исследования по селекционному улучшению интродуцированных декоративных растений и созданию новых сортов на базе собранного генетического материала проводятся в лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений с 1960-х гг. Наибольшие успехи достигнуты в селекции тюльпана и георгины [30]. В последнее десятилетие селекционные работы активизировались. В перечень объектов селекции включены нарциссы, примулы, лилии, гладиолусы и красивоцветущие кустарники (роза, рододендрон). Ниже приводится краткая характеристика сортов, полученных в лаборатории за последние 7 лет.

Лилия Зоренька (оригинатор Л. В. Завадская) – Жизель × Fuga. Растения высотой до 80 см. Стебель прямой, ребристый, коричневый. Соцветие кистевидное, из 17–22 кубковидных, смотрящих вверх цветков брусничного цвета, до 10 см в диаметре. Доли околоцветника перекрываются, их кончики изящно отогнуты книзу. Тычинки короче пестика. Тычиночные нити и столбик бежевые. Пыльники фиолетовые. Пыльца темно-коричневая. Рыльце вишневое. Коэффициент размножения 2/17. Цветет в июле. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2007 г.

Лилия Виктори (оригинатор Л. В. Завадская) – Наталия × Connecticut King. Растения высотой до 120 см. Стебель мощный, прямой, ребристый, темно-коричневый. Соцветие кистевидное из 12–19 широкочашевидных, в диаметре до 13 см, абрикосовых с легкой розовинкой цветков, смотрящих вверх. Доли околоцветника перекрываются, их концы заострены, изящно отогнуты книзу, до половины покрыты мелким темно-фиолетовым крапом. Края лепестков слегка волнисты. Нектарники и выросты на лепестках возле них с розовым опушением. Над нектарниками, выше крапа, заметен размытый желтоватый ореол. Тычинки чуть ниже пестика. Тычиночные нити светло-розовые. Пыльники темно-вишневые. Пыльца коричнево-красная. Столбик оранжевый. Рыльце вишневое. Коэффициент размножения 3/23. Цветет в июле. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2007 г.

Лилия Цветочек Аленький (оригинатор Л. В. Завадская) – Sun Ray × Connecticut Yankee. Растения высотой до 110 см. Стебель прямой, ребристый, темно-коричневый. Соцветие кистевидное из 10–14 широкочашевидных, в диаметре до 14 см, алых, без крапа цветков, смотрящих вверх. Нектарники короткие, опушенные. Тычинки короче пестика. Тычиночные нити и столбик оранжево-красные. Пыльники вишневые. Пыльца ярко-оранжевая. Рыльце тем-

но-вишневое. Коэффициент размножения 2/7. Цветет в июле. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2007 г.

Львиный зев Панева (оригинатор И. А. Коревко). Получен путем индивидуально-семейственного отбора от исходного сорта **Kimogy Varie**. Куст прямостоячий, округлый, сильно облиственный. Листья зеленые. Высота в период массового цветения до 30 см. Соцветие – кисть, цветки немахровые, двугубые. Верхняя сторона лепестков розовая, нижняя сторона и губа – желтые. Цветение обильное. Зацветает в начале июня и цветет до поздней осени. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2009 г.

Георгина Огни Минска (оригинатор И. А. Коревко). Исходная форма получена путем облучения семян гамма-лучами (Co⁶⁰). Характеризуется ранним (начало июля) и обильным цветением. Соцветие декоративное, оранжевое с малиновым оттенком. Диаметр цветка до 11 см. Высота растения до 100 см. Куст среднеоблиственный, лист зеленый. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2009 г.

Примула Спатканне (оригинаторы Н. М. Лунина, Н. Л. Белоусова). Получена путем отбора в природной популяции в Крыму. Короткокорневищное растение высотой до 15 см. Листья светло-зеленые. Венчик белый, диаметром до 3,6 см. На лепестках глубокая выемка. Зацветает в конце апреля – начале мая. Цветение продолжается 15–20 дней. Зимостойкая. Для групп, миксбордеров, моносадов на затененных участках. Коэффициент размножения при делении куста – 5–7. Включена в Государственный реестр Республики Беларусь с 2007 г.

В настоящее время на базе генофонда гладиолуса младшим научным сотрудником А. В. Кручонок ведутся работы по созданию селекционного фонда этой культуры. Получены перспективные гибридные формы, претендующие на статус кандидата в сорт, которые в ближайшее время планируется передать в государственное сортоиспытание. Гибриды отличаются оригинальными окрасками, размерами цветков, ранними сроками цветения, высоким коэффициентом размножения. В селекционные программы включены также рододендроны, роза, ряд многолетних декоративных растений, т. е. перспективы увеличения биоразнообразия культурной флоры декоративных растений Беларуси за счет сортов собственной селекции обнадеживающие, что в полной мере отвечает задачам, стоящим перед интродукционными подразделениями учреждения.

3.9. Практическое использование генофонда

Формирование коллекций, обеспечение наиболее широкого представительства в них видового и внутривидового разнообразия – важная задача ботанических садов. Однако на современном этапе развития общества не менее важно найти разумное применение и использование богатств растительного мира, которые созданы самой природой, и тех, к созданию которых приложен человеческий разум. Практическому использованию генофонда декоративных растений в деятельности ЦБС НАН Беларуси всегда уделялось большое внимание. В этом направлении строилась и научная работа, конечный резуль-

тат которой – введение новых декоративных растений в практику зеленого строительства, любительского цветоводства. В этих целях предусмотрена организация первичных участков размножения новых растений, разработка практических рекомендаций по размножению, агротехнике выращивания и использованию интродуцентов в озеленении. За последние 5–7 лет сотрудниками лаборатории (канд. биол. наук И. К. Володько, В. В. Гайшун, О. И. Свитковская, В. И. Фомич) разработаны технологии семенного размножения пиона древовидного и видовых рододендронов, вегетативного размножения клематиса гибридного, получения штамбовых роз. Подготовлены и изданы рекомендации по ассортименту весеннецветущих и теневыносливых растений для озеленения различных населенных пунктов Беларуси [31, 32].

На базе опытно-производственных участков лаборатории созданы маточники и организовано выращивание опытных партий посадочного материала новых декоративных растений. Ежегодный объем производства посадочного материала составляет около 20 тыс. посадочных единиц. Выращенный посадочный материал реализуется на договорных условиях предприятиям зеленого строительства, организациям республики для озеленения своих территорий. Услугами лаборатории широко пользуются озеленительные организации Минска, Орши, Пинска, Гомеля, Бобруйска, Новополоцка и других городов.

К сожалению, слабая база отечественного декоративного питомниководства не позволяет на данном этапе в полной мере использовать научный потенциал ЦБС НАН Беларуси в области интродукции декоративных травянистых растений. В связи с этим перед коллективом лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений на ближайшую перспективу ставится задача совместно с базовыми питомниками создать маточники и производственные участки размножения, разработать и освоить эффективные технологии репродукции новых ценных интродуцированных растений и внедрить их в практику озеленения.

**ИНТРОДУКЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНОФОНДА
ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ
ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ**

Ботанические коллекции лаборатории оранжерейных растений ЦБС НАН Беларуси – основная база для проведения научных и экспериментальных работ в области интродукции и акклиматизации тропических и субтропических растений мировой флоры, выявления как хозяйственно ценных растений, так и перспективных для использования в демонстрационно-просветительских и учебных целях. В настоящее время они имеют статус национально-го достояния Республики Беларусь и включают свыше 2000 таксонов, в том числе коллекции древесно-кустарниковых растений – 1123 таксона, суккулентов – 738, плодовых субтропических культур – 100, орхидей – 108, а также коллекционный и селекционный фонд герберы – 17 таксонов. На протяжении 2007–2011 гг. в коллекцию интродуцировано 102 таксона из 56 семейств. В большей степени удалось пополнить группу папоротников – на 10 таксонов, а также семейства *Acanthaceae* – на 10 таксонов, *Moraceae* – на 8, *Araceae*, *Are-caceae*, *Commelinaceae* и *Iridaceae* – на 5 таксонов.

Генофонд тропических и субтропических растений экспозиционной оранжереи ЦБС НАН Беларуси, которая была открыта для посещений в 2007 г., постоянно пополняется. Впервые за последние годы были привлечены: *Chrysalidocarpus lutescens* H. Wendl., *Jubaea chilensis* (Molina) Ball., *Licuala pumila* Blume ex Schult.f., *Vetchia merrillii* (Becc.) Becc., *Bismarkia nobilis* Hilderbrandt a. H. Wendl., *Carludovica palmata* Ruiz. a. Pav. (Araceae), *Philodendron pinnatifidum* (Jacq.) Schott., *Ph. goeldii* G. M. Barroso cv. Gothquenn (Araceae), *Mansoa alliaceae* (Lam.) A. H. Gentry (Bignoniaceae), *Cycas inermis* G. Lourejlo, *Cycas rumphii* Miq. (Cycadaceae), более 30 гибридных форм *Phalaenopsis* Blume, *Cymbidium* Swartz., *Vanilla* и др. (Orchidaceae). Общее пополнение составило около 50 таксонов, и настоящее время генофонд насчитывает более 350 таксонов и имеет большое значение для реализации просветительской и научной деятельности не только в рамках ЦБС НАН Беларуси, но и в целом для республики. В данной главе остановимся на отдельных коллекциях, выделенных в генофонде ЦБС НАН Беларуси в последние годы, а также на разноплановом изучении тропических и субтропических растений.

4.1. Папоротникообразные (Pteridophyta)

Среди восьми новых семейств, включенных в последние годы в коллекционный фонд тропических и субтропических растений ЦБС НАН Беларуси (*Buddleya-ceae*, *Acoraceae*, *Plantaginaceae*, *Strychnaceae*, *Ranunculaceae*, *Marattiaceae*, *Schizaceae*, *Woodsiaceae*), последние три семейства относятся к Папоротникообразным (Pteridophyta). Большой объем работ был выполнен по систематизации, каталогизации отдельных коллекций, идентификации таксонов неизвестной и сомнительной систематической принадлежности, который потребовал участия зарубежных специалистов (ГБС РАН, Москва; БИН им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург; ЦРБС НАН Украины, Киев). В частности, это коснулось коллекции Папоротникообразных. Под руководством ведущего специалиста в этой области, доктора биологических наук Е. М. Арнаутовой (Ботанический сад БИН им. В. Л. Комарова РАН) была проведена работа по идентификации накопленного в ЦБС НАН Беларуси материала. Следует выделить несколько этапов в формировании данной коллекции (1971–1975, 1980–1982 и 2006–2010 гг.), когда из ведущих ботанических учреждений Москвы, Санкт-Петербурга, Киева и стран Балтии старшим научным сотрудником В. Н. Чертович было привлечено около 80 видов и внутривидовых таксонов, которые прошли интродукционные испытания и успешно культивируются в настоящее время.

Семейство Marattiaceae. Папоротники данного семейства в каменноугольном и пермском периодах занимали огромные пространства на Земле. До нашего времени сохранилось всего 7 родов, обитающих в дождевых тропических лесах восточного полушария. В коллекции это семейство представлено *Angiopteris polytheca* Tardieu et C. Chr. В отличие от других папоротников у основания листьев этого растения образуются прилистниковые придатки, свойственные только *Angiopteris* и служащие защитным и запасующим органом.

Семейство Schizeaceae представлено травянистыми видами, реже лианами из субтропических и тропических областей. В коллекцию привлечены *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw. с лиановидными, отмирающими на неблагоприятный период листьями и *Anemia phyllitidis* (L.) Sw. из тропической Америки, который имеет трижды перисторассеченные листья, из которых два фертильные, одно – стерильное.

Семейство Woodsiaceae представляет в коллекции *Athyrium proliferum* (Lam.) Kaulf. – кочедыжник отпрысковый. Родина – тропическая Азия. Это мощный папоротник со множеством отводковых почек, из которых развиваются молодые растения (рис. 4.1, см. цв. вклейку).

Семейство Blechnaceae. В тропиках Старого Света распространены 5 видов рода *Stenochlaena*, а в коллекции ЦБС это семейство представлено *Stenochlaena palustris* J. Sm. Характерный признак данного вида – способность к образованию множества придаточных корней, с помощью которых в природе он может достигать вершин деревьев.

4.2. Коллекция цитрусовых культур

Коллекция видов, сортов и гибридов рода *Citrus* L. (сем. *Rutaceae* Juss.) начала формироваться в ЦБС НАН Беларуси с 1974 г. по инициативе академика АН БССР и АН Таджикской ССР Н. В. Смольского. Началом коллекции послужил сорт лимона «Павловский», полученный из Богородского плодопитомнического совхоза. В 1978 г. из Батуми были привезены лимон сорта Новоафонский, мандарин Уншиу и апельсин Washington Nuvel.

В 1991 и 1996 гг. из Института горного садоводства г. Сочи получены сорта лимонов Мейера, Ponderosa, Новогрузинский, Кантонский, Вилла-Франка, Eureca, Lisbon, Мир. В 1995 г. коллекция цитрусовых пополнилась сортом лимона Скерневицкий и цитроном Рука Будды (*Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* (Hoola van Nooten) Swingle) из Польши, а в 2001 г. – культиварами межродового гибрида цитруса и кумквата – × *Citrofortunella* (Blanco) J. Ingram & Н. Е. Moore, японским пестролистным каламондином, полученным из Ботанического института РАН им. В. Л. Комарова (Санкт-Петербург). Коллекция активно пополняется за счет обмена с любителями-цитрусоводами и ведущими в этой области научными учреждениями других стран, в настоящее время она представлена 83 таксонами [1].

Лимон и его гибриды: *Citrus limonelloides* Hay., *Citrus* × *meyeri*, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Eureca, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Monackello, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Мир, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Санта-Тереза, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Новогрузинский, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Павловский, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Пандероза, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Скерневицкий, *Citrus limon* (L.) Burm. f. cv. от Чакватадзе, *Citrus limon* (L.) Burm. f. cv. Мелароза (Melarosa), *Citrus limon* (L.) Burm. f. cv. средиземноморский, *Citrus limon* (L.) Burm. f. cv. Газенко, *Citrus limon* (L.) Burm. f. cv. Одиши, *Citrus limon* (L.) Burm. f. cv. Уварова, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Del Brasil, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Кузнера, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Киевский крупноплодный, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Юбилейный, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Genoa, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Lisbon, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Interdonato Speciale, *Citrus limon* (L.) Burrm. f. cv. Ново-Зеландский.

Мандарин и его гибриды: *Citrus unshiu* Marc., *Citrus unshiu* Marc. cv. Kawano Vasse, *Citrus unshiu* Marc. cv. Сочинский № 23, *Citrus unshiu* Marc. cv. Пионер № 80, *Citrus unshiu* Marc. cv. Юбилейный, *Citrus unshiu* Marc. cv. Иверия, *Citrus unshiu* Marc. cv. Сахарный, *Citrus unshiu* Marc. cv. Черноморский, *Citrus reticulata* Blanco cv. Salicifolia, *Citrus unshiu* Marc. cv. Миллениум-1, *Citrus unshiu* Marc. cv. Миллениум-2, *Citrus unshiu* Marc. cv. Сентябрьский, *Citrus unshiu* Marc. cv. Анасеули Саадрео, *Citrus unshiu* Marc. cv. Юбилейный, *Citrus clementina* hort. ex Tanaka cv. Кики, Гибрид 99-2, Гибрид 2-11 (*C. unshiu* Marc. cv. Afrenla), Гибрид 3252 (*C. unshiu* Marc. × *C. leiocarpa* Tan. × *C. paradisi* Macf.), *Citrus leiocarpa* Tan., *Citrus junos* Sieb. ex Tanaka, *Citrus reshni* Tan. *Citrus clementina* hort. ex

Tan. cv. Cafin, *Citrus clementina* hort. ex Tan. cv. Montreal × *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Tarocco – tangor tacil.

Апельсин и его гибриды: *Citrus bergamia* Risso., *Citrus bergamia* Risso. cv. Грушевидный, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. cv. Valencia, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. cv. Washington Navell, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Thompson Navel, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Tarocco Tapi, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Грушевидный Королек, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. cv. Sanguinello, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck × *Fortunella japonica* (Lour.) Swingle, *Citrus bigaradia* Risso., *Citrus bigaradia* Risso. cv. Павловский, *Citrus* × *natsudaidai* Hay. – Натсу-Микан.

Грейпфрут и его гибриды: *Citrus paradisi* Macfad. cv. 1016, *Citrus paradisi* Macfad. cv. Гульрипшский, *Citrus paradisi* Macfad. cv. Pernambuko, *Citrus paradisi* Macfad. cv. Юбилейный.

Кумкват: *Fortutella margarita* (Lour.) Swingle, *Fortutella japonica* (Lour.) Swingle.

Межродовые гибриды цитруса и кумквата: × *Citrofortunella mitis* (Blanco) J. Ingram & H. E. Moore cv. Variegata, × *Citrofortunella mitis* (Blanco) J. Ingram & H. E. Moore (cv. 1), × *Citrofortunella mitis* (Blanco) J. Ingram & H. E. Moore (cv. 2), × *Microcitronella* sp. (× *Citrofortunella microcarpa* × *Fortunella* sp.) × *Microcitrus australasica* – Faustrime.

Лиметта и сладкий лайм: *Citrus limetta* Riss., *Citrus limetta* Riss. cv. Мелкий комнатный, *Citrus limettioides* Tan.

Цитрон и его гибриды: *Citrus medica* L., *Citrus medica* L. cv. Павловский шишкан, *Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* (Hoola van Nooten) Swingle, *Citrus medica* cv. Цитронелла, *Citrus medica* L. cv. Variegata, *Citrus medica* L. cv. Grandis, *Citrus medica* L. × *Citrus grandis* Osb., *Citrus medica* L. var. Ethrog.

Гибрид помело: *Citrus grandis* Osb. var. *pyriformis* Hassk.

Род *Poncirus* представлен видом *Poncirus trifoliata* (L.) Rafin.

Слабая морозостойкость цитрусовых ограничивает ареал их культивирования. Родина этих растений – Индия, Китай и тихоокеанские тропические острова. В дикорастущем состоянии лимон неизвестен. Широко культивируется во многих странах с субтропическим климатом. В СНГ культивируется на Кавказе и в Средней Азии. В климатических условиях Беларуси возрастает потребность в комнатном цитрусоводстве, что влечет необходимость в масштабных и разносторонних исследованиях в области интродукции цитрусовых культур в защищенный грунт. Современные технологии и передовой опыт ведущих научных учреждений в этой области способствуют продвижению их в более северные регионы: Киев, Харьков, Донецк, Подмоскowie, Павлово-на-Оке и др.

На основе многолетних наблюдений были отобраны два сорта лимона, наиболее перспективные для выращивания в закрытом грунте в условиях Беларуси – лимон Мейера и лимон сорта Эврика. Сорт Мейера требует меньшей площади питания, что позволяет значительно увеличить число растений на плантации, а для закрытого грунта это имеет решающее значение. Опыты по внедрению карликовых лимонов в промышленную культуру нашей республики показали большую перспективность этого сорта.

На базе коллекции проводятся различные исследования для установления оптимальных условий содержания культуры цитрусовых, разрабатываются и проходят испытания удобрения, обеспечивающие полное минеральное и микроэлементное питание, разрабатываются специализированные субстраты.

Оптимальная температура произрастания лимона в зимний период – +10–12 °С. При кратковременном понижении температуры до –2 °С повреждения растений зафиксировано не было, однако при температуре –4–5 °С растения погибали. Оптимальная влажность воздуха – 60–70%, влажность почвы – 50–70% полной влагоемкости. Летом в солнечную и жаркую погоду необходимые мероприятия – проветривание оранжереи и дополнительное увлажнение воздуха.

Цитрусовые культуры повреждаются более чем 50 видами вредителей, большинство из которых являются представителями субтропической энтомофауны, завезенными вместе с интродуцированными растениями. Основные вредители коллекции цитрусовых культур ЦБС НАН Беларуси – щитовки и ложнощитовки (*Aonidilla citrine* Coq., *Ceroplastes sinensis* Green., *Ceroplastes japonicus* Green), оранжерейный (тепличный) трипс (*Heliothrips haemorrhoidalis* Botche), красный цитрусовый клещ (*Metatransychus citri* Meg). Большую опасность в наших условиях имеет поражение сажистым грибом (*Capnodium* Mont., *Tripodsporium*, *Aithaloderma* Tschudi, *Limacinia* Neger и др.) в осенний период при высокой влажности и низкой температуре.

Обобщение результатов по опыту выращивания цитрусовых культур в оранжерейных условиях ЦБС НАН Беларуси показывает, что при соблюдении теплового, светового, водного режимов и комплекса агротехнических мероприятий в тепличных хозяйствах Беларуси можно обеспечить условия для успешного культивирования культуры цитрусовых. Однако для закладки маточной и сырьевой плантации необходимо продолжить комплексные исследования в области горшечной культуры и современных технологий размножения.

Кроме промышленной культуры цитрусовые представляют интерес в качестве декоративной и плодовой культуры для комнатного озеленения.

4.3. Мониторинг ритмов роста и развития тропических и субтропических растений в условиях оранжерей ЦБС НАН Беларуси

Научная ценность ботанических коллекций во многом определяется точностью ее документирования. На современном этапе актуально создание электронных баз данных, включающих сведения не только о таксономической принадлежности, синонимике, экологической и географической приуроченности видов в природе, времени и источниках интродукции видообразцов, но и фенологические данные.

В местах естественного произрастания тропических деревьев, в дождевых лесах их феноритмика зависит от интенсивности солнечной радиации. С увеличением расстояния от экватора годовое количество осадков снижается, и сезонная засуха становится одним из градиентов, вдоль которого влажные вечнозеленые тропические леса сменяются полулистопадными и листопадными

лесами, называемыми муссонными. В период засухи растения с поверхностной корневой системой испытывают водный стресс, что приводит к массовому листопаду, задержке роста побегов и камбиального роста, и это выражается в образовании четких годовых колец в древесине [2]. Регидрация после первых сильных дождей влажного сезона вызывает раскрытие почек и быстрый рост побегов. У деревьев, произрастающих в низинных экотопах и по берегам рек, наблюдается более короткий безлистный период [3].

В муссонных лесах, где деревья в течение засушливого периода находятся в безлистном состоянии, именно возрастание солнечной радиации индуцирует синхронный рост молодых побегов и цветение в конце сухого сезона. Это обычно происходит за несколько недель до первых дождей влажного сезона и обеспечивается абсорбцией влаги глубоко проникающими в почву корнями [4]. Подобное поведение отмечено и для древесных стеблевых суккулентных видов [5]. У отдельных древесных видов в Центральной Америке рост побегов и цветение происходят осенью, в конце влажного сезона, но это связано со снижением солнечной радиации [6].

В условиях дождевого тропического леса в бассейне реки Амазонки продолжительность жизни листьев у древесных растений зависит от световых условий их местоположения: при различной степени их затенения в нижних ярусах леса сроки жизни листьев увеличиваются по сравнению с таковыми в верхних частях кроны и у деревьев на прогалинах [7].

Приоритетное направление деятельности ботанических садов как держателей коллекционных фондов мировой флоры – сохранение биоразнообразия растительного мира. Что касается представителей тропической и субтропической флоры, то интродукция их в условия умеренного климата требует создания соответствующих режимов их содержания, максимально приближенных к условиям естественных мест обитания. Это обеспечивается культивированием их в закрытом грунте, в оранжереях. Вместе с тем эти условия остаются весьма приближенными к естественным по световому, температурному и влажностному режимам, что не может не сказаться на особенностях их сезонного роста и развития. И в этом случае необходим мониторинг, позволяющий выявить эти изменения.

С 2008 г. эти исследования по методу Н. Hatta, D. Darnaedi [8, 9] проводятся нами в конкретных условиях оранжерей ЦБС НАН Беларуси. Исследованиями охвачено в настоящее время 58 таксонов древесных растений, относящихся к 31 семейству и 48 родам. Эти растения интродуцированы в коллекцию фондовой оранжереи из разных ботанических садов с 1961 по 2005 г. Полученные данные будут использованы для создания базы данных коллекции тропических и субтропических видов ЦБС НАН Беларуси. Для характеристики микроклиматического режима в оранжереях были стационарно установлены регистрирующие термогигрометры ИВА-6АР, фиксирующие температуру и относительную влажность воздуха.

Как следует из данных, представленных в табл. 4.1, в оранжереях, где моделируется тропический тип климата, среднемесячные температуры воздуха

изменяются от +18,9 °С в сентябре и ноябре до +25,4 °С в июле, а относительной влажности воздуха – от 49,1 до 77,3%. В оранжереях с субтропическим типом климата среднемесячные температуры воздуха колебались от +12,3 °С в январе до +24,5 °С в июле, а относительная влажность воздуха – от 74,1 до 93,0%. Среднегодовые значения температуры воздуха в оранжереях с тропическим и субтропическим типом климата составили +20,4 и +17,2 °С соответственно.

Таблица 4.1. Характеристика микроклиматического режима в секциях «Тропики» и «Субтропики» оранжерей ЦБС НАН Беларуси (2010–2011 гг.)

Месяц	Секция «Тропики»						Секция «Субтропики»					
	температура воздуха, °С			относительная влажность воздуха, %			температура воздуха, °С			относительная влажность воздуха, %		
	сред-няя	абс. max	абс. min	сред-няя	абс. max	абс. min	сред-няя	абс. max	абс. min	сред-няя	абс. max	абс. min
Январь	19,2	24,5	15,4	52,9	71,3	33,7	12,3	21,4	5,9	74,7	90,6	52,7
Февраль	19,6	24,7	14,4	58,3	80,2	41,0	15,7	21,4	12,7	77,4	91,6	61,0
Март	20,0	29,9	13,6	54,5	80,4	28,6	16,5	24,5	11,5	75,9	92,7	57,8
Апрель	19,2	28,8	10,2	65,6	86,6	36,4	17,2	26,9	8,3	74,9	94,1	49,0
Май	19,3	36,0	13,3	77,3	97,3	25,4	17,7	33,0	10,1	88,2	98,3	42,3
Июнь	21,6	34,7	13,4	71,1	98,7	30,6	21,2	34,0	13,4	79,9	99,6	42,4
Июль	25,4	39,3	18,4	73,3	93,7	32,1	24,5	37,3	17,9	81,7	100	40,0
Август	23,2	37,3	13,2	75,2	94,4	43,9	22,2	33,3	11,9	84,9	99,7	49,4
Сентябрь	18,9	28,3	13,6	73,0	95,8	44,4	15,1	24,9	6,2	93,0	98,4	68,9
Октябрь	19,5	27,2	12,4	57,7	81,3	31,9	15,5	25,5	4,1	82,9	97,0	56,3
Ноябрь	18,9	24,5	13,9	63,4	82,0	38,8	14,9	22,2	6,7	75,2	91,3	53,8
Декабрь	19,9	26,3	13,7	49,1	70,4	33,2	13,6	21,7	6,2	74,1	94,7	50,1
Среднегодовое значение	20,4	30,1	13,8	64,3	86,0	35,0	17,2	27,2	9,58	80,2	95,7	52,0

Согласно нашим наблюдениям, в июле в условиях оранжереи ЦБС освещенность в солнечные дни достигала 50–60 тыс. лк, а в пасмурные – 10–15 тыс. лк. В зимний период она составляла в ясную погоду 1200 лк, в пасмурную – 100–700 лк без искусственного досвечивания.

Рассмотрим результаты трехлетних наблюдений за ростом и развитием тропических и субтропических растений, культивируемых в условиях фондовой оранжереи ЦБС на примере следующих видов.

Psidium guajava L. (сем. *Myrtaceae*) – псидиум гуаява. Представитель флоры тропиков Центральной и Южной Америки, произрастает на открытых участках до 2000 м над уровнем моря. В горшечной культуре ЦБС – дерево, в возрасте 15 лет 2,3 м в высоту и 3,5 см в диаметре ствола у основания; цветет и плодоносит (рис. 4.2, см. цв. вклейку).

Как следует из данных, представленных на рис. 4.3, а, за трехлетний период исследований у *P. guajava* в условиях оранжереи ЦБС зрелая листва сохранялась у более 60% побегов, т. е. на уровне ранга 4–5. Стареющую (желтую) листву отмечали у 30–50% побегов в течение всего периода наблюдений, т. е. на уровне ранга 2–3, что свидетельствует о почти непрерывном круглогодичном листопаде. За период наблюдений активный вегетативный рост побегов отмечался 1–2 раза

в году в течение полутора-трех месяцев почти в одинаковые календарные сроки – в апреле – июне (ранг 3–5). Рост побегов полностью отсутствовал (растущие побеги в ранге 1) в осенне-зимний период в течение четырех месяцев.

Бутонизация и цветение у *P. guajava* происходили регулярно – ежегодно за период наблюдений. Бутоны формируются на молодом приросте, поэтому сроки бутонизации следуют за датами роста побегов. Цветение наблюдали в течение одного-трех месяцев в период с апреля по июль на небольшом числе побегов (ранг 2, т. е. менее чем на 30% побегов), плоды завязывались нерегулярно – один раз за трехлетний период наблюдений (рис. 4.3, б).

Верхушечные почки у *P. guajava* открытые и в условиях оранжерейной культуры иногда отмирают (из-за солнечных ожогов летом либо от температурных перепадов в осенне-зимний период). На рис. 4.3, в представлены данные по приросту опытных побегов и изменению числа листьев. Из них следует, что у *P. guajava* отмечаются периоды роста отдельных побегов в течение 1–1,5 мес. и периоды покоя (9–10 мес.), т. е. вид характеризуется ритмичным ростом побегов в условиях оранжереи. Долговечность листовой у растений тропического и субтропического климатов может сохраняться на побегах в течение нескольких лет, а смена листовой не всегда четко связана с сезонностью, как у растений умеренного климата в открытом грунте. Изменение числа листьев на побегах у *P. guajava* свидетельствует о том, что идет постоянное опадение старой листовой: в период роста побега число листьев возрастает, в период отсутствия роста побега оно постепенно снижается. Продолжительность жизни листовой у *P. guajava* составляет от 6 (0*3) до 17–18 мес. (0*6, +1*5 и +1*3) (рис. 4.3, г).

Таким образом, из полученных результатов следует, что в условиях оранжереи ЦБС *P. guajava* представляет собой вечнозеленое дерево с сезонной сменой листовой (1Vb), у которого побеги характеризуются синхронным ритмичным ростом с одним-двумя пиками в году (2Vi, 3Vl). Цветение отмечается один раз в год (ранг 2) (4Re) весной-летом (5Rl) синхронно по годам (6Rm), наблюдали незрелые плоды (7Rq). Следовательно, формула типа роста и развития для *P. guajava* в условиях фондовой оранжереи ЦБС НАН Беларуси 1Vb:2Vi:3Vl:4Re:5Rl:6Rm:7Rq.

***Cinnatomum camphora* (L.) Nees et Eberm.** (сем. *Lauraceae* Juss.) – коричник камфорный, или лавр камфорный. Представитель субтропиков Центрального и южного Китая, Тайваня, Японии, Кореи, Вьетнама. В условиях оранжереи ЦБС это дерево в возрасте 10 лет в горшечной культуре высотой 130 см, с диаметром ствола у основания 1 см.

За период наблюдений листовая у *C. camphora* наблюдалась у более 80% побегов (ранг 5). Отмечалась частичная смена листовой у менее 30% побегов (ранг 2), при этом опадение листовой происходило редко и в разные сезоны года (летом, осенью, зимой). Активный вегетативный рост у 60–100% побегов (ранг 3 и 4) происходил один-два раза в год в сходные календарные сроки (май – июль и февраль – апрель). Периоды, характеризующиеся полным отсутствием роста особи, приходились на осенне-зимний сезон и длились 3–5 мес. (рис. 4.4, а). Бутонизации, цветения и плодоношения у *C. camphora* за трехлетний период наблюдений не отмечено (рис. 4.4, б).

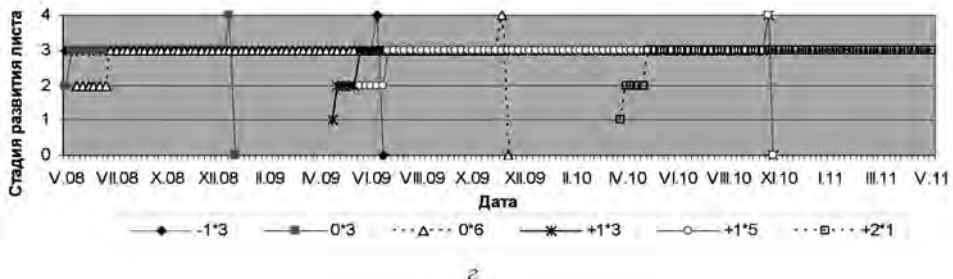
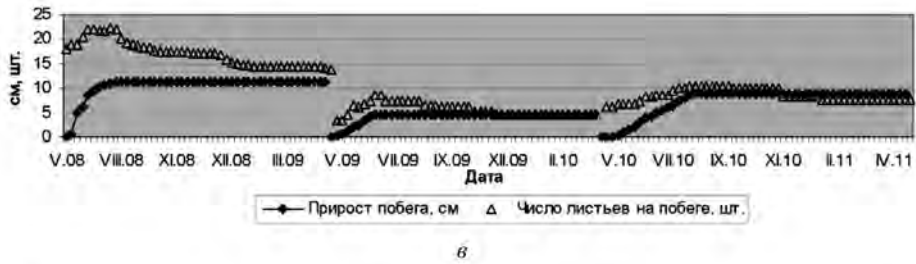
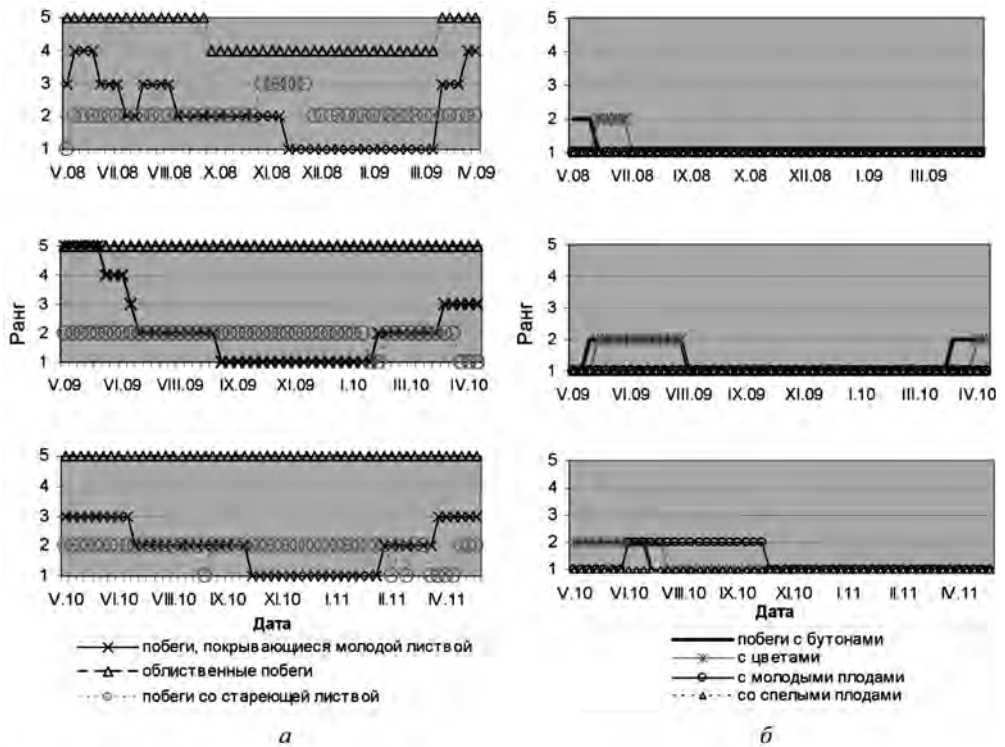
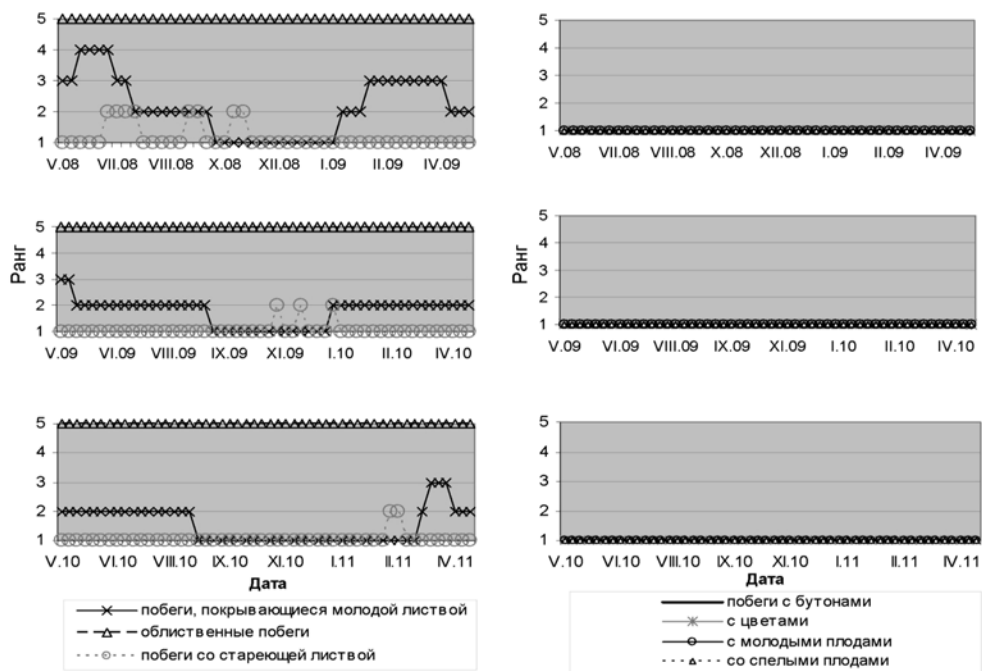
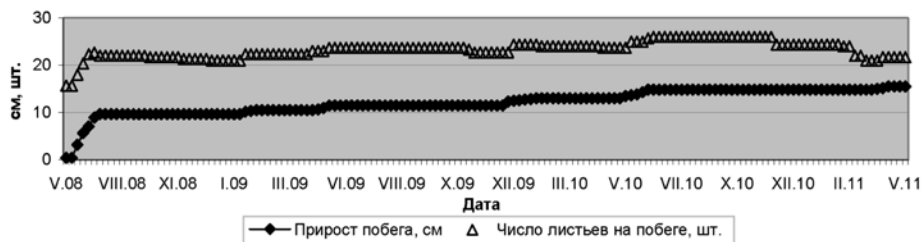


Рис. 4.3. Вегетативный (а) и генеративный (б) рост, прирост побегов и изменение числа листьев (в) и стадии развития опытных листьев (г) *Psidium guajava* L. в условиях фондовой оранжереи ЦБС НАН Беларуси

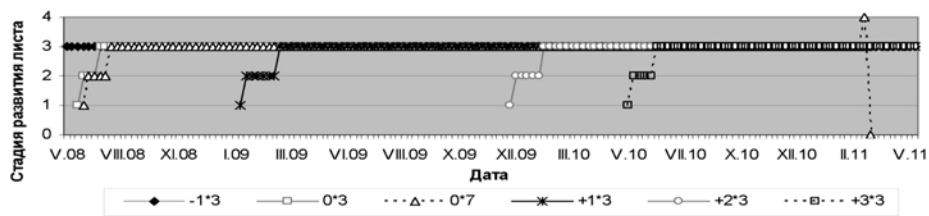


а

б



в



г

Рис. 4.4. Вегетативный (а) и генеративный (б) рост, прирост побегов и изменение числа листьев (в) и стадии развития листа (г) у *Cinna latifolia* (L.) Nees et Eberm. в условиях фондовой оранжереи ЦБС НАН Беларуси

Из данных, представленных на рис. 4.4, в, видно, что для индивидуальных побегов *C. camphora* характерен ритмичный рост с короткими периодами удлинения побегов и более длительными (2–10 мес.) периодами покоя. Продолжительность жизни опытных листьев у *C. camphora* составила более 3 лет (–1*3) либо 2 года и 8 мес. (0*7) (рис. 4.4, г).

Таким образом, как показали проведенные исследования, *C. camphora* представляет собой вечнозеленое древесное растение с непрерывной сменой листвы (1Va), рост побегов наблюдается синхронно один-два раза в год (2Vi, 3Vi). Фазы бутонизации, цветения и плодоношения не отмечены. Следовательно, формула типа роста и развития для *C. camphora* в условиях фондовой оранжереи ЦБС НАН Беларуси 1Va:2Vi:3Vi:4Rf:5-:6-:7-.

В практическом аспекте полученные нами результаты фенологических исследований служат научной основой при разработке рекомендаций по содержанию растений, а также подборе ассортимента тропических и субтропических видов для озеленения интерьеров различного назначения в условиях умеренного климата. Особый интерес представляют полученные нами результаты в свете сравнения с подобными данными других авторов, полученными для видов, произрастающих в зоне тропиков и субтропиков. В данном случае нам удалось сравнить собственные результаты с результатами наблюдений Н. Hatta, D. Darnaedi [8]. Идентичных видов для сравнения оказалось 6: *Psidium guajava* L., *Theobroma cacao* L., *Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Magnolia grandiflora* L., *Nandina domestica* Thunb.

Как видим из данных табл. 4.2, в условиях оранжерейного культивирования растений температурный режим имеет большие по сравнению с естественными условиями произрастания и среднегодовые, и суточные колебания. В условиях искусственного полива в оранжереях отсутствует засушливый период. Но более всего различия касаются долготы светового дня и падающей суммарной радиации, недостаток которой в условиях умеренного климата особенно велик.

Таблица 4.2. Характеристика условий произрастания растений в оранжерее ЦБС НАН Беларуси и ботанических садов на о. Ява

Характеристика	ЦБС НАН Беларуси, г. Минск, 53°54' с. ш., 27°34' в. д.		Ботанические сады о. Ява, 6°37' ю. ш., 106°32' в. д.	
	«Тропики»	«Субтропики»	Богор	Чибодас
Среднегодовая температура воздуха, °C	+20,4	+17,2	+25	+20,5
Годовая амплитуда температуры воздуха, °C	6,2	12,2	1–2	1–2
Суточная амплитуда температуры воздуха, °C	0,9–17,9	0,8–17,7	10–12	12
Среднегодовая относительная влажность воздуха, %	64,3	80,2	82	83,6
Годовая амплитуда относительной влажности воздуха, %	28,2	18,9	9	7
Среднегодовое количество осадков, мм	Искусственный полив		3972	3000
Среднегодовая суммарная солнечная радиация, ккал/см ²	89,1	89,1	160	160
Длина дня, ч и мин	7 ²⁸ –17 ⁰³		11 ⁴⁵ –12 ²⁹	

Результаты сравнения особенностей сезонного роста и развития перечисленных видов в условиях фондовой оранжереи ЦБС и у аналогичных видов, произрастающих в тропическом климате о. Ява, представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Особенности сезонного роста и развития некоторых тропических и субтропических растений в условиях фондовой оранжереи ЦБС НАН Беларуси и тропического климата ботанических садов о. Ява

Вид	Формула роста и развития вида	
	ЦБС НАН Беларуси	Ботанические сады о. Ява
<i>Psidium guajava</i>	1Vb:2Vi:3Vl:4Re:5Rl:6Rm:7Rq	1Vc:2Vg:3Vm:4Rd:5Rl:6Ro:7Rr
<i>Theobroma cacao</i>	1Va:2Vi:3Vm:4Re:5Rl:6Rm:7Rp	1Va:2Vh:3Vn:4Rb:5Rg:6Rm:7Rr
<i>Cinnamomum camphora</i>	1Va:2Vi:3Vl:4Rf:5-:6-:7-	1Va:2Vi:3Vm:4Rf:5-:6-:7-
<i>Eriobotrya japonica</i>	1Va:2Vi:3Vm:4Rf:5-:6-:7-	1Va:2Vh:3Vl:4Rc:5Ri:6Rm:7Rr
<i>Magnolia grandiflora</i>	1Va:2Vi:3Vm:4Rf:5-:6-:7-	1Vb:2Vg:3Vn:4Rc:5Rh:6Rn:7Rq
<i>Nandina domestica</i>	1Vb:2Vj:3Vl:4Re:5Rl:6Rn:7Rr	1Vb:2Vg:3Vm:4Rb:5Rg:6Ro:7Rr

Ниже приводим характер изменений следующих признаков: 1) *по характеру смены листвы* – из полувечнозеленых, характерных для условий тропиков, виды становятся вечнозелеными с сезонной сменой листвы (*P. guajava*), а у вечнозеленых сезонная смена листвы заменяется непрерывной (*T. cacao*); 2) *в типах роста побегов* – из полунепрерывного он становится ритмичным с двумя (*P. guajava*, *M. grandiflora*) или одним (*N. domestica*) пиком роста в году либо число периодов роста побегов в году сокращается с четырех-пяти до двух (*T. cacao*, *E. japonica*); 3) *в продолжительности, обилии и количестве периодов цветения в году* – вместо непрерывного цветения в течение всего года наблюдаем всего один-два периода цветения (*N. domestica*, *T. cacao*) либо вид вообще перестает цвести (*M. grandiflora*, *E. japonica*); снижается обилие цветения (*P. guajava*); 4) *в наличии плодоношения* – если в тропическом климате плоды вызревают, то в условиях оранжереи ЦБС наблюдаем только молодые плоды (*P. guajava*) или плоды не завязываются вовсе (*T. cacao*); 5) *в синхронности календарных сроков периодов роста побегов* – синхронность повышается (*P. guajava*, *T. cacao*, *C. camphora*, *N. domestica*, *M. grandiflora*); 6) *в синхронности календарных сроков периодов цветения* – синхронность повышается (*N. domestica*, *P. guajava*).

По продолжительности жизни листьев разница состоит в том, что в условиях ЦБС мы наблюдаем более длительное сохранение их на растениях (рис. 4.5).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в условиях фондовой оранжереи ЦБС НАН Беларуси изученные виды отличаются по ритмам роста и развития от идентичных видов, произрастающих в условиях тропиков (о. Ява), что выражается сокращением периодов роста побегов и числа этих периодов, снижением обилия и периодичности цветения,

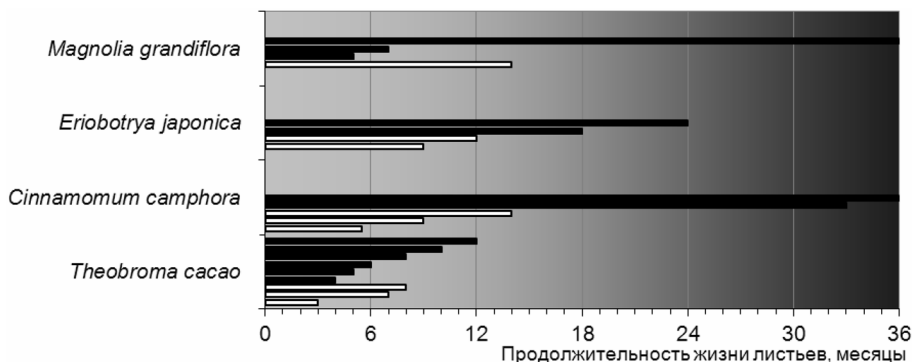


Рис. 4.5. Продолжительность жизни листьев у некоторых тропических и субтропических растений в условиях фондовой оранжереи ЦБС НАН Беларуси (черные линии) и в условиях тропического климата ботанических садов о. Ява (белые линии)

более равномерным и не столь массовым листопадом, большей продолжительностью жизни листьев, что в совокупности следует рассматривать как результат приспособления растений к новым условиям произрастания, в первую очередь к световому режиму в осенне-зимний период с коротким световым днем и более длинным в летний период, а также с более низкой суммарной солнечной радиацией в условиях умеренного климата.

4.4. Орхидеи ЦБС НАН Беларуси: исследования анатомической структуры вегетативных и генеративных органов гибридных форм *Phalaenopsis* Blume (Orchidaceae Juss.)

По международной системе APG II на основании универсальной систематики Р. Дресслера семейство Orchidaceae подразделяется на 5 подсемейств: Apostasioideae, Cypripedioideae, Vanilloideae, Orchidoideae, Epidendroideae [10–14].

Phalaenopsis – род эпифитных, (иногда литофитных) травянистых растений подтрибы Aeridine трибы Vandae подсемейства Epidendroideae семейства Orchidaceae класса Liliopsida (однодольные) отдела Magnoliophyta (покрытосеменные). Триба Vandae делится на 3 подтрибы, самая многочисленная из которых – подтриба Aeridine (103 рода и около 1000 видов) – включает растения азиатского и австралийского происхождения, в то время как другие подтрибы представлены африканскими видами [13].

Родина видовых форм рода *Phalaenopsis* – страны Юго-Восточной Азии и острова Малайского архипелага. Распространены в тропических лесах по направлению от Индии через юг Китая, Тайские страны, Индонезию, Филиппины, Новую Гвинею до северо-востока Австралии (штат Квинсленд).

Род *Phalaenopsis* Blume объединяет тропические моноподиальные эпифитные орхидеи, иногда литофитные. По типу роста – розеточные растения

с блестящими, мясистыми, сидячими листьями удлинённо-эллиптической формы. Стебель не ветвится, медленно, неограниченно долго нарастая в длину, с приростом всего 1–2 листа в год, достигая у взрослого растения, как правило, 4–6 листьев. Кистевидные соцветия, длиной до 80 см, от мало- до многоцветковых, расположены на наклонных цветоносах, сформированных в пазухах листьев. Оригинальные и многообразные по форме цветки бывают разной величины, обычно ярко окрашенные, имеют продолжительный период цветения и обладают высокими декоративными качествами. Корневая система состоит из многочисленных воздушных придаточных корней, которые образуются на укороченном стебле и направлены не только вниз, но и горизонтально вверх. Эпифитные орхидеи используют в качестве опоры другие растения и посредством корней крепятся за кору стволов деревьев.

Большинство современных исследований рода *Phalaenopsis* касаются вопросов гибридизации и репродукции гибридных форм и культиваров, что представляет определенный коммерческий интерес. Культура орхидей достаточно широко развита во многих странах мира. После удачных экспериментов по клональному микроразмножению получено множество генетических вариаций фаленопсиса, и данное направление является главным в настоящее время. Практическое значение этой культуры возросло с появлением тетраплоидных гибридов. Фаленопсисы с успехом используются в качестве промышленной культуры в Европе, Америке, Японии, Китае и ряде других стран. Основные мировые научные исследования связаны с разработками ускоренной и эффективной репродукции орхидей [15]. Это пример того, как коммерческий успех способствовал развитию целого ряда научных направлений, в том числе клеточной биотехнологии.

В данной работе мы коснулись наименее изученных к настоящему времени вопросов, которые стали актуальными при интродукции и культивировании этих растений в качестве комнатных. До настоящего времени не изучены анатомические особенности морфологических частей фаленопсиса, что необходимо для понимания функционирования физиологических процессов в растении и создания условий для его адаптации в условиях интерьеров. Это открывает перспективы для расширения ассортимента декоративных культур для закрытых помещений и в условиях Беларуси.

Таким образом, цель нашего исследования – изучение анатомической структуры вегетативных и генеративных органов фаленопсиса как основы для изучения особенностей функционирования физиологических процессов в искусственно созданных условиях, отличных от естественной среды обитания, для разработки оптимальных технологических приемов при культивировании их в оранжереях и других помещениях с искусственным климатом. В качестве примера приводим анализ анатомического строения листа, корня и цветоноса фаленопсиса в условиях оранжереи ЦБС НАН Беларуси.

Объектами исследований были образцы 19 гибридных форм рода *Phalaenopsis*, полученные из Германии, культивируемые в оранжерее ЦБС НАН Бе-

ларуси. Исследования проводили согласно методическим рекомендациям на постоянных и временных препаратах для микроскопии [16, 17]. Препараты поперечных срезов морфологических частей фаленопсиса толщиной 10–20 мкм окрашивали сафранином и нильским синим. Обезвоживание и дифференцировку окраски изготавливаемых препаратов выполняли при последовательном использовании 50-, 75- и 96%-ного спирта, смеси фенола с ксилолом и ксилола. Для закрепления препарата на предметном стекле использовали канадский бальзам. Срезы исследовали в проходящем свете с помощью микроскопа «Биолам» при увеличении 8×10 , 20×10 , 40×10 , 100×10 . Основные элементы анатомической структуры объектов исследовали на окрашенных постоянных препаратах и свежих срезах в 100 полях зрения микроскопа с помощью шкалы окуляр-микрометра при увеличении 40×10 .

При исследовании вегетативных и генеративных органов представителей рода *Phalaenopsis Blume* обнаружены признаки анатомического строения, характерные для растений суккулентного типа, произрастающих в аридных областях Земли. Это вызвано тем, что в местах естественного обитания фаленопсис находится в условиях дефицита влаги, поскольку высокая температура, интенсивный воздухообмен и колебания относительной влажности воздуха в течение суток в среднем и верхнем ярусах тропического леса способствуют высыханию поверхностного слоя коры деревьев, которая является субстратом и опорой для эпифитных орхидей.

В анатомическом строении морфологических органов фаленопсиса выявлены цитологические и гистологические структуры, способные запасать и продолжительное время удерживать воду, а также обеспечивать экономный ее расход, что создает условия для реализации физиологических процессов в растении в условиях недостатка влаги. Для фаленопсиса характерно малое число устьиц на единицу площади листа, что свидетельствует о низкой интенсивности транспирации и газообмена. У разных его гибридов на 1 мм^2 листа количество устьиц в среднем составляет от 15 до 20, что близко к минимальным величинам, характерным для суккулентов. Для сравнения, у многих других видов растений количество устьиц колеблется от 100 до 300 на 1 мм^2 [18]. Клетки эпидермиса на большей части листа и цветоноса представлены двумя слоями, а поверхность воздушного корня покрыта веламеном, состоящим из четырех и более слоев клеток. Наличие многослойного эпидермиса также снижает интенсивность транспирации.

Все исследованные морфологические части растения покрыты плотным слоем кутикулы, которая обнаруживается не только на поверхности листа и цветоноса, как у наземных растений, но и на воздушных корнях. В некоторых местах кутикула окружает клетки эпидермиса со всех сторон. Толщина ее наружного слоя иногда достигает радиуса этих клеток. Один из факторов, влияющих на высокую водоудерживающую способность листа, – высокое содержание в структуре кутикулы восков, состоящих из полимеризованных жирных

кислот, сложных эфиров и мыл, образующихся в результате окислительного процесса и высыхания на открытых поверхностях клеточных стенок.

В структуре паренхимы листа обнаружена послойная дифференциация клеток, наличие водоносной и шарнирной ткани и кристаллов. В листе фаленопсиса отсутствуют признаки дорсовентральной анатомии, т. е. мезофилл листа не дифференцирован на палисадную и губчатую паренхиму. Относительно проводящих пучков клетки паренхимы ориентированы радиально. Палисадная паренхима у фаленопсиса отсутствует на обеих сторонах листа, что является следствием условий произрастания вида при умеренной инсоляции, по сравнению с анатомическим строением листа суккулентов и других растений, произрастающих в пустынях и на открытых местообитаниях [19].

Кроме того, в сформированных листьях вокруг проводящих пучков расположены сильно вакуолизованные, почти не содержащие хлоропластов крупные паренхимные клетки обкладки, образующие своеобразный ореол, к которым примыкают клетки хлоренхимы. Это признак «кранц-анатомии», характерный для C_4 -растений. Соседние проводящие пучки в клетках мезофилла разграничены перемычками из пузыревидных клеток, занимающих значительный объем и расчленяющих паренхиму на продольные тяжи. Эти клетки выполняют шарнирную функцию. Большая часть клеток паренхимы листа специализирована как водоносная и фотосинтезирующая ткань.

В клетках мезофилла находится от нескольких единиц до 200 хлоропластов. Хлоропласты расположены диффузно по всему объему клетки, но в зависимости от размеров вакуоли концентрируются на ее периферии. Для водозапасающей ткани характерно постенное расположение слоя цитоплазмы и ядра, а центральную часть клетки занимает вакуоль. В той части ткани, которая расположена под эпидермисом, хлоропластов содержится меньше, чем в ее более глубоких слоях. Солнечные лучи рассеиваются, проходя сквозь прозрачные клетки паренхимы, достигая хлорофиллоносных участков. Это замедляет процесс фотосинтеза, а следовательно, и транспирации.

Таким образом, установлено, что ряд анатомических структур листа фаленопсиса обеспечивает функционирование его жизненной формы эпифита в условиях с ограниченным содержанием влаги, присущих растениям аридных зон, характеризующимся замедленным метаболизмом (САМ-тип растений), экономным расходом ассимилятов и воды, низкой интенсивностью транспирации и высокой водоудерживающей способностью тканей и клеток. САМ-растения имеют толстые суккулентные листья и четко выраженные экологические признаки, отражающие их исключительную биохимическую и физиологическую функции [20]. Распространение САМ-растений и их экофизиологические характеристики, связанные с особенностями фиксации CO_2 , активно изучаются в последнее время, а принадлежность эпифитной орхидеи *Phalaenopsis* к этому типу растений подтверждена биохимическими исследованиями ряда авторов [21, 22].

Растения САМ-типа имеют особенности в осуществлении первичной фиксации CO_2 , которая происходит в ночное время, когда устьица открыты. Углекислота поступает в клетки листа и в цитоплазме, при участии ФЕП-карбоксилазы, присоединяется к фосфоенолпировиноградной кислоте (ФЕП) с образованием щавелево-уксусной кислоты (ЩУК), которая при участии малик-фермента восстанавливается до яблочной кислоты, накапливающейся в вакуолях клеток листа. Днем на свету при закрытых устьицах яблочная кислота транспортируется из вакуолей в цитоплазму, где происходит декарбоксилирование ЩУК с образованием CO_2 и пировиноградной кислоты. CO_2 при этом поступает в хлоропласты и с помощью РБФ-карбоксилазы/оксигеназы включается в цикл Кальвина.

Таким образом, в клетках САМ-растений содержится как ФЕП-карбоксилаза, так и РБФ-карбоксилаза/оксигеназа. Синтезируемые в дневные часы в цикле Кальвина углеводы используются как источник метаболитов, необходимых для повторения цикла. Реакции карбоксилирования ФЕП и декарбоксилирования дикарбоновых кислот в клетках САМ-растений разграничены во времени.

САМ-фотосинтез является одним из наиболее важных адаптивных признаков суккулентов и эпифитов в аридных условиях произрастания. На всех этапах фотосинтетического цикла промежуточные продукты могут претерпевать различные превращения в зависимости от внешних и эндогенных факторов. Возможна смена и типов первичной фиксации CO_2 , а суточный расход малата является важным показателем этого процесса, характеризующегося удивительной пластичностью.

В исследованиях Н. Motomura et al. [21] на примере представителей эпифитных орхидей рода *Phalaenopsis* показано, что первичная фиксация CO_2 в фотосинтезирующих органах растений (листья, воздушные корни) может осуществляться по любому из трех вариантов: 1) как *типичный* САМ-фотосинтез с высоким содержанием малата в конце ночного цикла и низким – в конце дневного; 2) как *латентный* САМ-фотосинтез с постоянно высоким содержанием малата в конце обоих циклов; 3) как C_3 -модель с постоянно низким содержанием малата в конце обоих циклов. Оказалось, что не только виды в пределах рода использовали различные модели САМ, но это обнаружилось и у отдельных растений в пределах вида (*P. amabilis* и *P. cornu-cervi*), а также на разных отрезках листа и фотосинтезирующих воздушных корней одного и того же растения.

Нами обнаружены признаки кранц-анатомии листа у гибридных форм *Phalaenopsis amabilis*, наиболее близкие паникоидному типу, характерному для тропических подсемейств (полевищковые и просовые): наличие внутренней склеренхимной обкладки проводящего пучка, наружной обкладки из сильно вакуолизованных клеток паренхимы и плотно окружающих ее клеток хлоренхимы. Это позволяет нам предположить возможность функционирования в зрелых листьях фаленопсиса кооперативного фотосинтеза (C_4 -путь фикса-

ции CO₂), основанного на кооперации клеток хлоренхимы и паренхимных обкладок, выполняющих разные функции. В данном случае реакции карбоксилирования ФЕП и декарбоксилирования дикарбоновых кислот в листьях, в отличие от типичного САМ строго компартментированы: ФЕП-карбоксилазная реакция происходит в клетках хлоренхимы, а декарбоксилирование малата – в клетках обкладки.

Таким образом, полученные нами данные позволяют предположить возможность осуществления в листьях *Phalaenopsis*, кроме рассмотренных выше, еще одну модель фиксации CO₂ эпифитными орхидеями – по C₄-модели.

Эти данные подтверждают, что CO₂-метаболизм у тропических эпифитов более сложный, комплексный и пластичный, чем предполагалось ранее, а орхидея *Phalaenopsis* представляется интересным объектом для будущих исследований по регуляторному механизму экспрессии САМ.

Дифференциация клеток мезофилла с возрастом листа возрастает и направлена на увеличение доли шарнирной и водоносной тканей за счет уменьшения доли хлоренхимы и межклетников. Это уменьшает объем ассимиляционной ткани в листе по сравнению с листьями с дорсовентральной анатомией, что приводит к замедлению синтетических процессов и экономному расходованию ассимилятов и воды в растении.

Что касается определения функциональной нагрузки на каждый тип ткани, которая выражается ее долей (%) в объеме структуры зрелых и молодых листьев фаленопсиса [23], то, как видно из результатов, представленных на рис. 4.6, соотношение тканей в листе фаленопсиса изменяется в зависимости от возраста листа. Наиболее выражена дифференциация тканей в зрелых листьях, где увеличено доленое содержание шарнирной и водоносной тканей, по сравнению с молодыми листьями. У молодых листьев место шарнирной и водоносной ткани занимает недифференцированная хлоренхима и межклетники.

Плотность расположения клеток и объем межклетного пространства в разных частях паренхимы листа не одинаковы. Межклетники, которые сформированы клетками мезофилла, примыкающего к проводящим пучкам, запол-

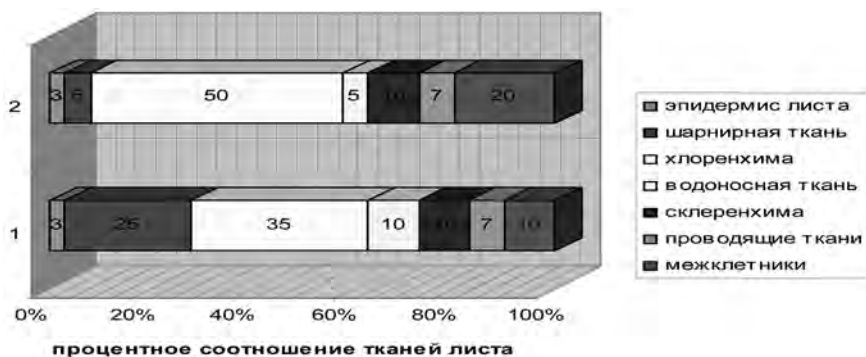


Рис. 4.6. Соотношение тканей в зрелом (1) и молодом (2) листьях фаленопсиса

нены жидким содержимым. Свободными для воздухообмена остаются межклеточные пространства, расположенные в наружном слое мезофилла листа. У фаленопсиса по всему объему тканей листа обнаруживаются идиобласты, включая клетки эпидермиса, мезофилла и проводящей системы. Наличие их свойственно суккулентам и другим растениям с признаками кранц-анатомии, обитающим в условиях засухи и недостатка влаги [19]. Диффузное распределение идиобластов и слизевых клеток способствует удержанию воды в тканях листа. У фаленопсиса встречаются три типа кристаллов – друзы, рафиды и мелкие простые прозрачные кристаллы, имеющие ромбовидную форму (рис. 4.7, см. цв. вклейку). Кристаллы ослабляют интенсивность света и повышают осмотическое давление в мезофилле листа. Это позволяет удерживать влагу в условиях ее недостатка и экономно расходовать органические вещества.

Проводящая система листа фаленопсиса характеризуется значительным количеством механических элементов, что обеспечивает ему высокую прочность. На фоне слабой дифференциации мезофилла в листьях фаленопсиса механические структуры представлены внутренней склеренхимной обкладкой проводящих пучков, которая образована склереидами и склеренхимными волокнами, собранными в продольные тяжи.

В просветах зрелых проводящих пучков ксилемы обнаруживаются тиллы – выросты паренхимных клеток, прилегающих к сосудам и трахеидам. Если в тиллах откладываются друзы, сосуды полностью закупориваются (рис. 4.8, см. цв. вклейку). Данная особенность может служить одной из причин преждевременного отмирания листа при избыточном минеральном питании, когда в результате закупорки в проводящем пучке остается недостаточно сосудов со свободным пространством для движения воды и растворенных в ней минеральных солей. Положительная роль этих структур заключается в повышении механической прочности волокон, а в итоге – и листовой пластинки.

Вызывают интерес секреторные структуры, расположенные среди клеток эпидермиса листа фаленопсиса, которые служат для экскреции избытка солей (против градиента концентрации) на поверхность растения. Это литоцисты – разросшиеся клетки эпидермиса, в которых образуются цистолиты – образования, содержащие карбонат кальция [17, 18]. Эти образования выполняют выделительную функцию. При высыхании листа солевые выделения кристаллизуются на его поверхности.

Анатомическое строение корней и цветоносов фаленопсиса отражает его эпифитный образ жизни. Как и в листьях, в них осуществляются процессы фотосинтеза, они обладают высокой водоудерживающей и регенерирующей способностью, и у них хорошо развита механическая и водоносная ткань. Как и наземные растения, орхидеи данного рода – автотрофные, но в отличие от них они механически зависимы. Чтобы достигнуть света, эпифиты используют другие растения в качестве опоры. Используя готовые питательные вещества в виде растворенных в воде минеральных и органических соединений, корни вместе с тем являются фотосинтезирующими органами и участвуют

в автотрофном питании. В целом корневая система состоит из многочисленных воздушных придаточных корней, которые образуются на укороченном стебле и направлены не только вниз, но горизонтально и вверх. Как представитель однодольных фаленописис имеет первичное строение корня.

Анатомическое строение воздушных корней фаленописиса связано с эпифитным образом жизни [24]. Они покрыты толстым слоем кутикулы, что характерно для надземных структурных органов наземных растений. Большую часть объема тканей корня занимает веламен – многослойный эпидермис, важнейшей функцией которого является водо- и газообмен между растением и внешней средой обитания; его пористая структура увеличивает всасывательную поверхность корня. Обмен между клетками эпидермиса и внешней средой обеспечивают пропускные каналы. Клетки коры фаленописиса содержат хлоропласты, в результате чего они участвуют в процессе фотосинтеза. Структурный состав клеток коры способствует удержанию воды в клетках корня даже при ее недостатке во внешней среде, что осуществляется в основном за счет идиобластов, повышающих осмотическое давление в корне. Ксилема корня фаленописиса полиархного типа, в центральном цилиндре она расположена радиально в виде лучей. Высокая прочность корня фаленописиса обеспечивается колленхимой и склеренхимой, а количественное соотношение этих тканей зависит от возраста корня [24].

Воздушные корни эпифита фаленописиса, таким образом, характеризуются наличием веламена – многослойного эпидермиса, важнейшей функцией которого является водо- и газообмен между растением и внешней средой обитания, а также наличием хлоропластов в клетках коры и участием их в процессе фотосинтеза, мощным развитием колленхимы и склеренхимы, обеспечивающих прочность корням, фиксирующим растения на опоре, и наличием идиобластов, повышающих осмотическое давление в корне.

Цветонос фаленописиса – генеративный побег, который формируется в пазухе листа. Пазушные почки закладываются позже кроющих их листьев. В период образования и развития цветоноса листья у фаленописиса в условиях оранжереи умеренного климата не формируются, и в отличие от других растений этот период занимает достаточно длительное время [25].

Цветонос фаленописиса совмещает выполнение функций как генеративного, так и вегетативного органа. В нем осуществляются процессы фотосинтеза, он обладает высокой регенерирующей и водоудерживающей способностью за счет плотного слоя кутикулы, идиобластов и водоносных клеток коры. Наличие большого объема межклетников в коре способствует интенсивному газообмену. Проводящие пучки в цветоносе фаленописиса отличаются промежуточным переходным типом (рассеянно-сосудистым и пучковым), что характерно как для однодольных, так и для двудольных растений.

Формирование цветоносов и листьев у фаленописиса разграничено в пространстве. При образовании цветоноса на верхушке вегетативного побега из апикальной меристемы цикл развития растения завершается, а при фор-

мировании цветоноса в латеральной части апекса в зоне локализации интеркалярной меристемы развивается новое самостоятельное растение со своей апикальной меристемой. В условиях оранжереи формирование цветоносов и листьев у фаленопсиса разграничено во времени: листья образуются между периодами цветения [26].

Таким образом, особенностями структуры цветоноса эпифитной орхидеи *Phalaenopsis* Blume являются мощное развитие покровных тканей (эпидермис и кутикула); наличие функционально активных хлоропластов в клетках коры; наличие значительной доли водоносной ткани и идиобластов, заполненных кристаллами, обеспечивающих продолжительный период цветения, в том числе и изолированному цветоносу; большой объем механической ткани, немалую часть которой занимают волокна перицикла, обкладки вокруг проводящих пучков, образованные колленхимой и склеренхимой, создающих упругость и прочность генеративному побегу, а разобщенность в пространстве проводящих пучков цветоноса позволяет сохранить его жизнеспособность при механических повреждениях.

Предпринятое нами изучение анатомической структуры вегетативных и генеративных органов фаленопсиса – основа для будущих исследований особенностей функционирования физиологических процессов у эпифитных орхидей в искусственно созданных условиях, отличных от естественной среды обитания, что полезно при разработке оптимальных технологических приемов их культивирования в оранжереях и других помещениях с искусственным климатом.

СТАРИННЫЕ ПАРКИ БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

История садово-паркового строительства в Беларуси связана с усадебным паркостроением, в частности – с дворцово-парковыми ансамблями. Расцвет этого вида искусства приходится на XVIII в. В большинстве парков представлен ландшафтный стиль, значительно меньшая часть сохранила регулярную планировку. В архитектуре преобладают барокко или классицизм.

Характерные особенности садово-паркового искусства прошлых эпох к настоящему времени изучены довольно подробно, в том числе и во временном аспекте: Средневековье, Возрождение и т. п. Установить такие особенности современного периода достаточно сложно из-за быстрых темпов социально-экономического развития, что, по-видимому, также является одной из особенностей [2, 3, 5, 6, 8, 9]. Самобытность, национальные традиции, историческое наследие – черты, которые возможно раскрыть лишь при серьезном изучении архивов, археологических материалов.

Эффективное решение последней проблемы для Беларуси представляется достаточно актуальным и сложным. Самобытность озеленения небольшой страны с небогатой природной флорой, умеренно-континентальным климатом может быть выражена путем сочетания с более самобытной архитектурой, орнаменталистикой, использованием некоторых материалов. В связи с этим приобретает актуальность изучение особенностей и состояния старинных парков Беларуси. В нашей стране это, как правило, дворцово-парковые ансамбли, часто мемориального значения. История их создания связана с историей государства. Это наше культурно-историческое наследие. Проблемы реконструкции и реставрации старинных парков в настоящее время очень актуальны и являются одной из основ формирования национального самосознания и идеологии [12].

В разное время изучавшие историю развития паркостроения в Беларуси В. В. Адамов, С. Д. Георгиевский, В. Г. Антипов, Н. В. Шкутко и особенно А. Т. Федорук отмечают, что в стране было около 1000 усадебных парков. Правильнее говорить о дворцово-парковых ансамблях в имениях наших славных соотечественников (Радзивилл, Сапега, Ельский, Огинский и др.).

Историческая и мемориальная значимость возрастает, когда мы не только оцениваем архитектурно-ландшафтную сторону, но и вспоминаем выдающихся деятелей науки и культуры, таких как Монюшка, Орда, Мицкевич, Кали-

новский, Домейко, Тураев, Наркевич-Иодко, Бохвич, Рудницкий, Дубовский, Репин, Якушкевич, Косберг и др.

В настоящее время в разной степени сохранилось около 600 парков. К сожалению, многие из них сильно пострадали и не могут быть восстановлены.

В ходе исследования были разработана методика оценки культурно-исторической и ландшафтно-декоративной значимости парков, основанная на 12 критериях. Основное значение придавалось наличию и составу интродуцентов. Этот показатель позволяет оценить ботаническую значимость объектов как генофонда ценных экзотов и маточников для их размножения. Отмечалось также наличие и состояние архитектурных объектов: дворцов, хозяйственных построек и т. п. Важными составляющими в оценке были такие параметры, как сохранность планировки парков, месторасположение с точки зрения удобства экскурсионного посещения, а также ландшафтно-декоративное состояние. Учитывалось наличие в ближайшем окружении других памятников.

Несомненна ботаническая значимость парков. Сохранившиеся в них экзоты – ценный научный материал для оценки устойчивости интродуцентов и обоснования их адаптивного потенциала.

Наконец, изучая культурно-историческое наследие, каковым являются и старинные парки, мы формируем идеологию, гражданскую позицию и патриотизм нашего народа.

Маршрутным методом обследованы все доступные объекты садово-паркового искусства (дворцово-парковые ансамбли Беларуси) – 509. Среди них как наиболее значимые выделены около 140 парков. Все они являются дворцово-парковыми комплексами, иногда мемориальными, и представляют характерные черты садово-паркового искусства Беларуси XVIII–XIX вв. Эти объекты должны быть реконструированы и войти в экскурсионные маршруты страны. Более 200 усадеб могут быть превращены в центры туризма местного значения. Причем для освоения ряда из них не потребуются существенных средств, поскольку они хорошо сохранились.

В Витебской области обследовано 62 объекта садово-паркового искусства. Среди них в качестве первостепенных общегосударственного уровня может быть использован 31 объект, 21 имеет местное значение, 10 не подлежат восстановлению.

В усадьбе Пламя (в прошлом Старая Белица) Сенненского района сохранились многочисленные хозяйственные постройки, живописные руины дома на невысокой искусственной террасе с восьмиугольной башней в стиле классицизма. Хорошо просматривается планировка парка. Сохранилась прогулочная аллея, партер. В насаждениях преобладают ясень, клен, произрастают экзоты – тополь, лиственница. Здесь в 1903–1904 гг. жил и работал приказчиком в имении Святских народный поэт Беларуси Янка Купала.

Мемориальное значение имеет и усадьба Высокое Оршанского района. Хорошо сохранился дом Мокрицких, в котором в 1928 г. проходил 1-й съезд Компартии Западной Беларуси. Пологий склон занят обширным, ухоженным

парком, который активно используется в рекреационных целях. В составе его насаждений много экзотов (ель, сирень, клен, липа, туя, ясень, тополь, лиственница и др.).

Яркая жемчужина садово-паркового искусства – усадьба и парк в г. Бешенковичи. Парк начал формироваться в 1770 г. Расположен в центре города, разделен улицей на две части. Хорошо сохранился дом, украшением которого является фронтоном с чугунным ажурным балконом, другие постройки. Общая планировка парка сохранилась. Оригинальна система прудов с островом. Часть парка за партером занимает пологий спуск к реке в виде двух террас. Сохранился многовековой дуб Наполеона (рис. 5.1, см. цв. вклейку). В наши дни парк используется как городской.

Хорошо сохранился дом в стиле модерн с башнями и усадебный парк в д. Лужесно Витебского района. Произрастают пихта Вича, орех маньчжурский и др. Парк пейзажного стиля периода эклектики. Планировка видоизменена.

Внушительен парк (более 30 га) и руины дворца Я. Гильзена в г. п. Освея Верхнедвинского района. Дворец, построенный в 1782 г., состоял из пяти корпусов с четырьмя галереями и по форме напоминал птицу. Прямоугольный в плане парк занимает ровную территорию на берегу оз. Освея. Особенностью его является обилие водных пространств, создающих иллюзию островного расположения, огромные поляны. Произрастают клен, тополь.

Большую ценность имеет парковый ансамбль Большие Ситцы Докшицкого района. Парк был заложен в начале XVIII в. в регулярном стиле (теперь пейзажный). Его площадь составляет 8 га. Просматривается первоначальная планировка. Сохранились старинная ограда, домик садовника, арка ворот в стиле барокко, колонны дворца среди буйной растительности. Произрастает 500-летний дуб. Ценных экзотов нет.

По-прежнему интересен парк Видзы Ловчинские Браславского района (конец XVIII – начало XIX в.). Сохранился дом на высокой террасе, обширный партер, много хозяйственных построек, ограда из кирпича и камня. В усадьбе размещается школьное учреждение. Парк, включающий ряд живописных полей, вытянут вдоль берега оз. Дворное. На партере произрастает клен остролистный Шведлера (*Acer platanoides* Schwedleri) с диаметром ствола 80 см. Интересен гребень рельефа с обсадами из лип, который прорезает выездная дорога. Из экзотов произрастают лиственница европейская, тополь белый, орех серый, каштан конский обыкновенный.

В хорошем состоянии имение полоцкого магната Валериана Жабы первой половины XVIII в. (стиль классицизм) – усадьба Городец Шарковщинского района. На въезде четыре пилоны из красного кирпича с вставками из бутового камня. Просматривается планировка, огромный партер, спуск (терраса 20 м) к р. Мнюта. Пейзажный парк, который занимал территорию в 10 га, сохранился хуже. Имеется поперечная ясеневая аллея, ряд старых деревьев других пород. В целом усадьба очень живописна.

Интересна усадьба Опса Браславского района – бывшее имение графа Плятера. Парк пейзажный, с элементами регулярной планировки. Сохранился дом, круглый партер, ряд глинобитных построек, спуск к оз. Опса, пилоны ограды из камня. От дома через две террасы проходит лестница к озеру. Партер округлый, засажен елями, много старинных кленов, лип. Большие куртины сирени. Произрастает старинный дуб с диаметром ствола 1,9 м.

Большая усадьба Дубровка Ушачского района вписана в современный поселок. Парк заложен на пологом берегу озера. Сохранились прямоугольные аллеи лиственницы, узкая длинная липовая аллея, посадки сосны кедровой сибирской, ряд других экзотов.

В Витебской области достаточно много менее значимых, но в значительной степени сохранившихся садово-парковых ансамблей: Рацево Толочинского района, Межево Оршанского района, Двор Низголово Бешенковичского района, Лынтупы Поставского района, Узмены Миорского района, Бельмонт Браславского района, Залесье Глубокского района. Фрагментарно сохранились Бочейково Бешенковичского района, Остовляне Городокского района, Юзефово и Воронка Шарковщинского района, Каменполье Миорского района (рис. 5.2, см. цв. вклейку), Дедино Миорского района, Двор Жары и Двор Плино Ушачского района.

Ряд парков, утратив планировку и архитектурные достоинства, ценны генофондом интродуцентов: Устье и Смоляны Оршанского района, Добрыгоры Бешенковичского района, Большие Летцы Витебского района, Норица и Крикалы Поставского района, Дрисвяты Браславского района. От имения в Ивонино Шумилинского района осталась лишь 450-метровая липовая аллея (рис. 5.3, см. цв. вклейку).

На месте некоторых усадеб и имений сохранились только строения, в то время как парки практически утрачены: Здравнево Витебского района, Оболь Шумилинского района, Бездедовичи Полоцкого района, Леонполь Миорского района, Опытная Верхнедвинского района, Ореховно Ушачского района. Практически невозможно реставрировать парки Забайкал, Бобиничи, Казечки, Запруды, Полтево, Рудня, Двор Черенито, Маньковичи, Фатынь, Таранковичи.

В **Минской области** обследовано 73 старинных дворцово-парковых комплекса. Из них 27 могут стать центрами туризма, 33 имеют местное значение, 13 утрачены.

Небольшая усадьба Кухтичи Узденского района включена в планировку поселка. Хорошо сохранился современный парк площадью 5 га, измененной планировки, включающий старый древостой. В насаждениях липа (150 лет), ясень. Дорожки обсажены караганой, пузыреплодником.

Имение Наднеман Узденского района имеет мемориальное значение и связано с именем Я. Наркевича-Иодко. Сохранились руины псевдоготического дворца (1880 г.), въездные ворота, руины построек и др. Обширные поляны на пологой террасе реки Неман, вид на луга.

Усадьба Тимковичи Копыльского района может быть реконструирована в парковой части (площадь 1,5 га). Прямоугольная планировка на высокой террасе с крутым обрывом. В основе насаждений клен остролистный, из него же создана фронтальная аллея. Правая боковая аллея из липы. В древостое лиственница европейская (одиночно и группами), единично ясень высотой более 30 м, конский каштан, черемуха поздняя.

В Дукоре Пуховичского района сохранилась часовня-брама, старинный дом. Планировка просматривается, сохранились пруды. Много старых деревьев: тополь серебристый (возраст 100 лет), липа (150 лет), лиственница.

Особое значение имеет ансамбль Прилуки Минского района, имение Чапских. Восстановлен сохранившийся дворец. Террасный парк со старинными деревьями в обсадке и насаждениях: липы, клен, каштан, ясень, тополь, береза, лиственница, сирень, боярышник мягковатый, ива серебристая.

Колоритным туристическим объектом может стать усадьба Новое Поле Минского района. В хорошем состоянии сохранился дом, ряд построек. Планировка изменена. Парк в хорошем состоянии, имеет современный вид благодаря расположенному на его территории аграрному колледжу. Старые клены и липы придают усадьбе особый колорит.

Бывшее имение Чапских Станьково уже сегодня – туристическая Мекка. Сохранились и реконструированы хозяйственные постройки и башня «Скарбница» постройки 1898 г. В парадной части гравийная дорожка с боковыми тропинками к пойме. На острове расположена беседка. Часть парка, прилегающая к школе, представляет собой изреженное насаждение с полянами, облик которого создает клен (рис. 5.4, см. цв. вклейку). Произрастает сосна Веймутова, туя западная, величественные лиственницы высотой до 30 м, в диаметре 60 см (до 1 м), встречаются орех маньчжурский, ясень зеленый, дуб (диаметр ствола до 1,2 м), ели, тополь белый (диаметр ствола до 1 м).

В усадьбе Радзивиллимонты Клецкого района сохранился пейзажный парк с большой поляной, руины двухэтажного усадебного дома. Дорожки обсажены изгородью из ирги. С лицевой стороны усадьбу охватывает канал и полукруглая узкая липовая аллея (посадка через 2 м). На въезде короткая грабовая аллея. В посадках клен, тополь белый, бересклет бородавчатый. В основе грабовое тенистое насаждение.

Усадьба Снов Несвижского района сохранилась целно, является памятником ландшафтной архитектуры. Хорошо сохранился дворец, планировка парка, каналы. Произрастают тополь канадский, белый, сереющий, ясень, конский каштан, липа, робиния, клен ясеннелистный, сирень, хеномелес, ель колючая, туя, клен серебристый, ива белая плакучая, карагана, осина, яблоня, дуб, роза, вишня, береза.

Овеяны романтизмом и духом старины парк и сохранившиеся строения в Остюковичах Вилейского района. Сохранились входные ворота, парк прямоугольной формы, руины фундамента дома, центральная липовая аллея плавно спускается к каскаду прудов (ширина 8 м в ряду 5 м). Затем парк идет на

подъем. Разделен поперечной дорогой, за которой слева расположена капличка. Практически рядом с главной аллеей вправо к хозпостройкам и прудам отходит изогнутая вторая липовая аллея. Насаждение запущенное, состоит из клена и липы. Обильная поросль и самосев. Сохранилась группа лиственниц (диаметр стволов 40–60–80 см, высота до 40 м), старые ели, вяз.

Парк в Любани Вилейского района небольшой, прямоугольный, хорошо ухожен. Произрастают дубы до 1,5 м в диаметре, ясень, липа, клен, черешня, лиственница, туя, тополь канадский (диаметр ствола до 1,5 м). Особое значение имеют два дерева липы Мольтке (диаметр ствола 80 см, высота 23 м), сосна кедровая (3 экземпляра, диаметр ствола 25 см), насаждения дуба по всему парку, особо выделяются у центрального входа и со стороны школы.

Усадьба Шеметово Мядельского района входит в туристический маршрут вокруг оз. Нарочь. Сохранился комплекс хозяйственных построек, руины дома. Живописная поляна с холмом, на котором действует костел в окружении старых берез. Система прудов (рыбхоз).

В эту же когорту относим усадьбу Лущицы Мядельского района. Обширный живописный парк на склоне к прудам. Старые деревья практически отсутствуют. Представляет интерес планировка усадьбы.

Особое место в туризме Нарочанского края занимает усадьба Ольшево. Прямоугольный парк на высокой террасе в нескольких уровнях. Площадь – около 3 га. Сохранились руины ряда построек 1893 г., фрагменты дома. По краю террас просматривается аллея – главная дорога над крутым спуском к р. Страча. На четвертой террасе обширная поляна, левая сторона которой представляет крутой спуск к реке. Последняя пятая терраса представлена липовыми массивами, отдельные в возрасте более 200 лет. Планировка не просматривается. Терраса окаймлена валом. Далее остатки аллеи, в которой произрастает липа и клен явор (единично). На территории парка растет сосна Веймутова (диаметр ствола 80 см, высота 35 м).

Парк в Старом Мяделе прямоугольный, расположен на высоком холме рядом с костелом. Красивый вид и крутой спуск к оз. Мястро. Насаждение изреженное. Произрастает в основном липа, есть ясень (диаметр ствола 60–80 см, высота до 35 м), тополь белый, клены, лиственница (диаметр ствола до 80 см).

Хорошо сохранился дворцово-парковый ансамбль в центре г. Смиловичи Червенского района. Старинный дворец с башенками, фрагменты оригинальной ограды, ряд хозяйственных построек. Облик парку придают старинные клены, имеются ясени, липа, робиния, клен серебристый, во многих местах современная обсадка снежноягодником. Парк занимает пологий спуск от террасы с дворцом. Перед дворцом овальный партер. К дворцу сбоку ведет липовая аллея. Через весь парк по диагонали проходит извилистая аллея из клена (диаметр ствола 80 см), далее переходит в короткую липовую аллею и спускается дорожкой уже без аллеи посадки к реке. От дома туда же ведут ступеньки террасы.

Фальварок Убель Червенского района – бывшее имение С. Монюшки. Вокруг сосновый лес. Спуск к пойме реки, виды на поля, лугово-лесные поляны. Произрастает тополь (диаметр ствола около 1 м). Обилие ирги, сирени. Характерных черт усадьбы и эпохи нет.

Удачное расположение старинной усадьбы Святских в центре г. Крупки. Дом в стиле модерн на возвышенном месте с башенками, декоративными фронтонами. Планировка значительно изменена. Из интродуцентов имеются старые лиственницы, ясень, тополь. Ценен сохранившимся домом, общей планировкой парка на пологом спуске к реке и озеру, дальним видом на сосновый лес.

Уникальны парки и замчище в г. Логойск. Парк в центре города выполняет современные функции. Интересен руинами дворца на холме, плавным спуском к р. Гайна. Сохранилась планировка дорожек. Экзотов практически нет. Парк ухожен, огражден. Примыкает уникальный курган древнего замчища, окруженного рвом, сейчас устроен водный каскад. Замчище в виде кратера, открытого к реке.

Интересным объектом является имение Толкачевичи Пуховичского района. Главная ценность – аллеи сосны Веймутовой. Нигде ранее нами в таком количестве и качестве не встречены.

Более значимую роль должен играть объект Рованичи Червенского района. Произрастает сосна румелийская, клен серебристый, тополь белый, редкая находка – тсуга канадская (высота 18 м). Ценен сохранившейся планировкой и строениями, экзотами.

В старинной усадьбе в г. Марьина Горка имеется дом 1876 г. постройки с оригинальными башенками. Первоначальная планировка с трудом просматривается. Остатки липовой аллеи. Имеется канал, водоем. Сохранился солитер вяза (диаметр ствола 125–150 см). Террасный спуск с лестницей к р. Титовка. Из экзотов произрастают липа крупнолистная, туя западная, вяз голый *Camperdownii*.

Имение Бобовня Копыльского района имеет местное значение, но в нем сохранились дуб черешчатый пирамидальный, аллея клена ложноплатанового (более 100 лет), конский каштан восьмитычинковый. Усадьба Веселя Слущкого района органично вписана в агрогородок, сохранились старинные аллеи и обсадки. В усадьбе Дунаево остатки сооружений, аллеи из тополя канадского и серебристого. Погост Солигорского района является интересным дендрологическим объектом (лиственница сибирская, тополь лавролиственный и др.). Фрагментарно сохранилась усадьба Сунаи Копыльского района. Местное значение имеют усадьбы Аннополь и Семково Минского района, Засулье Столбцовского района, Яновичи Клецкого района, Блонь Пуховичского района.

В имении Туча Клецкого района хорошо сохранился дворец с колоннами. Перед дворцом на высокой прямоугольной террасе – разрозненное насаждение из клена платановидного, клена ясенелистного, ясеня, липы, вяза, ореха маньчжурского. Сохранились многочисленные руины хозяйственных построек.

Имеются пруды, разделенные плотиной, с красивым насаждением тополя серебристого от дороги, боскеты из липы. Произрастают робиния, бузина черная, спирея калинолистная, редко клен, тополь белый.

Невозможна реставрация в усадьбах Калиновка Копыльского района, Терасполь Слуцкого района. Несмотря на наличие ценных интродуцентов (лиственница) усадьба Калинино (Игнатичи) Минского района находится в частном владении. Утрачена усадьба Пятевщина Минского района, Зубки Клецкого района, Друцковщина Несвижского района. Практически не восстановима усадьба Заушье Несвижского района, разве что пригодна для создания экологической тропы. Почти утрачены усадьбы Богданово, Войганы Воложинского района. Утрачены усадьбы Бобр Крупского района, Колодежи Червенского района, Кайтаново, Скуплино Борисовского района.

Могилевская область сравнительно бедна усадебными парками. Из 32 только 7 заслуживают внимания как наиболее полно сохранившиеся, 14 имеют местное значение, 10 утрачены.

Первостепенное значение в регионе имеет дворцово-парковый комплекс Жиличи Кировского района первой четверти XIX в. Огромный дворец с почти замкнутым внутренним двориком хорошо сохранился. В залах великолепные панно, потолки, рельефы.

Площадь парка составляет 18 га, по форме он прямоугольный. Ряд боскетов разделяются липовыми аллеями, представлены садами и собственно парком. Выезд боковой, мимо руин конюшни. Партер видоизменен. Прямо перед дворцом памятник героям Великой Отечественной войны. Далее по оси большой пруд. Справа второй небольшой пруд с небольшим холмом. В парке перед дворцом сохранилась сосна Веймутова (одна из двух симметричных), глубже два старинных дуба. За водоемом аллея тополя белого. В этой части парка произрастают липа американская, липа каролинская, орех серый, клен серебристый, клен Шведлера. Основа насаждения – липа. Северная часть парка состоит из неровных боскетов, разделенных аллеями. Здесь имеется видовой холм (высота 4 м), а в основной части парка – второй холм (высота 7 м). Вокруг тополь Петровского и ива белая бритценская. Произрастает граб, клен, ильм, лиственница (диаметр ствола 56 см), туя. Здесь проходила по окраине центральная въездная аллея. Западная часть парка несколько приподнята. Под ней большой погреб в виде террасы.

Великолепен дворец и парк в Грудиновке Быховского района. Это второй после Жилич дворцово-парковый ансамбль в Могилевской области. Принадлежал графу Д. А. Толстому. Площадь около 10 га. Хорошо сохранился дом с куполом, крыльцом с колоннами и балконом на втором этаже. Партер с водоемом и некогда с фонтаном, ограничен посадками липы. Партер через обширную поляну открыт на большой водоем. К нему ведут боковые липовые аллеи. В солитерах сосна кедровая сибирская, сосна Веймутова, ель обыкновенная змеевидная, ель колючая, дуб черешчатый пирамидальный, липа крымская (старейший экземпляр, диаметр ствола – 50 см), липа крупнолистная. Много

туи, в том числе в обсадках. Имеется целый массив лиственницы европейской в северной части. Произрастает дуб-гигант – до 1,5 м в диаметре. Из кустарников – жимолость, чубушник, сирень, спирея, терн, роза, рябинник, карагана, снежноягодник и др.

К особо значимым следует отнести парк в г. Шклов. Благоустроенный, очень чистый, современный городской парк отдыха со спортивными сооружениями, аттракционами. Очень большой (30 га), прямоугольный, огражденный. Основан в начале XX в. в имении Забранное. В центре – небольшой усадебный дом. Партер утрачен при строительстве спичечной фабрики. Памятник Ленину. К дому ведет северная кленовая аллея. На ней гигантский тополь белый, возле которого останавливались кареты. С юга короткая липовая аллея подводит к партеру, от которого лучами расходятся аллеи. В парке много полян. Небольшой пруд. Из экзотов – карагана, сирень, спирея дубовколистная. Основное насаждение – сосна, есть дуб, липа, ель, клен. Клумба из липы и тополя Петровского. Памятник С. Зоричу.

В когорту особо значимых следует отнести и уникальный ансамбль в г. Славгород. Уникальный парк в чем-то схож с Логойским. Крутые берега Сожа, устье р. Проня. Дворец располагался на древней замковой горе, окруженной оврагами. В настоящее время лучше сохранилась вторая часть усадьбы между рекой и оврагом. Привлекает живописная планировка и ухоженность этого парка. Внизу грандиозный обрыв и чудесные виды на Сож. В насаждениях ясень, конский каштан, единично липа (до 60 см в диаметре), клен (диаметром 80 см) над кручей. Поляны. Сложная система протоков, каналов, оврагов.

К объектам местного значения можно отнести старинный парк в Кировске, Печарах Костюковичского района, усадьбы Дороганово, Немки Кировского района, Тубушки Круглянского района, Дашковка Могилевского района.

К утраченным следует отнести Дойничево, Бацевичи и Бортники Бобруйского района, Вавуличи Кировского района, Юдовку и Веприн (отселен) Чериковского района, Тимоново Климовичского района, Ольшево и Янополье Хотимского района, Тупичин Костюковичского района, Свенск Славгородского района.

Из 26 старинных парков **Гомельской области** должны и могут быть реконструированы как первоочередные Красный Берег, Сутков, Наровля, Петриков, 12 имеют местное значение, 10 утрачены.

Необследованными остались 8 парков, прежде всего из-за расположения в зоне повышенной радиации: Буда, Рудаков, Борисовщина, Хойники, Острогляды, Асаревичи, Двор Городище, Иолча.

Красный Берег Жлобинского района – наиболее значимый дворцово-парковый ансамбль Гомельской области (конец XIX в.). **Здесь располагается аграрный колледж.** Сохранился дворец (на реставрации), ряд хозпостроек, уникальная арка ворот, флигель. Парк огражден (8 га). Расположен на ровной невысокой террасе р. Дубосна. Парадная часть значительно изменена, она занимает спуск к реке. Лучше сохранился сам пейзажный парк (4 га). От современного поселка он отделен высокой стеной. Много направлений прогулочных марш-

рутов, основной – кольцевой. Аллеи липовая, каштаново-березовая, грабовая. Живописны группы ели, каштана конского, клена. Произрастает сосна Веймутова, смородина альпийская, дуб северный, ель красная, липа американская, крымская, крупнолистная, клен серебристый, бархат амурский, орех грецкий, клен остролистный Шведлера, пихта, клен ясенелистный, конский каштан, тополь белый, лиственница, граб, ясень. Основа насаждения – клен.

Второй ценный объект на территории области – усадьба Сутков Лоевского района. Ансамбль XVIII в. на высокой террасе Днепра. Современный главный въезд образован рядовой посадкой ели и ореха. За дворцом полукруглая поляна с памятниками, гребень террасы с видами на Днепр. Здесь произрастали липа крупнолистная рассеченнолистная, ясень обыкновенный плакучий, боярышник германский. Ныне обильна робиния, подрост клена и др. Пейзажный парк вытянут вдоль террасы с северной стороны. Имеет вид лесопарка. Преобладает клен, граб, липа, много сирени, караганы. К дворцу с северной стороны примыкает глубокий овраг к реке.

В г. Наровля сохранился парк первой половины XIX в., расположенный на ровной высокой террасе р. Припять. Центральная аллея из тополя черного, канадского и серого сохранилась частично. Красивая въездная брама с колоннами. В центре над крутым спуском дворец. Парк используется как городской. В хорошем состоянии. Поляны, группы, солитеры. Сохранились со стороны реки каменные скамьи, фонтан, башня-беседка (служила маяком), руины ограды. Парк в основном пейзажный, в юго-восточной части просматриваются элементы регулярной планировки. От входа веерно расположены аллеи. Много экзотов: робиния, тополь белый, сирень, клен ясенелистный, дугласия, бархат амурский, птелея, карагана, сирень, конский каштан. Произрастают дуб, груша, клен, старинные липы, ясень, отмечалась шелковица и др.

В г. Петриков примечателен живописный городской парк на холмах с крутыми оврагами, мостиками, дальними перспективами. Произрастает тополь канадский, клен ясенелистный, старые вязы, липа, робиния, конский каштан и др. Интересный объект – сплетение ивы и вяза.

Местное значение имеет усадьба Рогинь Буда-Кошелевского района. Цена экзотами (сосна Веймутова, ель колючая, лиственница Кемпфера и др.). В усадьбе Осиновка Чечерского района сохранились очертания боскетов. Интересна усадьба Кистени Рогачевского района, где партер обсажен сосной (редчайший случай). Усадьба Хальч Ветковского района имеет значение архитектурной частью (дворец). Парк невозможно восстановить. Замечательный объект – усадьба Демьянки Добрушского района. Могла бы претендовать на статус республиканской значимости, однако оказалась в зоне отселения. Местное значение имеет и усадьба Грабовка Гомельского района, сохранились два экземпляра липы каролинской). Усадьба Головчицы Наровлянского района оказалась в зоне отселения. Фрагментарно сохранился Барбаров Мозырского района. Имеются ценные экзоты. В измененном виде все еще интересны усадьбы Липово Калинковичского района, Скрыгалов Мозырского района. Усадьба

Бринев Петриковского района ценна многочисленными экзотами, прежде всего липой каролинской (лучшие экземпляры в Беларуси). Имение Дорошевичи (Славинск) Петриковского района имеет местное значение, как и Лучицы, где сейчас строится Дом рыбака. В Старой Белице Гомельского района произрастает много экзотов, но усадьба сильно видоизменена.

Утратившими свою историческую значимость следует признать парки в Турске и Заболотье Рогачевского района, Гута Буда-Кошелевского района, Борхов Речицкого района, Высокая Грива Гомельского района, Щитцы Лоевского района, Филипковичи Петриковского района, Хоромцы Октябрьского района. Они слишком осовременены, или сильно деградировали, или плотно застроены. Часто представлены фрагментами, их реконструкция невозможна.

В Брестской области сохранилось больше всего старинных парков – 182. Из них 42 имеют первостепенное значение, 85 – местное, 55 утрачены.

Усадьба Вольно Барановичского района интересна как пейзажный парк. Родина известного скульптора и графика Р. Слизеня. Экзотичный рельеф. Красива и ухожена реставрированная усадьба Ястрембель Барановичского района. Произрастают тополь канадский, белый, сосна Веймутова, дуб красный и др. Еще лучший вид имеет усадьба Совейки Ляховичского района. Сохранился дом, планировка. Произрастает граб, лиственница, конский каштан, тополь белый, канадский и др. Довольно цельно сохранились усадьба Грушевка Ляховичского района. Усадьба Репихово (Кривошин) Ляховичского района имеет мемориальное значение, здесь жил Ян Чарот, друг А. Мицкевича. Произрастает ясень однолистный, тополь белый.

Коссово Ивацевичского района – современный центр туризма. На фоне прудов и водоемов усадьбы – музей Костюшко. Дворец на высокой многоярусной террасе. Реконструируется. В окружении сосновый лес. Множество боярышника. Из старинных деревьев – липа 90 см в диаметре (около 300 лет). Лиственницы по обе стороны центрального входа (диаметр 60 см, высота 25 м). Экскурсионный объект международного значения.

В Полонечке Барановичского района законсервированный огромный усадебный дом на двойной искусственной террасе – владения Радзивиллов. Со стороны дороги сохранились каменная подпорная стена, пилоны ограды, ступени. На террасах обсадки сирени, караганы. Единично клены и самосев других пород. За домом пологий спуск. Парк не сохранился.

Жемчужина Брестского региона среди дворцово-паркового ансамблей – парк в г. Кобрин. Это объект уровня Гомельского, Несвижского парков – уникальная регулярная планировка. Образец реконструкции старинного парка (1768 г.), наиболее полно сохранившего черты регулярности. Произрастают старый тополь канадский, много туи, букетная посадка граба, ясень (диаметр ствола 60 см), старинные липы, граб (диаметр ствола 46 см), березовые насаждения. Из экзотов – дуб северный, робиния, конский каштан.

В Ружанах Пружанского района сохранились величественные руины огромного дворца с аркадами, галереями, флигелями, их обрамляет огромный двор,

ныне пустой. Начата реставрация. Принадлежал Сапегам. Это выдающийся памятник архитектуры белорусского барокко (XVII–XVIII вв.). Перестраивался в идеях французского классицизма. Парк располагался с северной стороны, от дворца к нему вели каскадные спуски. От парка, его каналов и водоемов не осталось ничего. Он отличался оригинальной радиально-кольцевой планировкой.

В Пружанах примечателен парк площадью около 8 га в пейзажном стиле второй половины XIX в. Многоуровневый оригинальный дом с башней в стиле модерн. Завершилась реконструкция. Проведено комплексное благоустройство. Образец возрождения старинного объекта и нового функционального назначения. В доме располагается музей. Расчищены каналы, построены мостики, ограда, ворота, танцплощадка, стадион и др. Примыкают луговые участки, лесной массив. Территория плоская. Четкой оси нет. Въездная аллея смещена. Партер асимметричен, как и дом. В парке много сирени. Насаждения формирует клен, граб, липа, единично береза, ольха черная (старые экземпляры). Произрастают клен ясенелистный, дуб северный (новые посадки), сосна Веймутова, ясень плакучий, ель колючая, шелковица, чубушники, конский каштан, ильм, кизил, орех грецкий, робиния, боярышник однопестичный (в обсадке), дуб (диаметр ствола 70 см), лиственница (диаметр ствола 60 см), тополь Lettland. Несколько пустоват, возможна посадка экзотов.

В Тугановичах (Карчово) Барановичского района пейзажный парк второй половины XVIII в. в занимает около 12 га. Сохранился неплохо. С ним связаны имена М. Верещаки, А. Мицкевича. Со стороны въезда сохранился единично тополь белый. Позже посажен тополь Lettland (волосистоплодный). Старые липы определяют облик парка. Много граба, который затеняет отдельные участки. Много живописных полян. Особый колорит придает липовая беседка, в которой сохранилось несколько старых растений, изогнутых под грузом веков. Свидетели старины – дубы-близнецы, трехствольный клен (диаметр 70 см).

В Сочивках (Крошин) Барановичского района в хорошем состоянии сохранилась живописная усадьба на высоком холме. Просматривается планировка, отдельные аллеи, поляны. Открываются изумительные виды на окружающий пейзаж, архитектурные ансамбли поселка. Парк ухожен, достаточно благоустроен. В древостое преобладает ясень, клен (диаметр стволов 40–50 см). Из кустарников произрастает бузина. Самосев клена. Здесь бывал известный белорусский ученый мирового уровня И. Домейко. В честь его посещения посажен дуб в 1884 г. и установлен памятный камень. Может быть образцом нового использования с минимальным благоустройством и без реставрации как таковой. Считаем, что имеет черты мемориальности. Парк следует сохранить как объект культуры и садово-паркового искусства общегосударственного значения.

Усадьба Новобережное Столинского района – уникальный дендрологический объект. Сохранился пейзажный парк (около 5 га), усадебный двухэтажный дом с башней. Хорошо сохранилась густая грабовая аллея шириной 6 м.

Древесные массивы представлены кленом, дубом, сосной, елью, снежно-ягодником, спиреей, рябинником. Партер окружен живописными опушками с интродуцентами: лиственница Кемпфера, клен ложноплатановый красностлистный, псевдотсуга, конский каштан, пихта одноцветная, спирея Бияра, липа войлочная, сосна черная, виноград девичий, много барвинка. Парк представляет собой ряд полей. Красивы массивы из дуба. В углу насыпан холм, где была беседка.

В Маньковичах Столинского района хорошо сохранился парк. Главная широкая (10 м) аллея из клена ведет по гребню в направлении дворца (сгорел в войну). Ограда построена в новое время. Парк достаточно, но не полностью благоустроен. Несомненно, один из лучших, а в регионе это лучший старинный пейзажный парк. Хорошо сохранилась планировка, много живописных полей. Боскет из граба. Обилие экзотов, что во много раз повышает ценность объекта. Гребень террасы самый экзотичный. Массивы чередуются с полянами, много древесных групп разной конфигурации, солитеров. Старинные дубы, липа крупнолистная «Vitelina», липа каролинская (ствол диаметром 1 м). Интересна овальная группа ели. Из других экзотов – липа крупнолистная *Obliqua*, ель колючая, пихта одноцветная, лиственница Кемпфера, сосна жесткая, сосна черная, липа войлочная. В парке много сосны Веймутовой, в том числе в виде аллеи. Растут тополь китайский, пихта белая, пихта кавказская, боярышник урновидный, конский каштан, много сирени, ясеня, клена. В насаждениях – разреженная дубрава. Подрост граба. Самосев робинии. Хмель.

Закозель Дрогичинского района с XVIII в. находился во владении Ожешко. Характерно современное расположение усадьбы в центре деревни. Усадебный дом небольшой. К нему ведет деревенская улица – липовая аллея, окруженная каналами. Вдоль аллеи произрастают дубы. Партер и подъезд к дому изменены. В композиции парка ведущую роль играет водоем и вал, засажен ясенем и грабом. Много ивы, ольхи. В усадьбе много водоемов, сложная система каналов. Над одним из них возвышается каплица, изумительные сочетания лепнины, литья, скульптуры, витражей.

В Великорите Малоритского района сохранился небольшой пейзажный парк (около 5 га). Композиционно не выражен. Расположение плоское у р. Рита. Широкий въезд (16 м) не имеет аллеи выразительности. Произрастают экземпляры бука лесного (диаметр ствола до 90 см), сосна Банкса, конский каштан, робиния, дереза Берберов, липа (диаметр ствола 80 см и более), ясень, самосев вяза, тополь белый (диаметр ствола 80 см), клен (диаметр ствола 80 см, естественная шаровидная форма), ежевика, граб в подрасте, бересклет. Имеет значение как дендрологический объект местного значения. Главная ценность – два бука (диаметр ствола до 90 см).

Скоки Брестского района – усадьба Немцевичей XVIII в. Хорошо сохранилась. Выражены элементы симметричной планировки. Дом с ломаной крышей и боковыми башенками, реставрируется. Круговой партер в виде газона. Перед дворцом проходит поперечная кленовая аллея. За домом двухтеррасный

спуск. Вдоль тянется центральная двухрядная стриженная грабовая аллея, переходящая в длинную липовую аллею (диаметры стволов 60–80 см). Две боковые дороги не имеют аллеяного оформления. Ряд полян. Обилие поросли, кустарников (бузина). Насаждения разреженные: клен, ясень (диаметры стволов 60 см), конский каштан. В середине парка поперечный канал. Канал проходил и в правой части между садом и парком. Слева примыкает стадион (ранее ипподром) и посадка тополей. Справа на месте садов – декоративный новый сад. В насаждениях много липы, есть тополь канадский, робиния.

Усадьба Малые Сехновичи Жабинковского района известна тем, что находилась во владении Т. Костюшко. Она была регулярной, черты планировки просматриваются. При въезде была каплица. Въездная аллея (липовая) пересекается другой. Здесь начинается главная липовая аллея (8 × 4 м). Единичны клен ложноплатановый, дуб, ясень, в конце липа американская *Macrophylla*. С XVIII в. частично сохранилась аллея со старинными липами, ведущая от партера к пойме. С другой стороны партера – частная застройка. Примыкает луг. Частично сохранился древостой в северной части (дуб, граб, единично лиственницы и липа крупнолистная). Аллея, которая вела в эту часть парка утрачена. Сохранились несколько старинных дубов. Есть беседка из дубов.

Утрачены усадьбы Медведичи, Серковщина, Гославщина, Коженевщина, Жарские Ляховичского района, Задвея, Гатищи, Застаринье, Кутовщина Барановичского района, Зеленевици, Яновщина, Каролин, Долгое, Н. Куплин, Лажайка, С. Воля Пружанского района, Сеньковичи, Рудня, Регинов Ивацевичского района, Маревиль, Машковичи Березовского района, Лахва, Парахонск, Бердуны, Велесница, Дворец Пинского района, Беллин, Попина, Суличево Дрогичинского района, Литвинки, Стригово, Туличи Кобринского района, Лускалы, Рясна, Верховичи, Грищинцы Каменецкого района, Тербунь, Сычи, Велеямовичи, М. Зводы, Лыщицы, Чернавчицы Брестского района.

Каменецкий район области перспективен тем, что находящаяся здесь Беловежская пуца привлекает массу туристов как подлинный шедевр мирового значения. Особое место в туристической иерархии занимает Белая вежа. Мы убеждены, что включение старинных парков в структуру туристических маршрутов позволит привлечь дополнительный приток посетителей, интересующихся историей страны, ландшафтной архитектурой, биоразнообразием.

На территории Каменецкого района выделяется около 15 объектов садово-паркового зодчества. Общегосударственное значение имеет дворцово-парковый ансамбль Высокое – имение Сапегов. Усадьба сохранилась наиболее полно. Дворец реставрируется. Хозпостройки-флигели придают полноту восприятия эпохи, хотя центральный партер и видоизменен. Красивое террасное расположение над р. Пульва, живописная ландшафтная планировка, наличие водоема, канала выгодно выделяют объект. Особенно интересно древнее замчище. Сохранился вал, обводной канал, въездная брама, руины оранжереи. Произрастает ряд экзотов – лиственница, сосна черная. Имеется редкая для парков Беларуси очень длинная аллея конского каштана. Ансамбль является

одним из лучших в Беларуси и должен стать значительным туристическим центром региона.

Большой интерес представляет усадьба Волчин. Определенно известно место расположения дворца. Сохранились фундаменты и часть стен. Просматривается оригинальная водная система каналов. К сожалению, некогда очень большой парк (до 40 га) не сохранился. Проводимые археологические раскопки позволят организовать здесь археологический музей. Кроме того, имение связано с именами таких исторических личностей, как Солтан, Госевский, Сапега, Флеминг, Чарторыйский, Понятовский, Пусловский.

Следует упомянуть ряд других парков района: Гремяче, Копылы (Победа), Бучемль, Миньковичи, Шостаково, Лумно, Пелище, Рясна. Фрагментарно сохранились усадьба Лускалы, усадьба Потоцких в Огородниках. В значительной степени утрачены усадьбы Верховичи, Сюлки, М. Турно.

В **Гродненской области** обследовано 108 усадебных парков. Как объекты первостепенной важности могут быть реконструированы 29 из них, 54 имеют местное значение, 25 парков утрачены.

Выдающийся культурный и исторический центр – усадьба Залесье Сморгонского района (1802–1822 гг.). Хорошо сохранился парк, ряд построек реконструирован, некоторые законсервированы, в том числе дом. Приподнятая кленово-липовая аллея ведет к партеру. Здесь многое связано с именем М. Огинского.

Компактная усадьба Трокеники Островецкого района хорошо сохранилась в комплексе. Уникальный ландшафт, один из самых высоких по рельефу.

Усадьба Огородники Ошмянского района, принадлежавшая графу Чапскому, сохранилась частично. Однако в пейзажном плане, наличием лиственницы, тополя белого, хозпостройками, легендарной историей, имеет ландшафтно-историческую ценность.

Шедевр европейского масштаба – замок в Мире. Старинный регулярный парк не сохранился. Пейзажный итальянский в реконструкции. Сохранился пруд, на пологом спуске к которому располагается парк. Экзоты – сосна черная (диаметр ствола 65–75 см), лиственница сибирская, сосна Веймутова (диаметр ствола 54 см).

Прекрасна и мемориальная усадьба Больтеники Вороновского района. Сохранился весь ансамбль, даже интерьер. Масса интродуцентов: лиственница, сирень венгерская, бархат амурский, туя, тополь белый, липа голландская, клен серебристый, чубушник, конский каштан и др. Здесь часто бывал А. Мицкевич в гостях у М. Верещаки.

Большое Можейково – объект государственного значения. Сохранилась планировка, боскеты, все черты старинного регулярного парка 1787 г. Имеется грабовая формованная аллея. Имение Руткевичи Щучинского района требует реконструкции и благоустройства, парк террасный, много экзотов. Поместье князей Святополк-Четвертинских Желудок Щучинского района следует превратить в центр туризма. Прекрасный ансамбль. Произрастают тополь волоси-

стый, сосна Веймутова, ирга, сирень и др. В имении Потоцких Рось Волковысского района благоустроенный поселок и сохранившийся парк, нуждающийся в реконструкции. Множество каналов, полян, экзоты придают ему особый колорит и значимость. Теолин Волковысского района – ныне пансионат. Крутые террасы р. Рось и прогулочные маршруты вдоль них – уникальное явление. Высокие лестницы. Следовало бы ориентировать на туризм. Имение Князево Зельвенского района должно стать дендрологическим объектом: сосна горная, лиственница, липа крупнолистная, сосна жесткая, клен серебристый Виера, боярышник, сирени, спирея и др.

Восстановлен дом и утраченный парк в имении Александровщина Зельвенского района. Дворцово-парковый ансамбль Альбертин Слонимского района ныне является городским парком на окраине города. Усадьба сохранилась сравнительно целостно: дворец, постройки, водоем, планировка. Ценные экзоты: липа разнолистная, липа каролинская, тополь белый, лиственница. Является объектом туризма республиканского значения.

В Щорсах Новогрудского района примечателен большой пейзажный парк второй половины XVIII в. Огромный дворцовый комплекс. Богатая история имения П. Хрептовича. Большой партер – ныне стадион. Серия прямоугольный прудов, каналов.

Цельным компонентом сохранилась усадьба Святск Гродненского района (конец XVIII в.). Много экзотов. Усадьба Ворняны Островецкого района сохранилась частично. Пруды, разводной мост. В заброшенной усадьбе Дубники сохранился старый древостой. Здесь бывал Г. Сенкевич. Частично сохранились усадьбы Михайловщина и Антоново Ошмянского района. Местное культурологическое значение имеют усадьбы Лаздуны и Ивье Ивьевского района, а также Липнишки, особенно Жемыславль (экзоты – спирея белая, лиственница, ясень пенсильванский, клен Шведера, липа голландская). Геранены также богаты древостоем (псевдотсуга, сосна Веймутова, тополь белый, спирея и др.). Дворице, Бердовка, Горни, Торново, Лидского района имеют местное значение. Бердовка – образец реконструкции под современные нужды (центр туризма). Горни можно рекомендовать под дендрарий лесхоза. В Торново можно реконструировать лишь дворец. В Малом Можейково Лидского района реконструирована усадьба с элементами утраченного парка. Имена Ищелна, Гурнофель, Костенево, Головичполье, Андриюшевцы Щучинского района являются дендрологическими памятниками (Гурнофель), могут стать центрами туризма (Головичполье), рекреации (Костенево).

Прекрасно сохранен усадебный дом в Головичполье. Имение Рожанка Щучинского района также имеет местное значение. Усадьбы Верейки Волковысского района и Старый Дворец Берестовицкого района после реконструкции должны принять туристическую направленность. В Старом Дворце одна из протяженных липовых аллея. Много экзотов. Выше среднего можно оценить сохранность усадебного парка в Струбнице Мостовского района. Ценный древостой, планировка, множество хозпостроек.

В усадьбе Рогожница Мостовского района сохранились монументальные ворота, дом с колоннами крыльца, террасный парк, экзоты (липа крупнолистная, клен серебристый, дуб красный и др.). Кременица Дольная Зельвенского района представлена фрагментарно.

Усадьба Гнезно Волковысского района – образец эффективного современного использования (СПК) и реконструкции. Благоустроен парк, хозпостройки, дворец, водная система. Аналогичная ценность усадьбы Подороск Волковысского района. Уникальная брама, ограда. Дом нуждается в реконструкции, имеет величественный вид. Имение Краски требует срочной реконструкции, благоустройства. Просматривается партер. Пейзажный парк со множеством экзотов зарастает. Дворец разрушается, однако сохранил величественный вид, башни, высокое крыльцо. Парк занимает склон и подножие на берегу реке Зельвянки. Возможно усиление функции местного значения у парка имения Новодевятковичи Слонимского района, имений Козловщина, Накрышки, Лопушно Дятловского района, Березовка Лидского района, Вселюб, Вересково, Осташин, Адамполь Новогрудского района, Обрина Кареличского района. После реконструкции может стать хорошей зоной отдыха усадьба Воронча Кореличского района. В усадьбе Райца Кореличского района конца XVIII в. сохранился дом. Много экзотов: клен серебристый, тополь лавролистный, туя, тополь белый, конский каштан, ель колючая, спирея, жимолость, сирень, смородина альпийская и др. Старинный парк г. Скидель нуждается в реконструкции. Среди экзотов липа каролинская, липа крупнолистная, лиственница европейская, сосна Веймутова и др. Местное значение имеют усадьбы Озеры, Радзивилки, Белые Болоты Гродненского района. Усадьбы Лишки и Массальяны Берестовицкого района имеют большие перспективы реконструкции. К настоящему времени реконструирован парк пос. Свислочь Гродненской области. Из экзотов – туя, лиственница, липа крупнолистная и др.

Усадьба Вердомичи Свислочьского района с большим пейзажным парком. Длинная по периметру липовая аллея. Экзотов мало. Имеет важное значение как наиболее выраженный парк XIX в. Усадьба Порозово Свислочьского района имеет местное значение.

Не сохранились усадьбы Двор Новоселки Ошмянского района, Евлаши Щучинского района. Утрачены Моисеевичи Волковысского района. Невозможно восстановить имения Субочи, Дыхновичи, Шавки Волковысского района. Сильно ухудшилось состояние усадьбы Мачульча Волковысского района. Утеряны усадьбы Ст. Жировичи и Литва Слонимского района, Деревенчицы Слонимского района, Роготно, Мировщина, Жуковщина, Хромчицы Дятловского района, Миратичи Кореличского района, Фабричный, Ликовка, Бояры Гродненского района, Муравана, Синьки, Карповцы Берестовицкого района, Клепачи, Горностаевичи и Новосады Свислочьского района.

Важная часть изучения состояния парков – выявление и оценка состояния древесных экзотов, их каталогизация с целью расширения знаний по адаптивному потенциалу интродуцентов, оценки их устойчивости и продуктивности,

возможности использования в качестве маточников. При обследовании выявлено около 200 таксонов (71 род) древесных интродуцентов из 27 семейств: барбарисовые, березовые, бобовые, буковые, виноградовые, дерновые, жимолостные, ивовые, камнеломковые, кленовые, кипарисовые, клекачковые, конско-каштановые, кутровые, липовые, лютиковые, маслинные, магнолиевые, лоховые, ореховые, розоцветные, рутовые, самшитовые, сосновые, тисовые, тутовые.

К сожалению, приходится констатировать резкое уменьшение численности экзотов за последние 20 лет по сравнению с данными других авторов. Выпали плакучие формы вяза, ясеня, березы, пестролистные формы клена, ряд таксонов липы, сосны и др. Интродуценты в зеленых насаждениях могут служить маточниками. Это в полной мере относится и к старинным паркам, маточные фонды которых, пусть и небольшие, но содержат устойчивые и продуктивные таксоны, проверенные вековым опытом.

Нет необходимости доказывать роль интродуцентов в современном озеленении. В озеленении интродуценты часто преобладают. Они существенно улучшают среду. Разработана даже математическая модель привлекательности [11]. Семейства *Rosaceae* и *Salicaceae* наиболее часты в озеленении, например городов Сургута, Мурманска (наряду с *Betulaceae*), Воронежа, Хабаровска, Владивостока [4, 7, 13, 15]. Иногда в озеленении выделяется определенный таксон, обладающий наибольшей устойчивостью в регионе, как орех маньчжурский в Сибири [10]. В озеленении Киева используются 250 видов древесных растений [16]. Старинные парки как генофонд ценных экзотов активно изучаются в России [13, 14]. В Московской области выявлено 222 парка, в Калужской – 15, Тульской – 17, Орловской – 17, Рязанской – 16 [1]. В старинных парках Московской области отмечено 203 вида местных и интродуцированных древесных пород, в Калужской – 65, Тульской – 87, Орловской – 100, Рязанской – 71, Ярославской – 105 [1]. Интерес представляет сравнение с Литвой. Общество дендрологов Литвы в 1999–2002 гг. провело инвентаризацию 200 парков Литвы: на западе страны – 36, в центральной части – 75, в восточной части – 55, на юго-западе Литвы – 34. Среди дендрологических ценностей Литвы – 650 деревьев, которым присвоен статус растений национальных генетических ресурсов в группе категории одиночных деревьев и групп деревьев. Они относятся к 61 виду растений и 26 более низким, чем вид, таксонам. 618 деревьев растут в 72 парках Литвы, 32 – в зеленых насаждениях городов и поселков Литвы [17].

На основании вышеизложенного можно с уверенностью сказать, что завершение работ по изучению таксономического состава старинных парков Беларуси послужит основой для организации на их основе в регионах страны выращивания саженцев адаптированного ассортимента.

Разработана концепция современного подхода к реконструкции старинных парков Беларуси, учитывающая их массовое посещение, восприятие людей с разными ценностями, ориентацией и культурой, демографические различия личности, осознание социально-интеграционной роли зеленых насаждений

как мест объединения всех социальных групп населения, временные изменения в структуре и функционировании парков, необходимость сохранить старые части как парки определенных эпох, этнографические, мемориальные.

Определение культурно-исторической и ландшафтно-декоративной значимости старинных усадебных парков (или дворцово-парковых ансамблей) на современном этапе по сравнению с ранее полученными данными – основа для планирования работ по реставрации и реконструкции с целью определения перспектив использования, вовлечения в туристические маршруты. Осознание национальной специфики, в ряде случаев мемориальное, связь с именами выдающихся деятелей науки и культуры будут способствовать развитию самосознания, идеологии молодого государства.

В заключение отметим, что первоочередная задача – сохранение старинных парков, организация действенной охраны, ограничение хозяйственной деятельности и застройки. Представляется актуальной разработка программы реконструкции, так как полная реставрация возможна лишь на единичных объектах. Частично может быть реставрировано большее количество объектов.

ФОРМИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА САДОВЫХ ФОРМ ХВОЙНЫХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН БЕЛАРУСИ

Научно обоснованный ассортимент определяет особенности ландшафтного дизайна, а также качество работ в области декоративного садоводства. В Беларуси примерно до середины 1990-х гг. формирование ассортимента древесных растений осуществлялось за счет привлечения быстрорастущих растений с высокими декоративными качествами, преимущественно деревьев, красивоцветущих кустарников и лиан. Особое место при этом отводилось хвойным видам, которые были эффектны в одиночных, групповых и аллеиных посадках. Значительный вклад в решение этой проблемы на территории Беларуси в разные годы внесли С. Д. Георгиевский (1931), А. Л. Новиков (1933), Н. Д. Нестерович (1959–1961), Е. В. Иванова (1963), В. Г. Антипов (1967), Н. В. Смольский (1968), Н. В. Шкутко (1970, 1975, 1991), А. Т. Федорук (1972, 1980, 1989), А. А. Чаховский (1991) и др.

Первые попытки интродукции декоративных садовых форм хвойных древесных растений на территорию Беларуси, по-видимому, относятся к началу XIX в. В этот период активно велась закладка усадебных парков. Паркостроение на протяжении нескольких столетий стимулировало и определяло особенности интродукции растений, в том числе садовых форм. По данным на 1 декабря 1910 г., в саду профессора ботаники В. В. Адамова в Больших Летцах имелось до 400 наименований садовых форм древесных и кустарниковых растений и трав-альбиносов. В питомнике Игнатичи (на Минщине), согласно каталогу 1913 г., имелось 225 видов и форм древесных растений; В. Ельским была выделена сосна голубая игнатицкая [1]. В питомнике Глубокского опытного лесхоза В. А. Ломако была получена ель обыкновенная *Virgata* из семян, собранных с одиночного дерева со змеевидными ветвями (Обольское лесничество).

В первых публикациях [2, 3], посвященных инвентаризации иноземных видов на территории восточной части Беларуси, указываются пихта одноцветная *Violacea*, псевдотсуга Дугласа *Glauca*, 55 разновидностей туи западной. Наиболее часто встречались садовые формы туи: *Globosa*, *Erecta*, *Columna* и *Hoveyi*.

В работах послевоенного периода [4–10] отмечены пихта одноцветная *Violacea* и ее колонновидная форма *Fastigiata*. Изредка встречалась псевдотсуга сизая *Argentea* с голубовато-серой хвоей и *Glauca Pendula* – с сизовато-белой хвоей и опущенными ветвями. Большим разнообразием форм отличалась ель колючая. В садах и парках произрастали формы *Argentea*, *Glauca*, *Coerulea*,

Viridis, Koster, Flavescens, Columnaris. В насаждениях ели канадской встречались *Albertiana, Coerulea, Aurea* и *Fastigiata*, тсуги канадской – *Fastigiata* и *Pendula*. Наиболее часто из форм туи западной встречались *Globosa, Pendula, Glauca* и *Lutescens*. Были выявлены уникальные экземпляры для всей северо-западной зоны СССР: пихта сибирская *Glauca*, сосна кедровая европейская *Columnaris*, псевдотсуга сизая *Pendula*.

В западной части Беларуси наряду с рядом уже упомянутых хвойных растений культивировались лиственница европейская с различной окраской мужских шишек (*Rubra, Viridiflora, Rosiflora*), а также *Viminalis* с поникающими ветвями второго и третьего порядков, формы ели канадской *Conica* и *Coerulea* с беловато-голубоватой хвоей. Изредка в парках встречались высокодекоративные садовые формы туи западной: *Lutescens, Aureospicata, Pyramidalis compacta*. В Брестском зеленхозе выращивались туя западная *Ericoides, Hoveyi, Globosa*, можжевельник чешуйчатый *Meyeri*, кипарисовик горохоплодный *Squarrosa Sulphurea*. В разных типах зеленых насаждений (Брест, Слоним) отмечались туя гигантская *Aureovariegata*, кипарисовик горохоплодный *Squarrosa* и *Plumosa*, можжевельник виргинский *Pyramidalis* и *Glauca*, можжевельник казацкий *Erecta, Cupressifolia* и *Tamariscifolia* [1, 11, 12].

Декоративные формы, являющиеся ценными маточниками, часто были представлены немногочисленными старыми экземплярами, произрастающими в парках и усадьбах, изредка они встречались в населенных пунктах. В молодых посадках садовые формы были большой редкостью, вплоть до середины 1960-х гг. К этому времени ведущую роль в распространении садовых форм в Беларуси начал играть Центральный ботанический сад, который ежегодно передавал зеленхозам, производственным организациям и питомникам десятки тысяч посадочных единиц древесных и кустарниковых растений. С его помощью были заложены и постоянно пополнялись коллекции ботанического сада Белорусского технологического института им. С. М. Кирова (ныне Белорусский государственный технологический университет) и дендрарий Глубокского опытного лесхоза.

Интродукция декоративных форм хвойных в ЦБС, согласно записям Главной книги, началась с 1947 г., велась в основном Н. И. Чекалинской. Формы туи, кипарисовика, можжевельника, тиса и других растений привлекались в основном семенами, поэтому эффективность интродукции садовых форм была низкой, так как декоративные признаки форм передавались при семенном размножении лишь небольшому количеству семян. Долгие годы интродукцией древесных, в том числе хвойных растений в ЦБС занимались Н. В. Шкутко, А. А. Чаховский, Ю. А. Бибиков, Б. С. Мартинович, Е. З. Бобореко, В. А. Липницкий и другие сотрудники. Исходный материал привлекался из ботанических садов бывшего СССР, стран Западной Европы (Голландия, Польша, Швеция, Бельгия, Германия и др.), США и Канады.

Начало создания коллекции садовых форм хвойных растений в ЦБС приходится на 1955–1959 гг. Она включала формы ели обыкновенной (*Nidiformis*),

ели колючей (*Glauca*), кипарисовика горохоплодного (*Aureovariegata*, *Plumosa aurea*, *Squarrosa* и *Squarrosa-dumosa*), можжевельника обыкновенного (*Prostrata* и *Pyramidalis*), можжевельника казацкого (*Aureovariegata*), туи западной (*Ericoides*, *Rosentalii*, *Dougllassii* *Pyramidalis*, *Globosa*, *Compacta*, *Globosa Nana*, *Ellwangeriana Aurea*) [13, 14].

После строительства в 1978 г. на древесном питомнике ЦБС комплекса теплиц с установкой искусственного тумана появилась возможность укоренения черенков, что значительно улучшило результативность интродукции растений. Привлечение новых форм начиная с 1978 г. велось в основном из дендрария в Курнике – научно-исследовательского отдела Польской академии наук (А. Т. Федорук, А. А. Чаховский); Каунасского ботанического сада (Л. В. Ивашин), Памиро-Алтая (Е. И. Орленок), Ботанического сада АН Латвии в г. Саласпилсе (А. Т. Федорук) и других мест. Коллекция пополнилась новыми таксонами кипарисовика горохоплодного (*Aureovariegata* и *Filifera Aurea*), можжевельника виргинского (*Tripartita*), можжевельника китайского (*Old Gold*), можжевельника обыкновенного (*Hornibrookii*), ели обыкновенной (*Nidiformis* и *Procumbens*), тиса ягодного (*Sommeregold*), туи западной (*Bodmeri*, *Boothi*, *Hoveyi*, *Umbraculifera*, *Recurva Nana*, *Maloniiana*, *Rheingold*).

Особенно активизировалась работа по привлечению декоративных форм в ЦБС после 1986 г. Этому способствовали целевые экспедиции в ботанические сады и питомники Польши, ботанические сады России, Латвии, Литвы, Эстонии, Украины и Молдавии. Они были организованы по инициативе заведующего лабораторией интродукции древесных растений доктора биологических наук Н. В. Шкутко и проводились сотрудниками лаборатории А. А. Чаховским, И. М. Гарановичем, В. И. Торчиком, Е. Д. Антонюк, Е. И. Орленок, М. В. Шуравко и др. В 1990-е гг. ЦБС располагал коллекцией из 102 форм. Наиболее разнообразным был состав туи западной, насчитывающей 30 таксонов, ели обыкновенной – 13 таксонов, можжевельников – 17 и др.

В конце XX в. в зеленое строительство стали активно вовлекаться карликовые культивары. Их наличие и разнообразие форм во многом определяют ландшафтный облик современного озеленения городов многих стран мира. Они оказались незаменимыми в новых приемах озеленения городов: садах на крышах, контейнерном озеленении улиц, балконов и различных искусственных оснований.

Массовое привлечение на отечественный рынок многочисленных садовых форм, в основном хвойных видов, которое основывалось лишь на высоких декоративных качествах растений без предварительного интродукционного изучения в условиях Беларуси, привело к ряду негативных последствий при создании садово-парковых композиций. В связи с этим возникла потребность в создании экспериментальной коллекции садовых форм древесных растений, состоящей из культиваров нового поколения, проведении их изучения, разработке технологии размножения и выращивания.

Активная работа по ее формированию началась в 1999–2000 гг., когда по инициативе академика В. Н. Решетникова в ЦБС НАН Беларуси была создана группа декоративного садоводства, которую возглавил кандидат биологических наук В. И. Торчик. В состав группы вошли также научный сотрудник Е. Д. Антонюк и младший научный сотрудник О. Г. Шилова. Основной задачей группы было привлечение садовых форм хвойных видов европейской селекции. В этот период В. И. Торчиком было организовано несколько экспедиций в питомники и дендрологические центры стран Европы. Основными источниками поступления растений были ботанические учреждения Польши («Питомники Курницкие» научно-исследовательского отдела Польской академии наук [15], питомник древесных растений «Eugeniusz Pudelek»), Германии (ботанические сады г. Дортмунд и Боннского университета, древесные питомники «Helmut Peters» и «Lappen») [16, 17] и Голландии (научно-исследовательский центр дендрологии «Profthuin» и питомник «Pieter Zwijnenburg» г. Боскоп) [18].

При выявлении перспективных для зеленого строительства растений первоочередное внимание было уделено интродукции садовых форм хвойных видов, устойчивых в условиях Беларуси, как группе растений, которая отличается значительным разнообразием форм и сохраняет высокие декоративные качества на протяжении всего года.

В результате этой работы была создана коллекция садовых форм, насчитывающая 147 культиваров, относящихся к 34 видам 8 родов 3 семейств. Она была зарегистрирована решением Минского городского исполнительного комитета от 7 декабря 2000 г. № 1414 в Едином государственном реестре юридических лиц и индивидуальных предпринимателей за № 100233786 как «Коллекция декоративных садовых форм древесных растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси». Некоторые культивары показаны на рис. 6.1 (см. цв. вклейку).

В последующие годы началось изучение эколого-биологических особенностей растений, в результате которого им была дана комплексная оценка (сезонное развитие и рост, регенерационная способность, устойчивость к факторам внешней среды, болезням и вредителям) в сравнении с исходными видами, длительное время произрастающими в ЦБС.

Эти исследования проводились сотрудниками сектора декоративного садоводства В. И. Торчиком, Е. Д. Антонюк и О. Г. Шиловой, а несколько позже – Г. А. Холопуком. Изучением было охвачено 125 культиваров.

Сравнительный анализ данных сезонного развития показал, что все садовые культивары следует рассматривать как самостоятельные таксономические единицы. Для преобладающего большинства из них характерен индивидуальный ритм сезонного развития. Это наглядно демонстрируют данные рис. 6.2, из которых видно, насколько сезонное развитие садовых форм ели обыкновенной отличается от развития исходного вида. Садовые формы разного географического происхождения также отличаются между собой по срокам

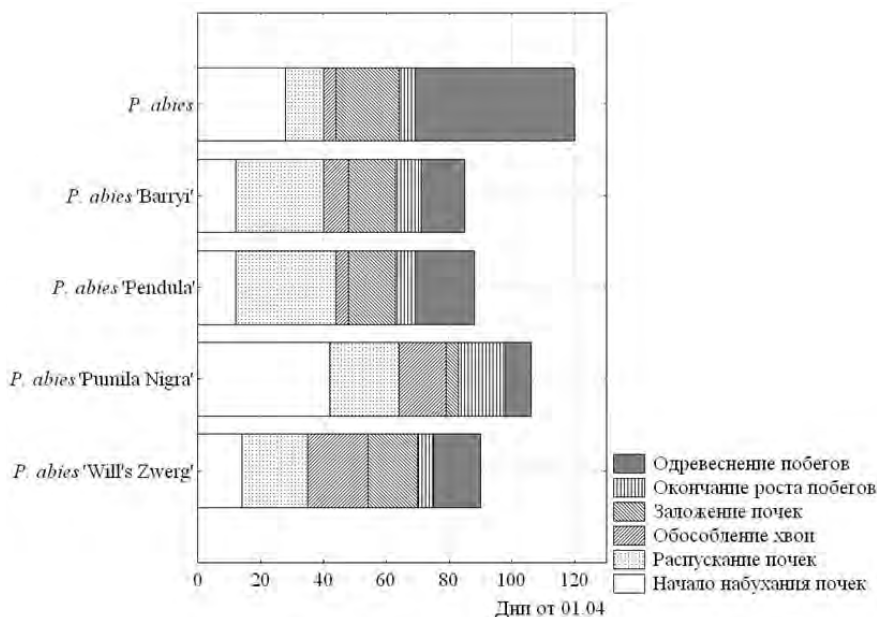


Рис. 6.2. Сезонное развитие садовых форм ели обыкновенной в ЦБС НАН Беларуси

прохождения отдельных фенологических фаз. Причем расхождение в сроках наступления отдельных из них достигает от 5 до 24 дней и более.

У некоторых садовых форм ели, сосны, лиственницы и тсуги сезонное развитие соответствует или только несколько опережает сезонное развитие исходных видов. У садовых форм тисов вегетация, которая начинается с цветения, набухание и распускание наступают раньше или одновременно, чем у растений исходного вида. В прохождении остальных фенологических фаз определенная закономерность не выявлена. Начало вегетации садовых форм семейства кипарисовых совпадает с началом роста побегов у видов.

Продолжительность роста побегов садовых форм определяется происхождением исходного вида и особенностями гидротермического режима вегетационного периода. Садовые формы родов ель, сосна и тис отличаются коротким периодом роста побегов с кульминацией в июне – июле. У представителей семейства кипарисовых, как правило, рост побегов заканчивается в конце августа – начале сентября, но при теплой и затяжной осени он может продолжаться до конца сентября и даже в октябре. Некоторым садовым формам присущ вторичный рост побегов. Это в первую очередь относится к садовым формам ели сизой группы *Conica*. У большинства из них он протекает в среднем 2 мес. и по времени значительно превышает продолжительность первичного роста побегов.

В целом сезонная ритмика изучаемых интродуцентов соответствует годовому ритму погодных-климатических условий в Беларуси, чем в значительной степени обеспечивается успешность их культуры в регионе.

Наблюдения за генеративным развитием садовых форм показало, что регулярное семяношение наблюдается у садовых форм тиса ягодного, сосны горной, туи западной, кипарисовика горохоплодного и нутканского, можжевельников. Обильное семяношение повышает декоративность некоторых можжевельников. Созревание семян происходит обычно на второй год, у некоторых форм – к концу сентября. У большинства форм семена пустые. У полнозернистых семян зародыш формируется к концу июля. У некоторых садовых форм (*Juniperus virginiana* 'Burkii', *Juniperus communis* 'Bruns') шишкоягоды сохраняются до весны следующего года.

По степени зимостойкости садовые формы в незначительной мере отличаются от растений основных видов. Наиболее частые типы зимних повреждений (5–10%) – обмерзание годичного прироста побегов и частичное отмирание хвои. Эти повреждения отмечались почти ежегодно у садовых форм можжевельника китайского и тиса ягодного. В неблагоприятные зимы у садовых форм тиса ягодного при выращивании в контейнерах может повреждаться корневая система, что связано с длительным ростом корней и недостаточным их одревеснением.

Регулярное фитопатологическое и энтомологическое обследование насаждений показало, что в условиях Беларуси садовые формы хвойных видов достаточно устойчивы к болезням и вредителям. Только в отдельные годы с затяжной холодной и влажной весной и предшествующей снежной с оттепелями зимой отмечалось повреждение хвои и ветвей. Основной возбудитель болезней садовых форм туи западной, кипарисовика горохоплодного и других хвойных растений – *Botrytis cinerea* Pers. **Заболевание характеризуется** образованием густой грибницы, окутывающей хвою и ветви, особенно внутри куста. При высокой степени развития болезни отмечалось отмирание нижних ветвей, на которых во влажную погоду образовывались склероции гриба. Последние, сохраняясь в почве и на растениях, весной прорастали в грибницу. Заболевание часто носило очаговый характер. В некоторых случаях в загущенных посадках повреждение хвои садовых форм туи западной вызывал гриб *Alternaria* spp. **На растениях садовых форм тиса ягодного отмечалось** поражение коры грибом *Phytophthora cactorum* Schroet. На нижней части стебля, у корневой шейки образовывались вдавленные пятна, которые при высокой степени развития вызвали постепенное увядание и гибель всего растения. Повышенная влажность воздуха и загущенность посадок способствовали развитию болезни. Поражение хвои садовых форм сосны горной, сосны черной и ели колючей вызывает *Phacidium infestans* Karst. **Наибольшая степень развития** гриба также отмечалась на тех растениях, которые долго находились под снегом или росли в условиях повышенной влажности.

Установлено, что на садовых формах могут паразитировать сосущие вредители. В течение периода наблюдений ежегодно отмечалось развитие *Oligonychus ununguis* Jacobi. **Заселенные вредителем растения покрываются** тончайшей паутиной, слабеют, отстают в росте. Хвоя буреет, декоративность резко снижается. Высокая степень развития этого вредителя зафиксирована на всех

садовых формах ели канадской *Conica*, отдельных представителях из родов *Juniperus* L. и *Chamaecyparis* Sprach. Идентификация вредителей показала также, что на садовых формах *Juniperus* L. паразитируют *Cinara juniperi* De Geer., ели канадской *Conica* – *Cinaria pilicornis* Htg., *Mindarus obliquus* Chol., *Adelges laricis* Vall. и *Adelges tardus* Dreyf., а на формах туи западной – *Cinaria juniperina* Mordv. На некоторых формах туи западной, можжевельников и кипарисовиков отмечены *Parthenolecanium fletcheri* Ckll. и *Insulapsis juniperi* Lndgr. Эти вредители, поселяясь на хвое и побегах, вызывают образование пятен, а при массовом размножении они сильно ослабляют растения.

Относительно устойчивыми в условиях Беларуси являются пестролистные формы. Это в первую очередь относится к садовым формам можжевельника среднего (*Blue and Gold*, *Plumosa Albovariegata* и *Plumosa Aureovariegata*), можжевельника китайского (*Variiegated Kaizuka*), можжевельника чешуйчатого (*Golden Flame*), кипарисовика горохоплодного (*Snow*). У них наблюдается повреждение цветных побегов в зимний и весенний периоды, что связано с низкой устойчивостью этих побегов к возрастающей солнечной нагрузке с середины февраля до момента таяния снега и повышенной восприимчивостью к грибным болезням. Однако снижение декоративности временное, и большинство изученных пестролистных форм с успехом может использоваться в зеленом строительстве.

По результатам комплексной оценки для зеленого строительства республики рекомендовано 122 культивара, из которых 26 требуют соблюдения специфической агротехники выращивания и ухода. С учетом обобщения опыта интродукции прошлых лет в озеленении могут успешно использоваться более 200 культиваров (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Таксономический состав садовых форм хвойных видов, рекомендуемых для зеленого строительства в Республике Беларусь

Семейство	Род	Вид	Садовая форма	
<i>Pinaceae</i> Lindl.	<i>Abies</i> Mill.	<i>alba</i> Mill.	<i>Pyramidalis</i>	
		<i>concolor</i> Lindl. et Gord.	<i>Violacea</i>	
	<i>Larix</i> Mill.	<i>decidua</i> Mill.	<i>Kornik, Pulii</i>	
		<i>kaempferi</i> (Lambert) Carr	<i>Blue Dwarf</i>	
	<i>Picea</i> A. Dietr.	<i>abies</i> (L.) Karst.		<i>Barryi, Echiniformis, Cupressina, Inversa, Little Gem, Nidiformis, Parviformis, Pendula, Procumbens, Punila Nigra, Remontii, Repens, Virgata, Will's Zwerg</i>
			<i>abovata</i> Ledeb.	<i>Krilovii</i>
		<i>glauca</i> (Moench.) Voss	<i>Alberta Blue, Alberta Globe, Arnesons Blue Variegat, Conica, Daisy's White, Laurin, Echiniformis, Piccolo, Sanders Blue</i>	
		<i>mariana</i> (Mill.) B.S.P.	<i>Beissneri, Nana</i>	
		<i>omorica</i> (Pančić) Purkyně	<i>Nana, Pendula</i>	
		<i>orientalis</i> (L.) Link.	<i>Aurea</i>	
<i>pungens</i> Engelm.		<i>Glauca, Glauca Globosa, Hoopsii, Montgomery</i>		

Семейство	Род	Вид	Садовая форма	
<i>Pinaceae</i> Lindl.	<i>Pinus</i> L.	<i>cembra</i> L.	<i>Columnaris</i>	
		<i>mugo</i> Turra.	<i>Gnom, Hesse, Humpy, Mops, Winter Gold</i>	
		<i>nigra</i> Arnold.	<i>Pyramidata</i>	
		<i>sylvestris</i> L.	<i>Aurea, Fastigiata</i>	
		<i>strobus</i> L.	<i>Radiata</i>	
	<i>Tsuga</i> Carr.	<i>canadensis</i> (L.) Carr.	<i>Cole Prostrata, Compacta, Minima, Nana</i>	
<i>Taxaceae</i> Lindl.	<i>Taxus</i> L.	<i>baccata</i> L.	<i>Adpressa, Amersfort, Aurea Decora, Aurea Variegata, Dovastonianana, Elegantissima, Fastigiata Variegata, Kornik, Repandens Aurea, Sommergold</i>	
		× <i>media</i> Rehd.	<i>Hicksii, Hillii</i>	
<i>Cupressaceae</i> F. W. Neger	<i>Chamaecyparis</i> Spach.	<i>nootkatensis</i> (D. Don) Spach	<i>Aurea, Glauca, Tatra, Viridis</i>	
		<i>obtusa</i> (S. & Z.)	<i>Lycopodioides</i>	
		<i>pisifera</i> (S. & Z.)	<i>Boulevard, Filifera, Filifera Nana, Filifera Aurea Nana, Nana, Nana Aureavariegata, Plumosa, Plumosa aurea, Plumosa Flavescens</i>	
	<i>Juniperus</i> L.	<i>chinensis</i> L.		<i>Aurea, Blaauw, Blue Alps, Blue Point, Columnaris, Jowa, Kaizuka Variegata, Ketleeri, Kuriwao Gold, Mountbatten, Obelisk, Old Gold, Plumosa Aurea, Plumosa Albovariegata, Plumosa Aureovariegata</i>
				<i>Anna Maria, Arnold, Bruns, Gold Cone, Green Carpet, Depressa, Depressa Aurea, Hibernica, Hornibrookii, Horstmann, var. Jaakii, Minima, var. Montana, Reptanda, Sentinel, Suecica</i>
		<i>davurica</i> Pall.	<i>Expansa, Expansa Variegata</i>	
		<i>horizontalis</i> Moench	<i>Agnieszka, Blue Chip, Cupressifolia, Douglasii, Erecta, Glauca, Grey Pearl, Hughes, Plumosa, Reptans</i>	
		× <i>media</i> van Melle	<i>Blue and Gold, Gold Star, Golden Saucer, Hetzii, Mint Julep, Pfitzeriana, Pfitzeriana Aurea, Pfitzeriana Compacta, Pfitzeriana Glauca</i>	
		<i>procumbens</i> (Endl.) Miq	<i>Bonin Isles</i>	
		<i>sabina</i> L.	<i>Arcadia, Broadmoor, Buffalo, Tamarscifolia, Variegata, Cupressifolia, Erecta, Rockery Gem</i>	
		<i>scopulorum</i> Sarg.	<i>Blue Arrow, Pathfinder</i>	
		<i>squamata</i> D.Don.	<i>Blue Carpet, Blue Star, Golden Flame, Holger, Meyeri, Prostata</i>	
		<i>virginiana</i> L.	<i>Burkii, Canaertii, Glauca, Grey Owl, Skyrocket, Tripartita</i>	

Семейство	Род	Вид	Садовая форма
<i>Cupressaceae</i> F. W. Neger	<i>Thuja</i> L.	<i>occidentalis</i> L.	<i>Alba, Aureospicata, Aurescens, Bodmeri, Boothii, Columna, Compacta, Danica, Douglasii Pyramidalis, Dumosa, Ellegantissima, Ellwangeriana Aurea, Ericoides, Fastigiata, Filiformis, Europe Gold, Globosa, Globosa nana, Golden Globe, Gold Perle, Goveya, Malonyana, Holmstrup, Hoseri, Little Champion, Ohlendorfi, Pendula, Pyramidalis, Recurva Nana, Reingold, Robusta, Smaragd, Spiralis, Stolwijk, Sunkist, Teddy, Tiny Tim, Thuepsoides, Umbraculifera, Vervaeneana, Wagneriana, Wareana Lutescens, Woodwardii</i>
		<i>plicata</i> D. Don.	<i>Zebrina</i>
	<i>Thujopsis</i> Zieb. et Zucc.	<i>dolobrata</i> Zieb. et Zucc.	<i>Variegata</i>

Следует отметить, что сам процесс введения перспективного таксона в культуру занимает достаточно длительный промежуток времени, сравнимый с получением нового сорта или садовой формы путем индуцированного мутагенеза. Между тем в природных популяциях у отдельных особей периодически, хотя и сравнительно редко, возникают качественные изменения генотипа, приводящие к перестройке морфологических или физиологических свойств организма или его частей [19]. Эти изменения могут быть как обратимыми, так и носить глубокий физиологический характер и влиять на интенсивность роста, морфологические характеристики листовой пластинки, окраску цветков и другие признаки. Последние в научной литературе квалифицируются как спонтанные соматические мутации [20–22]. Их свойства могут наследоваться только при вегетативном размножении мутантных частей организма (почек, черенков, клубней и т. д.).

К числу разновидностей соматических мутаций, встречающихся в природных популяциях, относятся «ведьмины метелки», которые называются также почковыми вариациями или спортами. Именно благодаря им были получены многие низкорослые садовые формы растений, имеющие высокую популярность в современном декоративном садоводстве. Так, Fordham [22] указывает на наиболее старые существующие культивары, полученные из «ведьминых метелок»: *Picea abies* 'Maxwellii' (1874 г.), *Picea abies* 'Tabulaeformis' (1890 г.), *Pinus sylvestris* 'Beauvronensis' (1891 г.).

Поэтому одновременно с садовыми формами зарубежной селекции нами с 2006 г. началось изучение местных соматических мутаций типа «ведьмины метла» на предмет получения новых декоративных форм. Такие мутации (более 30) в возрасте от 5 до 20 лет были выявлены при маршрутном обследо-

вании насаждений с участием сосны обыкновенной, ели обыкновенной, лиственницы европейской, сосны Банкса, пихты одноцветной и туи западной. Они отличаются аномальным морфогенезом и имеют распростертую, шаровидную или растопыренную форму (рис. 6.3, см. цв. вклейку).

Основное внимание в работе было уделено изучению наследования семенным потомством свойств мутаций типа «ведьмина метла» и оценке результативности их прививки на основной вид.

Установлено, что дифференциация сеянцев по морфологическим признакам завершается в основном на третий год. За это время у растений, сохранивших признаки материнского дерева, хорошо развивается осевой прямостоячий побег с преобладанием годичного прироста последнего года (табл. 6.2).

Таблица 6.2. Характеристика трехлетних сеянцев, полученных из семян «ведьминой метлы» сосны обыкновенной

Категория сеянцев	Параметры сеянцев	Среднее значение, $M \pm m$	Показатель точности, P , %	Коэффициент вариации, V , %
Нормальные	Высота, см	$19,7 \pm 0,7$	1,4	44,6
	Прирост, см	$12,4 \pm 0,5$	1,0	51,6
	Количество побегов, шт.	1	–	–
Карликовые	Высота, см	$11,5 \pm 0,5$	1,1	37,2
	Прирост, см	$4,2 \pm 0,1$	0,3	64,7
	Количество побегов, шт.	$6,3 \pm 0,5$	1,0	61,5

У сеянцев с признаками «ведьминой метлы» средний прирост почти в 3 раза меньше, ветвление обильное, среднее количество побегов около 6.

Установлено, что в семенном потомстве до 45% особей наследуют признаки «ведьминой метлы». Их характерные особенности: небольшой рост в высоту и наличие нескольких почти равнозначных побегов, однако степень выраженности данной биологической особенности у них различна [23].

Нами отобрано более 60 перспективных сеянцев семенного потомства с ярко выраженным карликовым ростом. Наиболее характерные морфотипы этих сеянцев показаны на рис. 6.4 (см. цв. вклейку).

Одним из достаточно быстрых способов получения карликовых растений (5–6 лет) может стать вегетативное размножение «ведьминых метелок» путем прививки. Она широко применяется в практике размножения плодовых, лесных и декоративных растений [23–27]. В то же время существенным моментом успешности срастания компонентов является подбор оптимальных сроков ее проведения. Работа, выполненная нами в этом направлении, показала, что лучшая приживаемость происходит при прививке в расщеп полудревесневшего побега (табл. 6.3). При этом следует более подробно остановиться именно на этом варианте, так как два других достаточно полно освещены в научной и практической литературе [28–32].

Таблица 6.3. Оценка эффективности различных способов прививки «ведьминой метлы» сосны обыкновенной

Вариант опыта	Дата прививки	Приживаемость прививок, %	Прирост, см
В расщеп полуодревесневшего побега	21.04.08	92,9 ± 7,5	3,8 ± 1,2
В расщеп		50,0 ± 4,6	4,0 ± 0,8
В приклад сердцевинной на камбий		25,0 ± 2,3	2,0 ± 0,5

Этот способ прививки достаточно прост в исполнении и позволяет получить почти 100% приживаемость. Как правило, не приживаются лишь плохо сохранившиеся черенки, используемые в качестве привоя. Основные этапы такой прививки были следующими: после окончания видимого роста центрального побега у подвоя и визуально заметного начала одревеснения нижней его части на высоте 3–4 см от прошлогоднего прироста горизонтальным срезом удаляли побег. Затем производился продольный разрез оставшейся части побега на глубину до 2 см, в который вставлялся клинообразно заостренный черенок. Для привоя использовали отрезки побега 3–5 см, заготовленные в феврале. Отметим, что лучшая приживаемость обеспечивается при использовании компонентов прививки с одинаковым диаметром. Обязатку осуществляли изолирующей лентой или полиэтиленовой пленкой. Увеличить эффективность прививочных работ и снизить зависимость приживаемости прививок от факторов внешней среды позволяет использование для этой цели теплиц.

В течение 2008–2010 гг. нами собрана коллекция вегетативного потомства «ведьминых метелок», насчитывающая около 25 образцов. Некоторые из них показаны на рис. 6.5 (см. цв. вклейку).

Наблюдения показали, что у привитых растений отсутствует центральный побег, а на вершине развиваются несколько равнозначных боковых, что создает плотную крону. Прививки сохраняют форму, структуру кроны и энергию роста в высоту «ведьминой метлы». Полученные образцы «ведьминых метелок» в дальнейшем будут использоваться для получения новых декоративных форм сосны обыкновенной.

Таким образом, для ландшафтного дизайна в городах Беларуси перспективны декоративные садовые формы с ограниченным карликовым ростом, полученные в процессе селекции. Интродукционный поиск позволил выявить, интродуцировать и сформировать коллекцию новинок мировой селекции в количестве 147 таксонов, которая внесена в Государственный реестр ботанических коллекций и стала базой экспериментальных исследований в области декоративного садоводства.

В результате комплексной оценки (сезонное развитие, рост побегов, отношение к факторам среды, болезням и вредителям) 125 таксонов установлено, что устойчивость растений садовых форм в значительной степени коррелирует со степенью адаптированности к местным условиям исходных видов. Для

массового использования в зеленом строительстве рекомендованы 96 таксонов, 26 требуют соблюдения специфической агротехники выращивания и ухода, непригодными для открытого грунта оказались два, требует дальнейшего испытания один культивар.

Впервые дано экспериментальное обоснование возможности использования спонтанных соматических мутаций древесных растений для получения отечественных декоративных культиваров. Установлено, что в семенном потомстве до 45% сеянцев наследуют характерные признаки «ведьминой метлы»: небольшой прирост в высоту и обильное ветвление. По результатам первичной оценки отобраны 65 перспективных сеянцев с ярко выраженным карликовым ростом. Апробирован способ их вегетативного размножения методом весенней прививки в расщеп полуодревесневшего побега саженцев сосны обыкновенной, позволивший получить почти 100%-ную приживаемость. Создана коллекция вегетативного потомства спонтанных соматических мутаций, состоящая из 15 перспективных образцов.

**КУЛЬТУРЫ НЕТРАДИЦИОННОГО ПЛОДОВОДСТВА
В КОЛЛЕКЦИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА
НАН БЕЛАРУСИ**

Нетрадиционными культурами считаются те виды растений, которые могут возделываться в промышленных масштабах на территории страны, однако в силу различных обстоятельств не получили широкого распространения. К таким культурам можно отнести ягодные растения семейства *Vacciniaceae* (*Ericaceae*) – бруснику, голубику и клюкву.

7.1. Брусника обыкновенная

Биологические особенности. Растения брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) представляют собой многолетние вечнозеленые прямостоячие кустарнички со специфическими сортовыми особенностями габитуса. Надземные побеги у брусники двух типов – формирования и ветвления. Молодые стебли зеленые, слабоопушенные. Стебли побегов формирования – прямые и длинные, при завершении нарастания в длину образуют свисающую верхушку. Побеги ветвления изогнутые, образуются из 1–3 верхних боковых почек на побегах формирования после появления у последних верхушечной цветковой почки и завершения ею репродуктивного цикла развития.

Корневая система растений брусники, полученной вегетативным способом, представлена густой сетью мелких придаточных корней, образовавшихся на заглубленной в почве части стебля. Корни коричневые, причем чем они моложе, тем светлее их окраска. Корни распространяются в основном горизонтально, подавляющая их масса расположена в верхнем 10-сантиметровом слое почвы. Радиус распространения корней выходит за пределы проекции кроны. Корни брусники не имеют корневых волосков, но снабжены микоризой, образованной мицелием гриба *Phoma radialis Vaccinii* либо *Rhizoctonia*. Зачатки микоризы у брусники присутствуют во всех тканях растения, даже в зародыше семени. Кроме надземных побегов у брусники образуются длинные подземные побеги – корневища со спирально расположенными мелкими чешуйками (редуцированными листьями), в пазухах которых находятся почки. Верхушечная часть корневища – белая, остальная часть имеет коричневый цвет. Под каждой почкой подземного побега образуется по одной мочке бахромчатых корней. Корневища, общая протяженность которых у одного растения может достигать нескольких метров, обычно находятся на глубине 2–8 см. Они растут горизонтально, не выходя на поверхность почвы. Имеющиеся на них спящие

почки дают начало новым корневищам, но чаще из них образуются побеги, растущие вверх. Достигнув поверхности почвы, они становятся основной скелетной осью нового дочернего куста. Связь между новыми растениями, возникшими из корневищ, может сохраняться продолжительное время. Однако каждое из дочерних растений обладает и значительной автономностью, так как образует свою систему придаточных корней. Корневища не только дают начало новым парциальным кустам, но и выполняют функцию хранилищ запасяющихся веществ, поскольку клетки их сердцевины заполнены крахмальными зернами.

Растения брусники, полученные из стеблевых черенков, характеризуются более слабым образованием подземных побегов по сравнению с особями, сформированными из семян или корневищ. Сорты брусники отличаются между собой различной интенсивностью формирования корневищ и, соответственно, дочерних растений. К примеру, сорта *Erntedank* и *Masovia* начинают раньше и более интенсивно образуют парциальные растения, а сорт *Erntesegen* их формирует слабо. Эти особенности сортов брусники необходимо учитывать при создании ее плантаций и декоративных посадок. Сорты, характеризующиеся слабо выраженной способностью к формированию корневищ, следует высаживать рядами, что позволит механизировать уборку урожая. Используя же их в декоративных целях, можно создавать зеленые бордюры. Для сортов брусники с интенсивным разрастанием лучше применять ленточную схему посадки, предполагающую ручной сбор ягод.

Листья у брусники кожистые, сверху темно-зеленые, голые, блестящие, снизу более светлые, матовые, со смолистыми темно-бурыми железками. Край листовой пластинки с едва заметными зазубринками, завернут книзу. Основание листа клиновидное, опушенное. Они прикрепляются к стеблю короткими опушенными черешками. На одном стебле встречаются разные по форме и по размерам листья. Это зависит от места их расположения на стебле. Как правило, низовые листья мелкие, с заостренной или округлой верхушкой; средние – крупные, имеющие закругленную или выемчатую верхушку; верхушечные – средних и мелких размеров с заостренной верхушкой. Несмотря на это разнообразие сорта брусники различаются между собой по форме и размерам листовой пластинки. Листья живут на побегах два сезона и опадают на второй год в конце сентября – октябре, причем процесс этот значительно растянут во времени.

Растения брусники имеют три типа почек: вегетативные, генеративные и смешанные. Все они зеленого цвета, но с наступлением холодов их верхняя часть становится пурпурной. Вегетативные почки мелкие, 1–2 мм длиной и около 1 мм в диаметре. Как правило, пазушные почки являются ростовыми. Верхушечные вегетативные почки закладываются на побегах формирования, приостановивших текущий прирост, но не завершивших нарастание в длину. Генеративные и смешанные почки крупнее вегетативных и достигают 3–6 мм в длину и 2–3 мм в диаметре. Они закладываются на верхушках побегов фор-

мирования по завершении их роста. Генеративные почки также закладываются в 2–4 верхних пазухах листьев побегов формирования и на верхушках побегов ветвления.

Бутоны у брусники бледно-розовые. При их распускании розовый цвет постепенно светлеет, а при полном раскрытии цветки становятся белыми. Венчик колокольчатый, с 4, реже 5 лопастями. Цветки собраны в однобокую поникающую кисть. Первоначально закладка цветков идет по спирали, но в процессе развития генеративного побега происходит смещение их на одну сторону от главной оси побега. В соцветии обычно бывает от 2 до 16 цветков, в среднем 7–9 шт. в зависимости от сорта. На верхушках побегов формирования часто образуются сложные соцветия, состоящие из 2–5 небольших кистей, имеющих по 2–5 цветков. Встречаются у брусники и одиночные цветки. Распускание цветков в соцветии происходит от его основания к верхушке. Поэтому на одной кисти цветки находятся на разных стадиях развития (от бутонов до завязей), что повышает вероятность их перекрестного опыления. Цветки имеют слабый приятный запах и сидят на красноватых, опушенных цветоножках длиной от 4 мм у основания соцветия до 1 мм у его верхушки.

Брусника – опыляемое насекомыми растение, на что указывают специфическое строение цветка, окраска венчика, выделение нектара, обилие пыльцы и посещаемость насекомыми. Большинство насекомых-опылителей принадлежат к семейству пчелиных. Наиболее активные опылители – шмели, а недалеко от пасек – пчела медоносная.

Плод – шаровидная, блестящая, четырех-, а иногда пятигнездная ягода с сохранившимся на верхушке подпестичным диском и треугольными, открытыми или полусомкнутыми чашелистиками. Околоплодник сочный, мясистый. Цвет ягод в процессе созревания изменяется от зеленого до красного с характерными для каждого сорта оттенками. В зависимости от сорта форма плода может быть округлой, округло-сплюснутой или слегка обратно-яйцевидной. Ягоды сортовой брусники имеют характерный для этого вида сладковато-кислый вкус с незначительными сортовыми отличиями. Ягоды, подобно цветкам, собраны в кистях, в среднем по 4 шт. Встречаются и одиночные ягоды. Размеры ягод в плодовой кисти уменьшаются в направлении от ее основания к вершине, причем масса плодов у основания кисти почти вдвое больше, чем у расположенных в ее верхней части. Один плод брусники содержит в среднем 8–12 мелких семян коричневого цвета.

История культуры. Исследования по культивированию брусники в Беларуси в основном сосредоточены в двух научных центрах Национальной академии наук – Институте леса и Центральном ботаническом саду. Первые опытные посадки брусники были созданы в 1978 г. в ЦБС, парциальными кустами, перенесенными из естественных зарослей М. Кудиновым и Е. Шарковским [1]. На основании первичной оценки эффективности выращивания авторами дано научное обоснование перспективности введения ее в промышленную культуру. Дальнейшие исследования по культивированию данного вида проводились

уже в лаборатории интродукции и технологии ягодных растений в Ганцевичском районе, где в 1980 г. первые опытные посадки также были созданы парциальными кустами, перенесенными из сосняка бруснично-черничного в два этапа – весной и в конце лета [2]. В 1984 г. были созданы опытные посадки брусники с использованием стеблевых черенков, сохранившиеся до настоящего времени, на которых изучалась структура формирующегося культурного ценоза. Урожайность пятилетних растений на этой посадке составляла 3031 кг/га [3].

Многоплановые исследования по интродукции и селекции данного вида с 1986 г. проводятся О. В. Морозовым в условиях опытной плантации, заложенной на границе богатой гумусом почвы и мелкозалежного торфяника. В общей сложности на площади 0,04 га было высажено около 15 тыс. растений. Исследовались особенности доместикации и поражаемости болезнями при перенесении растений из разных типов леса и выращивании на разных типах субстрата [4]. Изучались биолого-морфологические аспекты роста и развития брусники при посадке черенками [5]. Отрабатывались некоторые элементы агротехники возделывания, в частности приемы обработки почвы в междурядьях, уточнялись сроки посадки [6]. Изучались биология вторичного цветения и плодоношения, а также биохимический состав плодов двух урожаев [7], проводились наблюдения за фенологическим развитием растений и динамикой роста побегов [8]. Проведено сравнительное изучение влияния уровня грунтовых вод на развитие, продуктивность и вегетативное размножение брусники на торфе и на почве сосняка бруснично-мшистого [9].

Интродукционные исследования сортовой брусники начались в 1987 г. в лаборатории интродукции и технологии ягодных растений в Ганцевичском районе. Первоначально было интродуцировано 5 сортов из Варшавской сельскохозяйственной академии. В дальнейшем коллекция пополнилась и в настоящее время в ней насчитывается 15 сортов. В условиях Белорусского Полесья было установлено, что климатические условия данного региона по сумме положительных температур обеспечивают прохождение полного сезонного цикла развития и формирование двух урожаев у сортов *Erntedank*, *Erntekrone*, *Koralle* и *Masovia*. Установлено, что продолжительность периода от набухания почек до полного созревания плодов второго урожая составляет 208–210 сут при сумме положительных температур 2700 °С [10]. Установлены выраженные сортовые различия регенерационных способностей стеблевых черенков и интенсивности ростовых процессов. Наиболее высокой способностью регенерации адвентивных корней обладает сорт *Erntedank*, энергией роста – сорт *Koralle*. Выявлено, что для укоренения стеблевых черенков сортовой брусники можно использовать различные органические, минеральные субстраты и их смеси, но главное условие, обеспечивающее наибольшую приживаемость, – хорошая аэрация. Применение торфопесчаной смеси наиболее эффективно в этих целях и дает возможность получения качественного посадочного материала без промежуточной пересадки. У сорта *Koralle* выявлены наилучшие морфологические характеристики, имеющие важное хозяйственное значение

(высота куста, количество побегов). Размеры, форма, окраска и органолептические качества ягод в комплексе являются сортоотличительными признаками. Установлено, что сроки и интенсивность формирования корневищ у брусники генетически детерминированы. Вступление сортов брусники в генеративную фазу развития происходит в двухлетнем возрасте, в пору полного плодоношения – в трехлетнем. Урожайность голландского сорта Kogalle в условиях Белорусского Полесья в 3–4 раза выше чем у других сортов, и составляет 0,7–1,4 кг/м² [11]. Среди интродуцированных сортов брусники наибольшей стабильностью плодоношения характеризуется также сорт Koralle. По ряду свойств голландский сорт **Koralle превосходит остальные сорта, рекомендован для промышленного и любительского садоводства и включен в Госреестр Республики Беларусь.**

Сорта. Все зарегистрированные сорта брусники отобраны из естественных популяций или из семян, выросших из семян от свободного опыления. Ниже приводится описание имеющихся в коллекции ЦБС сортов брусники.

Костромичка. Сорт отобран из популяций дикорастущей брусники на Костромской лесной опытной станции (ЛОС). Авторы сорта – Г. В. Тяк, А. Ф. Черкасов и С. А. Алтухова. Зарегистрирован в 1995 г. Растения высотой 10–15 см, плотные, густо разветвленные. Дочерние растения продуцирует слабо. В условиях Беларуси дает один урожай, который созревает в первой половине августа. Плоды округлые, диаметром 7–8 мм, темно-красные, сладко-кислые. Средняя масса одной ягоды – 0,25 г. Урожайность – 30 г/раст.

Костромская розовая. Сорт отобран из естественных популяций брусники на Костромской ЛОС. Авторы сорта – Г. В. Тяк, А. Ф. Черкасов и С. А. Алтухова. Зарегистрирован в 1995 г. Растения среднерослые, высотой 15 см, равномерно разветвленные. Интенсивность парциации средняя. В условиях Беларуси плодоносит один раз за вегетацию, ягоды созревают в первой половине августа. Плоды округлые, диаметром 9–10 мм, розовой окраски и кисло-сладкого вкуса. Средняя масса одной ягоды – 0,30 г. Урожайность – 20 г/раст.

Рубин. Сорт отобран из естественных популяций брусники на Костромской ЛОС. Авторы сорта – Г. В. Тяк, А. Ф. Черкасов и С. А. Алтухова. Зарегистрирован в 1997 г. Растения высотой 15–20 см, равномерно и густо разветвленные. Характеризуется интенсивной парциацией. Позднеспелый, в условиях Беларуси урожай созревает в середине августа. Плоды округлые, темно-красные, сладко-кислые. Средняя масса одной ягоды – 0,27 г, максимальная – 0,60 г. Урожайность – 20 г/раст. Хорошее почвопокровное растение.

Ammerland. Сорт отобран Е. Крюгер и И. Витинг из популяций дикорастущей брусники. Растение достигает 30 см в высоту. Для сорта характерна интенсивная парциация. В условиях Беларуси формирует два приблизительно одинаковых урожая за сезон: первый – в начале августа, второй – в конце сентября – начале октября. Сезонная урожайность – 20 г/раст.

Erntedank. Сорт отобран А. Цильмером из естественных популяций брусники на болоте «Гросен Моор» западнее местечка Ухте в Нижней Саксонии (ФРГ).

Зарегистрирован в 1975 г. Растения раскидистые, высотой около 15–20 см. Стебли гибкие, что придает кустикам некоторую рыхлость строения. Дает много корневищ и дочерних растений, образуя сплошной ковер. Листья светло-зеленые, длиной 13 мм, шириной 7 мм, эллиптической формы. В соцветии насчитывается в среднем 8 цветков. Плоды от мелких до средних размеров, массой 0,15–0,25 г. В плодовой кисти в среднем по 4 ягоды. Вкус ягод умеренно кислый. Ежегодно дает два урожая. В условиях Беларуси средняя урожайность составляет 35 г/раст., из которых около 20% приходится на летнее плодоношение и 80% – на осеннее. Сорт хорошо размножается. Из-за мелких плодов не получил широкого распространения.

Erntekrone. Сорт отобран А. Цильмером из естественных популяций на болоте «Гросен Моор» в Нижней Саксонии. Зарегистрирован в 1978 г. Среднерослое (15–20 см) прямостоячее растение с компактной кроной. Побеги упругие, с плотными темно-зелеными листьями длиной 14 мм и шириной 8 мм. Форма листовой пластинки эллиптическая или округлая. Корневища образует слабо. Ягоды крупные, темно-красные, со средней массой 0,4 г. Плоды имеют округло-сплюснутую форму. На вкус плоды сладковато-кислые. В плодовой кисти в среднем по 4 ягоды. Ежегодно дает по два урожая, летнее плодоношение нестабильное. В условиях Беларуси средний урожай с кустика составляет 40 г, из которых 25% приходится на летнее плодоношение, соответственно 75% – на осеннее.

Erntesegen. Сорт отобран А. Цильмером из естественных популяций брусники на болоте «Гросен Моор» в Нижней Саксонии. Кустики высокорослые (до 40 см), раскидистые, с гибкими стеблями. Дочерние растения формирует слабо. Листья крупные эллиптические, со средними параметрами 18 × 9 мм. В соцветии насчитывается в среднем по 9 цветков. Плоды очень крупные, в диаметре больше 1 см, светло-красные. В плодовой кисти по 4 ягоды. Масса одной ягоды 0,57 г. На вкус плоды сладковато-кислые. В условиях Беларуси средняя многолетняя урожайность с растения составляет 50 г. На летнее плодоношение приходится 40% урожая, на осеннее – 60%.

Ida. Сорт получен в Швеции из растений, выросших из семян открытого опыления. Зарегистрирован в 1997 г. Растения характеризуются интенсивным ростом, округлой и компактной формой кроны. Высота кустика – 10–20 см. Продуктивность дочерних растений слабая. Листья с выпуклыми жилками на верхней стороне. Плодоносит на третий год выращивания. Цветки собраны в редкие кисти. Преимущественно дает один урожай за сезон. Плоды крупные (0,4 г), светло-красные. В условиях Беларуси плодоносит один раз за вегетацию, средняя урожайность – 20 г/раст.

Koralle. Сорт отобран Ван-дер Смитом из естественных популяций брусники в Голландии. Зарегистрирован в 1969 г. Растения высотой более 30 см, с длинными прямостоячими побегами и густой кроной. Сорт характеризуется высокой энергией роста. Интенсивность формирования корневищ средняя. Листья в большинстве эллиптические, реже продолговатые, со средней дли-

ной 13 и шириной 6 мм. В соцветии в среднем содержится 6,5 цветков. Плоды среднего размера (0,3 г), в плодовой кисти собрано 4–5 ягод. Цвет плодов от розовых до ярко-красного, форма слегка обратно-яйцевидная. Ягоды имеют характерный для брусники сладковато-кислый вкус. Средняя многолетняя урожайность в условиях Беларуси составляет 120 г/раст. На долю осеннего плодоношения приходится около 90% от общего урожая.

Linnea. Сорт отобран из сеянцев, выросших из семян от свободного опыления в провинции Смаланд (Швеция). Зарегистрирован в 1997 г. Пряморастущие растения высотой 15–20 см, слегка компактные. Характеризуется слабой парциацией. Начинает плодоносить на третий год выращивания. Преимущественно дает один урожай за вегетацию. Плоды средних размеров 0,3 г, светло-красные. Средняя урожайность составляет 20 г/раст.

Masovia. Сорт отобран Л. Кавецким в Болимовском лесу в 60 км западнее Варшавы. Зарегистрирован в 1985 г. Слаборослый (10–15 см) со среднераскидистой кроной. Отличается высокой продуктивностью корневищ и парциальных растений. Листья по форме от эллиптических до продолговатых, длиной 14 и шириной 6 мм. Среднее число цветков в соцветии – 7 шт., а плодов в кисти – 4 шт. Ягоды округлые, темно-красные, средняя масса 0,25 г. На вкус чуть кислее обычного. В условиях Беларуси средняя урожайность составляет около 40 г/раст. Дает два приблизительно одинаковых урожая за сезон.

Red Pearl. Сорт отобран А. Бланкеном из естественных популяций брусники в окрестностях Боскоп в Голландии. Зарегистрирован в 1981 г. Высокорослые и ширококустистые растения высотой 20–30 см. Характерна интенсивная парциация. Листья крупные, округлой формы. В кисти 5–10 плодов, ягоды округлые, от средних до мелких, средняя масса 0,2 г. Цвет плодов темно-красный. Плодоносит дважды за вегетационный сезон. В условиях Беларуси суммарная урожайность за сезон составляет около 30 г/раст.

Sanna. Сорт получен датским профессором Свенном Дальбро из сеянцев, выросших из семян свободного опыления в провинции Смаланд (Швеция). Зарегистрирован в 1988 г. Прямостоячие растения высотой 15–20 см. Интенсивность формирования дочерних растений слабая, образуют сплошной ковер. Листья от эллиптических до обратно-яйцевидных. Цветковая кисть содержит в среднем 10 цветков. Плоды красные, округлые, созревают в середине августа. Масса ягоды 0,4 г. Урожайность хорошо развитых растений в условиях Беларуси составляет 20 г/раст.

Sussi. Растения отобраны датским профессором Свенном Дальбро из сеянцев, полученных от открыто опыленных семян в провинции Смаланд (Швеция). Зарегистрирован в 1988 г. Низкорослое растение высотой 10–20 см с вертикально растущими побегами. Парциальные растения формирует интенсивно. Ягоды округлые, темно-красные, средних размеров, массой 0,3 г, кисло-сладкие. Периодически дает два урожая за сезон вегетации. Урожайность в условиях Беларуси – 20 г/раст.

7.2. Голубика высокорослая

Биологические особенности. Голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.) – типичный листопадный кустарник высотой до 3 м, с толстыми (2–3 см в диаметре), сильно разветвленными скелетными ветвями.

Корневая система голубики представлена густой сетью сильно разветвленных тонких придаточных корней, расположенных в пахотном слое почвы. Корни распространяются преимущественно горизонтально на расстояние до 1,8 м от центра куста. У голубики, как и других представителей семейства *Vacciniaceae*, корни не имеют корневых волосков. Функцию поглощения воды и элементов питания выполняют гифы грибов родов *Rhizoctonia* и *Phoma*, сожительствующих с корнями растения. Гриб получает от растения углеводы, аминокислоты и фитогормоны, а сам делает доступным для поглощения и всасывания растением азот, фосфор и другие минеральные вещества. Рост корней голубики происходит циклически. Начало роста корней совпадает с распусканием почек, а замедление роста происходит во время окрашивания ягод. После сбора урожая интенсивность роста корней увеличивается и затухает к концу сентября.

Крона генеративного растения голубики состоит из большого числа разновозрастных побегов формирования, замещения и ветвления (обрастания). Побеги формирования растут вертикально из спящих почек базальной части растения, их длина 1 м и более, диаметр 5–6 мм. После отмирания апикальной точки роста на побеге формирования из двух-трех верхних почек под острым углом к осевому побегу вырастают побеги замещения длиной 20–40 см, на верхушках которых закладываются цветковые почки. После завершения почками генеративной фазы развития на побегах замещения и формирования весной следующего года почти под прямым углом вырастают побеги ветвления. Длина побегов ветвления в зависимости от места расположения на осевом побеге и прядка ветвления составляет 3–15 см, диаметр – около 2 мм. В конце лета – осенью в верхней части побегов ветвления закладываются несколько генеративных почек.

Рост побегов голубики осуществляется циклами – чередованием в течение вегетации нескольких периодов интенсивного роста побегов с периодами покоя. При этом начинается и заканчивается рост у разных типов побегов не синхронно. Первая волна роста наблюдается в мае – июне. В это время формируется большое число побегов ветвления. Затем (в июне) рост побегов останавливается и наступает период покоя, после которого у большинства побегов ветвления начинается дифференциация почек, а незначительная их часть дает новый апикальный прирост, который заканчивается во второй половине лета. В конце лета – осенью на побегах ветвления закладываются цветковые почки.

В отличие от побегов ветвления побеги формирования и замещения появляются и/или возобновляют свой рост позже и не синхронно, в течение лета

и осени. К тому же остановка роста побегов этих типов осенью, как правило, носит вынужденный характер под действием низких температур.

Голубика имеет три типа почек: вегетативные, генеративные и смешанные. Вегетативные, или ростовые, почки – остrokонечные и продолговатые (около 2 мм длиной и 1 мм в диаметре). Генеративные почки в несколько раз крупнее вегетативных (3–5 мм длиной и 2 мм в диаметре), они дают начало соцветиям. Некоторые крупные почки дают начало нескольким соцветиям и побегу, такие почки называют смешанными. Как правило, апикальные почки на побегах ветвления всегда генеративные или смешанные.

Листья у голубики относительно толстые, прилегающие, на коротких черешках, у некоторых сортов с одной или двух сторон покрыты волосками, заметными даже на более старых листьях. Листовая пластинка достигает длины 8 см и ширины 3 см и может иметь овальную, эллиптическую, обратно-яйцевидную и другие промежуточные формы. Поверхность листа блестящая, может быть гладкой или сморщенной, нижняя сторона листа более светлая и матовая. Листья большинства сортов цельнокрайние, иногда только в верхней части мелкозубчатые. У сорта *Brigitta* зубчики выразительные, что является отличительной чертой этого сорта. Поверхность листа, как правило, интенсивно зеленая (*Bluecrop*, *Darrow*, *Lateblue*), но у некоторых сортов светло-зеленая (*Northland*, *Jersey*, *Bluejay*). Молодые листья часто имеют розоватый оттенок, интенсивность которого зависит от сорта и экологических условий (*Bluetta*, *Blueray*, *Spartan*).

Цветки голубики собраны в однобокое поникающее кистевидное соцветие. Первоначально закладка цветков идет по спирали, но в процессе развития соцветия происходит смещение их на одну сторону от главной оси. В соцветии находится до 6–12 цветков, в зависимости от сорта. Как правило, у раннеспелых сортов число цветков в соцветии меньше, чем у позднеспелых. Из верхушечных почек часто образуются сложные соцветия, состоящие из 2–4 кистей, имеющих по 4–8 цветков.

Бутоны бледно-розовые, по мере их распускания розовая окраска постепенно светлеет, и при полном раскрытии цветки становятся белыми. Интенсивность розовой окраски цветков голубики зависит от экологических условий. При прохладной погоде интенсивность розовой окраски большая, чем во время теплой, солнечной погоды. Венчик спайнолепестной, кувшиновидный, с 5 завернутыми вовне лопастями. Чашечка зеленая, образована 5 сросшимися, прижатыми к венчику чашелистиками. Андроцей включает в себя 10 тычинок, расположенных вокруг подпестичного диска. Они состоят из белых, свободных, волосистых, плоских в поперечном сечении, слегка изогнутых тычиночных нитей и коричневых, двухгнездных, наверху продолженных в два рожка пыльников. Гинецей синкарпный, состоит из пяти, реже четырех плодолистиков. Завязь нижняя, сросшаяся с чашечкой, как правило, пятигнездная, содержит около 100 семязачек. Столбик один, нитевидный, слегка изогнутый, длиннее тычинок на 1–2 мм. Цветки имеют приятный слабый запах и сидят на цветоножках длиной 3–9 мм.

В условиях Беларуси цветение голубики высокорослой начинается обычно в середине мая. Как правило, раннеспелые сорта зацветают на несколько дней раньше, чем позднеспелые. Продолжительность цветения зависит от погодных условий и составляет 15–25 дней.

Плодом голубики является настоящая пятигнездная ягода, в которой после оплодотворения формируется от 10 до 50 семян. От опыления цветка до формирования созревшего плода происходит около двух месяцев у раннеспелых сортов и более трех месяцев – у позднеспелых.

Окраска плодов в процессе созревания изменяется от зеленой до темно-синей с характерной для каждого сорта интенсивностью воскового налета, придающего плодам многих сортов пепельно-голубой цвет. Мякоть ягоды преимущественно беловатая, мясистая, сочная. На верхушке зрелых плодов сохраняется чашечка, образованная подпестичным диском и треугольными открытыми или полусомкнутыми чашелистиками. Зрелый плод голубики в зависимости от сорта имеет шаровидную или сплюснутую форму, размер ягод – от мелких (1,0 см) до крупных (2,0 см).

При чрезмерно высоком количестве завязавшихся плодов на растении и низкой его облиственности созревание урожая начинается позже обычного срока и сильно растянуто. На таких растениях даже у среднеспелых сортов период созревания ягод может длиться до осенних заморозков.

Вкус ягод – от сладких до кисло-сладких в зависимости от сортовой спецификации и погодных условий. У многих сортов плоды имеют приятный аромат, у части сортов он слабый, а у некоторых отсутствует совсем.

В условиях Беларуси плоды начинают созревать у раннеспелых сортов в середине июля, у среднеспелых – в конце июля – начале августа, у позднеспелых – в первой половине августа. Разница в календарных сроках созревания ягод по годам может составлять от 7 до 14 дней. В зависимости от сорта период созревания урожая длится от 20 до 40 дней. Ягоды в отдельных кистях и в целом на растении созревают неодновременно, поэтому уборку проводят в несколько приемов (от 2 до 4 в зависимости от сорта). При высокой урожайности плоды многих сортов (**Earliblue**, **Jersey**, **Blueray**, **Reka**) **мельчают и начинают созревать позже обычного срока.**

В фазу плодоношения растения голубики обычно вступают в четырехлетнем возрасте, а в стадию полного плодоношения – на шестой-седьмой год. В зависимости от сорта и условий выращивания урожайность одного растения может составлять от 2 до 6 кг ягод.

История культуры. Первые опытные посадки голубики высокорослой в Беларуси созданы в 1980 г на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС НАН Беларуси. Сорта этой культуры поступили из Главного ботанического сада АН СССР. Первые исследования по оценке нескольких интродуцированных сортов голубики высокой проведены Т. В. Курлович [12]. Автором установлено, что для созревания урожая среднеспелых сортов голубики требуется сумма положительных температур порядка 2000–2250 °С, у позд-

неспелых сортов – 2200–2500 °С. Для прохождения полного цикла вегетации необходима сумма положительных температур не менее 2750 °С. От массового цветения до массового созревания ягод в зависимости от сорта проходит от 39 до 85 дней. В условиях Белорусского Полесья суммы положительных температур, а также длины вегетационного периода хватает для прохождения полного цикла вегетации у среднеспелых и позднеспелых сортов. Т. В. Курлович заключает, что голубика высокая является перспективной ягодной культурой для промышленного возделывания в Белорусском Полесье.

Первая производственная плантация голубики высокорослой в Беларуси была заложена в 1989 г. в Барановичском лесхозе Брестской области на площади около 3 га, ныне – фермерское хозяйство «Доктор Шарец». Первая коммерческая плантация данной культуры создана в фермерском хозяйстве «Барвинок» в Сенненском районе Витебской области. Самая крупная промышленная плантация голубики высокой (60 га), создана в ОАО «Полесские журавины» (Пинский район Брестской области). Это хозяйство имеет также самую большую в Европе плантацию клюквы крупноплодной – 83 га.

В начале 2012 г. в Беларуси имелось 350 га промышленных посадок голубики высокорослой, 70% которых локализовано в Брестской области. Наиболее популярный и широко культивируемый сорт голубики высокой в Беларуси – **Bluecrop**. Кроме этого сорта в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию на территории Республики Беларусь, внесены еще 7 перспективных сортов данной культуры (*Bluetta*, *Duke*, *Earliblue*, *Elizabeth*, *Jersey*, *Northland*, *Patriot*) и один сорт голубики полувисокой (*Northblue*).

Сорта. Большинство культивируемых сортов голубики являются отдаленными гибридами, полученными при скрещивании разных североамериканских видов голубик (голубики щитковой, узколистной, южной, Эши, Даррова и др.). Приводим описание сортов включенных в Госреестр Республики Беларусь.

Bluecrop. Сорт получен Ф. Ковиллом и М. Фриманом в 1934 г. от скрещивания GM-37 (*Jersey* × *Pioneer*) × CU-5 (*Stanley* × *June*). Отобран в 1941 г. Дж. Х. Кларком и Г. М. Дарроу из 1250 сеянцев этой серии. В производство передан в 1952 г. сестринский сорт с сортом *Bluegray*. Растение средней мощности, с вертикальными раскидистыми ветвями. В условиях Беларуси имеет высоту 1,8–2,0 м. Сорт отличается хорошей зимостойкостью и засухоустойчивостью. Урожайность – 2–4 кг/раст. Кусты требуют регулярной обрезки, иначе ягоды мельчают. Масса 100 ягод составляет 260 г. Кожица плода очень плотная, не растрескивается во время дождей. Вкус плодов кисло-сладкий, со слабым ароматом. Ягоды покрыты интенсивным восковым налетом, хорошо хранятся и транспортируются. Среднеспелый, плоды начинают созревать в конце июля. Зрелые ягоды не опадают. Сорт пригоден для механической уборки.

Bluetta. Гибрид от скрещивания (*North Sedwick Lowbush* × *Coville*) × *Earliblue*, проведенного в 1947 г. Г. М. Дарроу. Отобран в 1952 г. Г. М. Дарроу, Д. Х. Скоттом и Л. Ф. Хоугом. В производство передан в 1967 г. Раннеспелый

и морозоустойчивый сорт. Кусты невысокие – 1,0–1,2 м. Ягоды средних размеров, масса 100 ягод – 190 г. Окраска ягод темно-синяя, вкус кисло-сладкий. Средняя урожайность – 1–3 кг/раст. К положительным качествам сорта относят раннее созревание ягод. К недостатками – низкорослость растений и слабый восковый налет на ягодах.

Earliblue. Получен от скрещивания сортов Stanley × Weymouth Ф. В. Ковиллом и О. М. Фриманом в 1936 г. Сестринский сорт сорта Collins. Отобран в 1943 г. Дж. Х. Кларком, Е. М. Мидером и Г. М. Дарроу из 1297 семян этого скрещивания. В культуру передан в 1952 г. Растение средней мощности с вертикальными ветвями. Побеги растут энергично, но образуется их немного. Это является положительным качеством, так как посадки не требуют ежегодной осветляющей обрезки. Кусты в высоту могут достигать 1,8 м. Сорт отличается хорошей зимостойкостью. Плодоносит нерегулярно. В условиях Беларуси урожайность колеблется от 1 до 4 кг/раст. Масса 100 ягод составляет 230 г. Вкус кисло-сладкий, с ароматом. Созревшие ягоды не осыпаются, но могут растрескиваться. В отдельные годы все плоды созревают почти одновременно, что позволяет убирать их в один прием.

Elizabeth. Генетическое происхождение неизвестно. Под названием Elizabeth в 1966 г. рекомендован для опытного выращивания группой частных фермеров из штата Нью-Джерси. Сильнорослый раскидистый куст высотой 1,8–2,0 м. Плодоносит регулярно, созревание ягод растянуто на несколько недель. Позднеспелый, ягода начинает созревать в начале августа. Плодовые кисти рыхлые. Урожайность – 3–5 кг/раст. Плоды очень крупные, к концу сезона незначительно уменьшаются, прочные. Масса 100 ягод – 230 г. Ягоды сладкие и ароматные. Ценный поздний сорт, несмотря на то что часть урожая не каждый сезон успевает вызреть.

Duke. Сорт получен в 1972 г. в результате скрещивания проведенного по сложной схеме: G-100 (Ivanhoe × Earlyblue) × 192-8 (E 30 × E-N). В культуру введен в 1987 г. Кусты высотой 1,4–1,7 м со слабым побегообразованием, что обеспечивает хорошее освещение куста и снижает затраты на обрезку. Ягода созревает начиная со второй декады июля. Урожайность – 2–3 кг/раст. Масса 100 ягод – 190 г. Плоды плотные с восковым налетом средней интенсивности. Хороший вкус, который улучшается при охлаждении.

Jersey. Получен Ф. В. Ковиллом в 1916 г. В культуру введен в 1928 г. Сильнорастущий, прямостоячий, широкий и рыхлый куст высотой 1,8–2,0 м. Кусты растут интенсивно, они широкие и рыхлые, ветви прямые. Сорт не требует больших затрат на обрезку. Зимостойкий сорт. Устойчив к весенним заморозкам во время цветения. В условиях Беларуси плодоносит стабильно, урожайность составляет 3,0 кг/раст. Плоды округлые, средней величины, масса 100 ягод – 150 г. Плодовые кисти длинные, рыхлые. Интенсивность воскового налета средняя. Вкус ягод сладковатый, средне десертный, без аромата. Плоды начинают созревать в конце июля. Ягоды не растрескиваются, хорошо хранятся и транспортируются. Сорт пригоден для механизированной уборки.

Northblue. Сорт отобран в 1973 г. из гибридных семян, полученных в 1967 г. от семян скрещивания *V. angustifolium* × *V. corymbosum*. Ветвистый куст высотой 0,6–1,0 м. Плоды начинают созревать в середине июля. Плодоносит нерегулярно, урожайность колеблется от 1 до 5 кг/раст. Ягоды крупные, масса 100 шт. – 260 г. Плоды кисло-сладкие, хранятся плохо. Сорт считается одним из наиболее морозостойких. Рекомендуется для выращивания в регионах, где продуктивность высокорослых сортов снижается из-за неблагоприятных условий зимнего периода.

Northland. Получен в результате проведенного С. Джонстоном и Дж. Е. Моултоном в 1948 г. скрещивания сорта *Berkeley* × **19-Н**. **19-Н происходит от скрещивания** родительских форм: мичиганская низкорослая голубика, форма 1 × мичиганская высокорослая голубика, форма 120. Сорт отобран в 1952 г., в культуру введен в 1967 г. Сорт унаследовал признаки роста низкорослого типа, благодаря чему он может успешно выращиваться в северных районах. Рост кустов энергичный, форма раскидистая, максимальная высота 1,6 м. Ветви и молодые побеги гибкие, благодаря чему не обламываются зимой под тяжестью снега. Сорт очень зимостойкий. В условиях Беларуси урожайность составляет 2–4 кг/раст. Ягоды средней величины, с восковым налетом средней интенсивности. Вкус ягод сладковатый. Урожай начинает созревать во второй половине июля.

Patriot. Получен от скрещивания (*Dixi* × *Michigan Lowbush 1*) × *Earliblue* проведенного в 1952 г. в Белтвилле. Сорт отобран в 1957 г., в производство передан в 1976 г. Среднерослые, средне загущенные растения высотой 1,4–1,6 м. Плоды от крупных до средних, вкус кисло-сладкий. Масса 100 ягод – 230 г. Урожайность – 2–4 кг/раст. Плоды начинают созревать в середине июля.

7.3. Клюква крупноплодная

Биологические особенности. Клюква крупноплодная (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.) – вечнозеленый, многолетний, вегетативно-подвижный кустарничек.

Корневая система клюквы представлена густой сетью сильноразветвленных, придаточных, мочковатых корней, имеющих до 5–7 порядков ветвления. Корни распространяются в верхнем слое почвы и редко проникают на глубину ниже 20 см. Адвентивные корни появляются в любой точке стебля при соприкосновении с влажной почвой. Еще одна отличительная особенность корневой системы клюквы – отсутствие корневых волосков, выполняющих функции всасывания и поглощения элементов питания и воды. Корни клюквы обильно снабжены грибами, которые сожительствуют с корнем. Видовое название гриба-симбионта – *Phoma radices-Oxycoccii* Ternetz.

В отличие от местного вида – клюквы болотной (*Oxycoccus palustris*) – у клюквы крупноплодной ярко выражены два типа побегов: стелющиеся и прямостоячие.

Стелющиеся побеги появляются в первый же год после посадки из нижних или верхушечных почек на черенке и отличаются энергичным ростом. За один

год они вырастают в длину до 2,0 м. В местах соприкосновения с почвой стебель легко образует придаточные корни, благодаря чему растение приобретает дополнительный источник питания и быстро распространяется по площади.

Прямостоячие побеги образуются на стелющихся побегах со второго года вегетации, и их высота, в зависимости от сорта и местоположения на стелющемся побеге, составляет от 5 до 30 см. Генеративные побеги отличаются более мелкими листьями, расположенными под острым углом к стеблю. На вертикальных побегах формируется до 95% урожая ягод. Благодаря формированию смешанных терминальных почек генеративные побеги обладают способностью к неограниченному росту и регулярному плодоношению.

Верхушечная почка на прямостоячем побеге начинает формироваться в конце июля и развивается до конца сентября, затем находится в состоянии покоя. Весной из нее вырастает молодой побег, несущий соцветие. Независимо от развития цветков сам побег продолжает расти и к середине лета на нем закладывается новая верхушечная почка. Но верхушечные почки бывают двух типов: генеративные и вегетативные. В последнем случае на молодом побеге соцветие не образуется. Генеративная почка гораздо крупнее вегетативной и имеет округлую форму. Ее окружает розетка, имеющая форму блюдца. Листья вокруг вегетативной почки направлены вертикально вверх и плотнее прилегают к ней, чем у генеративной.

В благоприятных условиях на 1 м² может образоваться свыше 4300 прямостоячих побегов. В большинстве случаев на 150 и более побегах осенью образуются плодовые почки. Существует соотношение между ростом прямостоячих побегов и урожаем. Обычно высокие урожаи получают в том случае, когда длина прямостоячих побегов составляет 6–9 см. Оптимальный рост и максимальный урожай получают тогда, когда число прямостоячих побегов находится в пределах 2000–3000 шт/м². Слабое плодоношение на более мощных прямостоячих побегах при большой густоте их стояния объясняется как затенением, так и плохим опылением.

Лист продолговатый, верхушка тупая с небольшой выемкой, основание округлое, края незначительно завернуты к низу, главная жилка выпуклая. Длина листовой пластинки на стелющихся побегах колеблется от 8 до 18 мм, ширина – от 3 до 10 мм. На прямостоячих побегах листья более мелкие – 7–10 мм длиной и 3–6 мм шириной. Осенью, под воздействием холода, в связи с образованием антоциановых пигментов листья становятся бордовыми. Весной в конце апреля – начале мая зеленая окраска листьев восстанавливается. Листья живут на побегах 2–3 года, затем постепенно (в течение всего вегетационного периода) отмирают и опадают.

Цветки бело-розовые, правильные, обоополье, по 1–7 шт. в зонтиковидных соцветиях. Чашечка сростная с завязью, четырехраздельная, остающаяся при плоде. Венчик глубоко четырехраздельный, с отогнутыми к основанию цветка лепестками, опадающий. Тычинок 8. Они свободно выдаются из венчика и прикреплены вокруг подпестичного диска. Пыльники оттянуты на верхуш-

ке в длинные трубочки, открывающиеся на концах дырочками. Пестик один, значительно длиннее тычинок. Завязь нижняя четырехгнездная. Цветет клюкwa крупноплодная в июне, благодаря чему во время цветения практически не повреждается поздними заморозками. Массовое цветение клюквы крупноплодной припадает на конец второй декады июня.

Плод клюквы – сочная четырехгнездная многосеменная ягода. Кожица зрелого плода темно-красная, мякоть беловатая, хрустящая, на вкус кислая с горчинкой. Впоследствии в процессе дозревания при хранении мякоть зрелых ягод приобретает красноватый цвет. Ягоды клюквы крупноплодной рыхлые и расположены на высоте 15–30 см над поверхностью почвы в ярусе побегов, что позволяет механизировать их сбор. Время созревания плодов клюквы определяется помологической разновидностью, погодными условиями периода вегетации, спецификой места произрастания и приходится на конец сентября – октябрь.

История культуры. Клюкwa крупноплодная – первая культура из семейства *Vacciniaceae*, вовлеченная в интродукционные исследования в ЦБС. По инициативе директора ЦБС академика Н. В. Смольского для оценки адаптационного потенциала и возможности выращивания новой культуры в Беларуси в ЦБС был создан участок, имитирующий условия клюквенной плантации. Заведующим лабораторией М. А. Кудиновым и младшим научным сотрудником Е. К. Шарковским из Главного ботанического сада АН СССР (г. Москва) были получены черенки 8 сортов: Beckwith, Bergman, Early Black, Franklin, Howes, McFarlin, Stevens и Wilcox. Многолетними эколого-биологическими исследованиями было доказано преимущество введения в культуру североамериканской клюквы крупноплодной относительно местного вида – клюквы болотной. Последняя хорошо приспособлена к местным условиям, однако фенотип данного вида не обладает качественными и количественными параметрами, необходимыми для культурного растения, такими как высокая урожайность, крупноплодность, возможность механизированной уборки, пригодность к переработке.

Исследованиями М. А. Кудинова, Е. К. Шарковского, А. В. Шерстеникиной, Д. К. Шапиро, Ж. А. Рупасовой и др. была показана перспективность плантационного выращивания клюквы крупноплодной в Беларуси [13]. Для выращивания нового для условий Беларуси интродуцента – клюквы крупноплодной – в наибольшей степени благоприятны почвенно-климатические условия Белорусского Полесья.

Первая в СССР опытно-производственная плантация клюквы крупноплодной была построена в 1980 г. в Ганцевичском районе Брестской области. Главной проблемой закладки плантации клюквы крупноплодной стало отсутствие посадочного материала. На один чек площадью 1 га из 10 подготовленных была перенесена коллекция сортов клюквы из ЦБС. Для закладки 4 га клюквы в 1982 г. были закуплены в США черенки сортов Ben Lear и Stevens. В 1983 г. посадочным материалом сортов Searls, Pilgrim и McFarlin было соз-

дано еще 3 га насаждений клюквы. В 1984 г. на основе Ганцевичской научно-экспериментальной базы была создана новая лаборатория ЦБС (лаборатория интродукции плодово-ягодных растений), которую возглавил канд. с.-х. наук Н. Н. Рубан. В дальнейшем опытная плантация являлась не только сортоиспытательным участком, но и базовым питомником по производству посадочного материала для закладки новых насаждений клюквы в Беларуси, Латвии, Литве и России.

Практический опыт выращивания клюквы крупноплодной на опытной плантации подтвердил результаты научных исследований белорусских ученых. В итоге развитие культуры клюквы получило поддержку правительства. Постановлением Совета Министров БССР и Минмелиоводхоза СССР от 22 августа 1986 г. была утверждена комплексная программа «Об организации в Белорусской ССР промышленного производства крупноплодной клюквы».

Результат труда сотрудников ЦБС – разработка промышленных технологий «Технология промышленного выращивания клюквы крупноплодной на получение ягодной продукции» [14] и «Технология производства посадочного материала клюквы крупноплодной» [15].

В настоящее время Беларусь является лидером среди европейских стран по площади насаждений клюквы крупноплодной, общая площадь которых составляет около 120 га.

Сорта. В Северной Америке получено около 200 сортов клюквы крупноплодной, различающихся сроками созревания, размерами и окраской плодов. В коллекционном фонде ЦБС НАН Беларуси имеется 49 сортов клюквы. Приводим описание сортов клюквы крупноплодной, включенных в Госреестр Республики Беларусь.

Ben Lear. Сорт отобран в штате Висконсин из естественных популяций клюквы крупноплодной. Раннеспелый, в условиях Беларуси урожай созревает в сентябре. Лоза средней толщины и высоты, темно-зеленая, листья крупные. Урожайность – 10–15 т/га. Ягоды крупные, округлые, темно-бордовые, глянцевые. Диаметр плода – 18–20 мм, масса – 1,5–1,7 г. Мякоть плода плотная. Ягода отличается высокими технологическими качествами, хранится не очень хорошо (не более двух недель), поэтому используется в основном для переработки или замораживания.

Franklin. Один из первых сортов, полученных в результате скрещивания сортов, отобранных из естественных популяций (Early Black × Howes). В производство передан в 1961 г. Отличается быстрым ростом прямостоячих побегов (до 9–10 см в год). Образует мало стелющихся побегов. Среднеспелый, урожай созревает в конце сентября начале октября. Ягоды округло-овальные, темно-красные, средней величины. Длина плода – 15–17 мм, диаметр – 13–15 мм, масса – 1,1–1,3 г.

Howes. Один из первых сортов клюквы крупноплодной. Отобран из естественных популяций Эли Ховесом в 1843 г в г. Ист-Деннисе, штат Массачусетс, США. Позднеспелый, урожай созревает в октябре. Ягоды продолгова-

то-овальные, блестящие, темно-красные, с высоким содержанием пектина, диаметром 16–18 мм и массой 1,0–1,3 г. Ягоды обладают высокими технологическими качествами, хорошо хранятся в свежем виде.

McFarlin. Выведен в 1874 г. С. Д. МакФарлином и Т. Х. МакФарлином в Саут-Карвере, штат Массачусетс, США. Позднеспелый, урожай созревает в конце сентября – начале октября. Урожайность составляет до 10 т/га. Ягоды округло-овальные, темно-красные, диаметром 23–25 мм и массой 1,5–1,9 г, с интенсивным восковым налетом, плотной мякотью и хорошими вкусовыми качествами. Хорошо хранятся.

Pilgrim. Сорт получен в результате скрещивания сортов *Prolific* × *McFarlin*. В производство передан в 1961 г. Позднеспелый, урожай созревает в начале октября. Отличается энергичным ростом и мощным развитием стелющихся побегов. Урожайность – до 10 т/га. Ягоды крупные (диаметр 22–25 мм, масса 1,5–2,1 г), овальной формы, пурпурно-красные, с неравномерной окраской и интенсивным восковым налетом. Хранятся хорошо.

Stevens. Сорт получен в 1940 г. от скрещивания сортов *McFarlin* × *Potter*. В производство передан в 1950 г. Среднеспелый, урожай созревает в конце сентября начале октября. Формирует мощную вегетативную массу. Урожайность – до 20 т/га. Ягоды крупные (диаметр 20–22 мм, масса 1,4–1,5 г), округло-овальные, темно-красные, плотные, очень хорошо хранятся (до 1 года). Плоды характеризуются высокими технологическими качествами и продолжительной сохраняемостью.

Wilcox. Получен в результате скрещивания сортов *Howes* × *Searls*. В производство передан в 1950 г. Раннеспелый, созревает во второй половине сентября. Характеризуется энергичным ростом побегов. Ягоды продолговато-овальные, ярко-красные, средней величины (до 20 мм в диаметре и массой 1,2–1,3 г). Урожайность – до 10 т/га. Отличается хорошей сохраняемостью.

**РОЛЬ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ
ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БЕЛАРУСИ**

ЦБС НАН Беларуси – одно из ведущих учреждений в республике по изучению облепихи. Комплексные работы по ее интродукции начаты с испытания сортов в 1975 г. Было привлечено большое разнообразие сортов и форм, научно обоснована перспективность введения в культуру данного вида как источника биологически активных веществ [11]. В результате созданы основные маточники сортовых растений и коллекционные участки, организованы первые промышленные плантации. Используя методы отдаленной гибридизации и химического мутагенеза, коллектив ЦБС получил ряд крупноплодных урожайных форм.

Наряду с привлечением большого количества сортов проходили испытания многочисленные формы облепихи крушиновидной различного географического происхождения. Генофонд популяций этого вида несет большой запас наследственной изменчивости по многим показателям. Несмотря на достигнутые успехи до сих пор окончательно не решен вопрос устойчивости и долговечности этой культуры.

Под влиянием климатических условий и изоляции в ЦБС НАН Беларуси формируются новые интродукционные популяции облепихи. Однако в отличие от весьма существенных результатов, достигнутых за последние годы в изучении эколого-биологических особенностей сортов, представления об интродукционных популяциях вида носят фрагментарный характер. Несмотря на огромную теоретическую и практическую значимость проблемы, специфика создания интродукционных популяций в целом, в том числе для облепихи крушиновидной, остается слабо изученной.

Объектами исследований служили растения в F_0 в возрасте 15–17 лет различного географического происхождения. Так, образцы Прибалтийского климатипа были получены из Калининградской области (пос. Янтарный), Дунайского – из дельты реки Дунай, Северокавказского – из Кабардино-Балкарии, Южнокавказского – из Шекинского района (Северной Азии), Сибирского – из Алтайского края (Горный Алтай).

В F_1 было использовано семенное потомство F_0 вышеперечисленных климатипов. Все семена были одного года репродукции и получены с растений, выращенных в однотипных агроклиматических и технологических условиях. Семена собирали с растений (возраст 17 лет), выращенных в ЦБС. Все-

го в опыте было задействовано 1000 особей 27 форм 5 климатипов облепихи крушиновидной.

Посевные качества семян (лабораторная всхожесть, энергия прорастания, доброкачественность, жизнеспособность) определялись по ГОСТ 13056.6-75, 13056.7-93, 13056.8-97 [9]. Образцы семян для анализа отбирали по ГОСТ 13056.1-67.

Все онтогенетические изменения являются возрастными. В основу классификации возрастных состояний взята шкала Т. А. Работного [8].

Фенологический спектр развития изучался в соответствии с методикой, принятой в ботанических садах СССР [1].

Прирост различных частей дерева, в данном случае линейный прирост побегов, изучали по методу А. А. Молчанова, В. В. Смирнова [6] с использованием рекомендаций А. Н. Мальцевой [5].

Зимостойкость оценивали по шкале, принятой в отделе дендрологии ЦБС [4].

Учеты морфологических признаков проводились как минимум в трехкратной повторности, полученные результаты исследований статистически обрабатывались математическим пакетом *MatchCad 2000*, изменения считали достоверными при $p \leq 0,05$. Все диаграммы построены с помощью программы *Microsoft Excel*.

8.1. Внутривидовая изменчивость облепихи и ее адаптивный потенциал

Виды, распространенные на обширных пространствах, занимают прогрессивное эволюционное положение. Они представлены множеством полиморфных популяций, которые, являясь результатом генных мутаций, обладают широкой экологической амплитудой, высокой степенью генетической гетерогенности и способностью противостоять воздействию разнообразных условий. Это полностью относится к облепихе, чрезвычайно полиморфному виду с обширным дизъюнктивным ареалом. Адаптивный потенциал этого вида в силу указанных причин значителен.

В пределах ареала выделено несколько генетико-географических центров, которые соответствуют такой экологической категории, как климатип, возникшие под влиянием климатических различий [3]. Выделен ряд климатипов с характерными для них следующими признаками [2].

Прибалтийский климатип характеризуется повышенной зимостойкостью, крупноплодностью, высоким содержанием витамина С и облепихового масла, устойчивостью к зимне-весенним оттепелям; ростовые процессы заканчиваются в одно время с сибирским. Недостатки – высокорослость и наличие колючек.

Дунайский климатип характеризуется сравнительно низкорослыми (1,5–2,0 м), высокоурожайными формами со средней или слабой степенью оключенности, относительно крупноплодными, с менее интенсивной окраской плодов. Плоды высокомасличны, на вкус кислые с характерным привкусом горечи.

Северокавказский и *Южнокавказский* климатипы экологически весьма неоднородны. В высокогорьях формируются экотипы, особи которых имеют более короткий период вегетации, морозостойкие. В засушливых полупустынных зонах развиты ксероморфные признаки. Характерен затяжной период роста. Сравнительно низкая зимостойкость, мелкоплодность, низкое содержание витамина С и каротиноидов.

Сибирский климатип характеризуется коротким вегетационным периодом, высокой морозостойкостью, низкорослостью, слабооколюченностью. Имеет самые крупные плоды. Высокое содержание масла и каротина.

Среднеазиатский климатип – период вегетации продолжительнее Сибирского, а морозостойкость ниже. Сильно развиты ксероморфные признаки. Высокое содержание каротиноидов и аскорбиновой кислоты.

Нами на протяжении ряда лет проведены экспедиционные обследования и изучена популяционная изменчивость вида в ряде регионов (некоторых впервые): Калининградская область, дельта Дуная, Кабардино-Балкария, Северный Азербайджан, Горный Алтай.

8.2. Фенологический спектр

Активная вегетация облепихи в наших условиях начинается с 3-й декады марта – 1-й декады апреля (фаза набухания почек). Особи Сибирского климатипа и сорт Масличный начинают вегетацию на 5 дней раньше по сравнению с другими экспериментальными образцами. Цветение происходит спустя 15–25 дней после начала вегетации, причем также наблюдаются различия по продолжительности прохождения этой фазы у разных климатипов и сортов. Цветение начинается в первой декаде мая, когда дневные температуры поднимаются до 16 °С, и протекает одновременно с распусканьем вегетативных почек и облиствением. Период цветения зависит от погодных условий, причем в сухую теплую погоду он длится от 2 до 6 дней (рис. 8.1, см. цв. вклейку).

В наших условиях особи Сибирского климатипа и сортов Масличный и Алей выделяются более ранними сроками цветения. Промежуточное положение занимают растения Прибалтийского и Дунайского климатипов и сорта Ботаническая. Растения Северокавказского климатипа отстают по срокам цветения от Сибирского на 5–8 дней. Следует отметить, что обособление листьев на мужских экземплярах происходит на 2–3 дня раньше по сравнению с женскими. Цветки на оси растущего побега раскрываются не одновременно.

Одна из важнейших сторон индивидуального развития облепихи – рост побегов. По этому показателю можно судить об успешности интродукционной работы с данным видом. Рост побегов в длину в Беларуси начинается в начале мая, он незначителен, так как основные ресурсы затрачиваются на увеличение фотосинтезирующей поверхности листовых пластинок и закладку почек боковых побегов. Окончание роста побегов самое раннее (3-я декада августа) у растений Сибирского и самое позднее – у облепихи Северокавказского климатипа.

Важный показатель – срок созревания плодов. Этот процесс протекает крайне неравномерно, поэтому в каждой группе растений фиксировалось только начало данной фенофазы. Сорта Масличная и Ботаническая выделяются более ранними сроками созревания – 1–2-я декада августа. Климатипы распределились в следующем порядке: Прибалтийский – 3-я декада августа – 1-я декада сентября, Южнокавказский – 2-я декада сентября, Северокавказский – 2–3-я декада сентября.

Листопад начинается во второй половине августа, причем быстрее всего сбрасывают листву особи Сибирского климатипа. Замечено, что растения Северокавказских образцов уходят в зиму с неодревесневшими побегами и с опавшими листьями, что указывает на их низкую зимостойкость. Опадение листьев у всех климатипов начинается с нижних. Наступление листопада происходит раньше расцветивания листьев.

Таким образом, метод разделения изучаемого материала по признаку фенологического ритма развития позволил проанализировать результаты интродукции различных климатипов облепихи крушиновидной в условиях культуры.

Вегетация начинается с 3-й декады марта – 1-й апреля. В годы со сравнительно сухим и теплым вегетационным периодом большинство фенофаз наступает раньше средних дат.

Выявлены определенные различия климатипов по времени прохождения сезонных фаз развития. Так, наиболее раннее наступление фенофаз наблюдается у особей Сибирского климатипа. Это связано с их адаптированностью к короткому вегетативному периоду данного региона и проявляется при прохождении таких фаз, как распускание почек, цветение, плодоношение. Для северокавказских образцов эти фазы протекают значительно позже, и часто побеги завершают свои ростовые процессы несвоевременно.

Установлено, что у климатипов и сортов растений облепихи большинство фенодат совпадают. Лишь созревание плодов у климатипов происходит значительно позже по сравнению с сортовой облепихой.

Все фазы индивидуального развития климатипов проходят в условиях Беларуси полностью, в естественной последовательности и обеспечиваются эколого-климатическими условиями региона.

8.3. Сезонная динамика роста побегов

Среднегодичный прирост верхушечных побегов Прибалтийского климатипа достигает 35,9 см у мужских и 35,3 см у женских экземпляров (21,1 и 30,3 см соответственно у боковых побегов); у Сибирского климатипа – 26,3 см у мужских и 31,9 см у женских экземпляров (25,7 и 24,3 см соответственно у боковых побегов). У мужских экземпляров Сибирского климатипа верхушечные и боковые приросты почти одинаковы.

Значительно ниже прирост верхушечных побегов Дунайского климатипа У мужских экземпляров он составляет 13,8 см, у женских – 12,5 см. У по-

бегов Южнокавказского климатипа этот показатель равен 10,9 см у мужских особей и 10,8 см – у женских. У данного климатипа интенсивно растут как верхушечные, так и боковые побеги у женских и мужских растений (табл. 8.1).

Таблица 8.1. Различия климатипов и сортов облепихи крушиновидной по длине среднего годовичного прироста верхушечных и боковых побегов в F₀

Климатип, сорт	Пол	Тип побега	Средний прирост, см	V, %	P, %
Прибалтийский	женский	верхушечный	35,3 ± 1,53	13,7	4,3
		боковой	30,3 ± 1,31	13,6	4,3
	мужской	верхушечный	35,9 ± 1,74	15,3	4,8
		боковой	21,1 ± 0,90	13,5	4,3
Дунайский	женский	верхушечный	12,5 ± 1,69	12,8	2,3
		боковой	10,5 ± 0,26	8,0	2,5
	мужской	верхушечный	13,8 ± 0,67	15,3	4,8
		боковой	9,0 ± 0,12	4,3	1,4
Северокавказский	женский	верхушечный	9,2 ± 0,13	4,5	1,4
		боковой	14,4 ± 0,49	10,8	3,4
	мужской	верхушечный	9,9 ± 0,17	5,4	1,7
		боковой	10,4 ± 0,24	7,2	2,3
Южнокавказский	женский	верхушечный	10,8 ± 0,20	5,8	1,9
		боковой	10,5 ± 0,29	8,8	2,8
	мужской	верхушечный	10,9 ± 0,16	4,6	1,5
		боковой	11,7 ± 0,53	14,3	4,5
Сибирский	женский	верхушечный	31,9 ± 0,93	9,2	2,9
		боковой	24,3 ± 1,09	13,3	4,2
	мужской	верхушечный	26,3 ± 1,32	15,9	4,9
		боковой	25,7 ± 1,05	12,9	4,1
Ботаническая	женский	верхушечный	9,2 ± 0,18	6,2	2,0
		боковой	12,5 ± 0,60	15,3	4,8
Масличная	женский	верхушечный	17,5 ± 0,84	15,1	4,8
		боковой	14,9 ± 0,64	13,5	4,3
Алей	мужской	верхушечный	21,3 ± 0,63	9,3	3,0
		боковой	23,0 ± 1,06	14,6	4,6

Затем следует Северокавказский климатип, средний прирост верхних побегов которого составляет у мужских экземпляров 9,9 см, у женских – 9,2 см (у боковых побегов 10,4 и 14,4 см соответственно). Особенность роста побегов Северокавказского климатипа – превалирование роста боковых побегов над верхушечными, что приводит к определенным особенностям в строении кроны (симподиальный тип ветвления). Для Северокавказского климатипа характерен преимущественный рост боковых побегов как женских, так и мужских растений.

Прирост побегов сорта Масличная значительно ниже, чем у диких образцов, а мужского сорта Алей – на уровне диких, причем у боковых побегов не-

сколько выше, чем у верхушечных. Прирост побегов сорта Ботаническая, как видим из табл. 8.1, значительно ниже исходных образцов.

Длина среднего годовичного прироста характеризуется низкой изменчивостью для особой женского пола Северокавказского, Южнокавказского и Сибирского климатипов, сорта Ботаническая, а также у особой мужского пола Северокавказского и Южнокавказского климатипов. Средняя степень варьирования этого признака у мужских и женских растений Прибалтийского и мужских растений Сибирского климатипов, а также у сорта Масличная. Высокой изменчивостью выделялись женские экземпляры Дунайского климатипа.

Динамика подекадных приростов побегов климатипов и сортов характеризуется многовершинностью, т. е. прирост побегов облепихи имеет несколько пиков. Для особой мужского и женского пола они не совпадают. Верхушечные побеги мужских растений Прибалтийского климатипа имеют два максимума подекадного прироста – в конце мая и в конце июня. Женские особи наиболее интенсивно растут в начале июня и начале августа. Пик роста боковых побегов следует за ростом верхушечных, но с некоторой задержкой. У данного климатипа прирост более длительный, до 2-й декады сентября. Поступательно растут побеги Сибирского климатипа, достигая максимума в середине июня у мужских растений и в начале июля у женских. Затем также поступательно прирост замедляется, прекращаясь к концу августа. Эта постепенная минимизация роста побегов особой Сибирского климатипа к концу августа связана с активной подготовкой растений к перезимовке в данных условиях. На уровне 1,1 см за декаду происходит рост побегов Дунайского климатипа с максимумами в конце мая и середине июня. Длительно и медленно растут кавказские формы. У Северокавказского климатипа максимум прироста отмечался в конце июня и у мужских, и женских особей, причем рост боковых побегов опережал рост верхушечных. Последняя особенность присуща и Южнокавказскому климатипу. Максимальный прирост побегов Южнокавказского климатипа приходится на конец мая (мужские особи) с дальнейшим снижением интенсивности до 1-й декады сентября. Отмечено нарастание интенсивности роста верхушечных побегов у женского экземпляров в начале августа. В целом прослеживается тенденция к уменьшению средних значений всех параметров как у Южнокавказского, так и Северокавказского климатипов.

Очень медленно, без существенных подъемов растут побеги сорта Ботаническая. Напротив, многовершинностью характеризуется динамика роста побегов сорта Масличная: середина мая, середина июня, начало июля. Один максимум роста присущ сорту Алей: у верхушечных побегов – конец июня, у боковых – середина июня.

Замедление роста побегов, а затем его ускорение можно объяснить флуктуацией метеорологических факторов. Однако, как отмечено выше, этот процесс зависит и от эндогенных факторов.

В среднем по климатипам длина среднего годовичного прироста верхушечных побегов изменяется от $43,1 \pm 1,0$ см (Прибалтийский климатип) до

30,9 ± 1,0 см (Сибирский климатип). Коэффициент вариации находится в пределах 7,4–12,0%, что относит их к очень низкому и низкому уровню изменчивости (табл. 8.2).

Незначительная амплитуда изменчивости отмечена по среднему годовичному приросту боковых побегов. Их длина изменяется от 8,3 до 13,0%, что указывает на невысокий уровень изменчивости.

Таблица 8.2. Различия климатипов облепихи крушиновидной по длине среднего годовичного прироста верхушечных и боковых побегов F₁

Климатип	Тип побега, порядок	Средний годовичный прирост, см	V, %	P, %
Прибалтийский	верхушечный I	43,1 ± 1,0	7,4	2,3
	верхушечный II	31,6 ± 1,2	11,8	3,7
	боковой I	29,5 ± 0,8	8,3	2,6
	боковой II	20,7 ± 0,7	10,4	3,3
Дунайский	верхушечный I	33,3 ± 1,3	12,0	3,8
	верхушечный II	22,0 ± 1,0	15,0	4,7
	боковой I	19,7 ± 0,8	12,4	3,9
	боковой II	13,2 ± 0,4	8,9	2,8
Северокавказский	верхушечный I	–	–	–
	верхушечный II	13,5 ± 0,4	9,2	2,9
	боковой I	8,2 ± 0,3	12,4	3,9
	боковой II	21,1 ± 0,8	11,2	3,6
Южнокавказский	верхушечный I	40,4 ± 1,1	8,7	2,7
	верхушечный II	35,8 ± 1,0	8,6	2,7
	боковой I	35,5 ± 1,0	9,4	3,0
	боковой II	20,2 ± 0,7	10,5	3,3
Сибирский	верхушечный I	30,9 ± 1,0	10,4	3,3
	верхушечный II	29,0 ± 1,1	12,3	3,9
	боковой I	25,5 ± 1,1	13,0	4,1
	боковой II	19,0 ± 0,8	12,9	4,1

Таким образом, выявлены особенности сезонной и возрастной динамики роста однолетних побегов некоторых климатипов облепихи. Растения различного географического происхождения, интродуцированные в одинаковые условия, отличаются по характеру проявления адаптивных признаков.

Изучение сезонной динамики биометрических показателей побегов показало выраженное их увеличение в первой половине каждого вегетационного периода и заметную стабилизацию – во второй, что однозначно указывает на реализацию ростовой функции растений преимущественно в первой половине сезона.

Суммарный прирост длины побегов за вегетационный период значительно превышает первоначальную длину взятых под наблюдение побегов. У мужских и женских особей этот показатель различен. Отмечается он и по каждому климатипу. Общая картина такова: суммарный прирост у мужских

растений гораздо выше женских. Особи женского пола активно расходуют пластические вещества на формирование плодов, этим и объясняется их отставание в росте.

Коэффициент вариации по длине среднего годовичного прироста у всех климатипов в первом поколении находится в пределах 7,4–12,0%, что относит их к очень низкому и низкому уровню изменчивости.

Молодые растения (F_1) отличаются большим периодом роста по сравнению со взрослыми (F_0), выращенными из семян одинакового географического происхождения.

Со сроками окончания ростовых процессов и интенсивностью осеннего роста побегов связана степень устойчивости растений к низким температурам. Постепенная минимизация роста побегов особей Сибирского климатипа к концу августа – показатель активной подготовки растений к перезимовке в данных условиях.

Особенность роста саженцев Северокавказского климатипа – их значительное отставание (они завершают свой рост позже остальных, т. е. к концу сентября) от других особей как в нулевом, так и в первом поколениях. Отмечено превалирование роста боковых побегов над верхушечными как у женских, так и у мужских растений, что приводит к определенным особенностям в строении кроны (симподиальный тип ветвления).

Облепиха крушиновидная сохраняет характерный ей на родине ритм сезонного развития и вполне соответствует ритму климата Беларуси.

8.4. Морфологические особенности климатипов облепихи

Прибалтийский климатип. Максимальная высота растений в возрасте 12 лет достигает 2,5 м. Прирост побегов в среднем для женских особей составляет 35,3 см, мужских – 35,9 см, т. е. почти одинаков.

Диаметр ствола основного побега у поверхности почвы равен в среднем 6,4 см. Характерна сероватая окраска ветвей. Степень околюченности слабая, длина колючек – 3,5 см. Максимальная длина листьев – 100,0 мм, ширина – 9,0 мм, средние размеры 66,6 × 6,6 мм. При наличии таких широких и длинных листьев, темно-зеленой окраски и густого коричневого опушения на них крона имеет густую, компактную, овальную форму.

Калининградские формы можно считать крупноплодными: максимальная длина плодов – 11,0 мм, минимальная – 5,0 мм, среднее значение – 9,1 мм.

Параметры семян изученных форм облепихи подтверждают их крупносемянность: средняя длина – 5,9 мм, диаметр – 2,9 мм. Встречаются формы с более длинными семенами – 7,0 и 7,1 мм, а также с более мелкими – 5,0 мм.

Дунайский климатип. Формы облепихи, интродуцированные из дельты р. Дунай, отличаются небольшой высотой кустов – 2,0 м (возраст 11 лет), и округлой, раскидистой, средней густоты кроной. Диаметр ствола у основания – 3,3 см. Длина колючек – 2,8 см, степень околюченности сильная (на 10 см

побега расположено в среднем 3,2 колючки). Прирост побегов за вегетационный период невысокий как у мужских, так и у женских особей – соответственно 13,8 и 12,5 см.

Листья достигают в среднем 57,3 мм в длину и 6,6 мм в ширину. Они значительно отличаются по окраске от других климатипов: светло-зеленые, с сероватым оттенком, длинные, с серым опушением. По количеству почек на 10 см побега эти формы близки к Сибирскому климатипу.

Размеры плодов в среднем $9,2 \times 8,0$ мм.

Исследование массы 1000 семян показало, что по этому показателю формы Дунайского климатипа занимают промежуточное положение, достигая в среднем 20,5 г.

Северокавказский климатип. Высота деревьев различная, но в среднем достигает 3,6 м (возраст 14 лет); крона овальная, раскидистая, редкая. Диаметр ствола у основания – 3,0 см. Побеги тонкие, длиной 9,9 и 9,2 см у мужских и женских особей соответственно. Степень околюченности сильная, колючки не превышают по длине 1,0 см. Листья светло-зеленые, мелкие, узкие, в среднем 47,1 мм длиной и 4,9 мм шириной, хорошо выражен сероватый оттенок листьев и коры ветвей.

Плоды среднего размера, длина их колеблется от 7,3 до 9,0 мм, диаметр – от 5,4 до 7,0 мм.

Масса 1000 семян колеблется от 10,4 до 19,7 г, в среднем составляет 14,1 г.

Южнокавказский климатип. Особи обленихи этого климатипа не превышают в высоту 2,5 м (возраст 13 лет) и, как правило, имеют кустовидную форму. Диаметр ствола достигает 3,0 см. Крона округлая, компактная, густая. Текущий прирост побегов у особей женского и мужского пола – 10,8 и 10,9 см соответственно. Кавказские формы значительно уступают по годовичному приросту калининградским. Степень околюченности слабая, для этой группы растений характерны самые короткие по длине колючки – до 0,5 см и самые редкие. Листья длинные, широкие, и по этому показателю не уступают ни одной форме из перечисленных выше климатипов. Длина их от 69,8 мм, ширина – 6,2 мм, темно-зеленые, плотные, со слабо выраженным опушением.

Размеры плодов у разных форм составляют от 6,0 до 11,4 мм по длине, от 6,0 до 8,8 мм по диаметру.

Размеры семян: длина – от 4,2 до 5,3 мм, ширина – от 2,2 до 3,6 мм.

Сибирский климатип. Высота деревьев данного климатипа в возрасте 13 лет – 2,3 м. Диаметр ствола в среднем 4,2 см. Форма кроны овальная, компактная, средней густоты. Годичный прирост у мужских особей в среднем 26,3 см, у женских – 31,9 см, т. е. несколько выше. Степень околюченности средняя. Количество колючек на 10 см побега в среднем достигает 2,5, а их длина – 1,7 см. Максимальная длина листьев – 92,7 мм, ширина – 9,4 мм, средние размеры – $69,2 \times 6,2$ мм.

Размер плодов форм Сибирского климатипа колеблется в пределах от 5,4 до 13,0 мм по длине и от 3,1 до 7,2 мм по диаметру.

Масса 100 плодов составляет от 18,5 до 57,5 г.

Варьирование морфометрических показателей семян от 4,2 до 7,7 мм по длине и от 2,0 до 4,4 мм по диаметру еще раз подтверждает широкую внутрипопуляционную изменчивость облепихи по ряду признаков. Масса 1000 семян среди форм Сибирского климатипа колеблется от 9,6 до 29,7 г при среднем значении 22,1 г.

Высота саженцев облепихи в F_0 составляла от 2,0 м у Дунайского климатипа до 3,6 м у Северокавказского климатипа. Размер куста или деревца данного вида как морфологический признак имеет большое значение для селекционной работы. Наиболее развита крона у особей Прибалтийского и Южнокавказского климатипов – овальная, округлая, компактная, густая. Максимальных размеров достигают побеги мужских и женских особей Прибалтийского климатипа – 35,9 и 35,3 см соответственно. Северокавказский и Дунайский климатипы выделяются сильной степенью околюченности. Крупными листьями обладают особи Южнокавказского и Сибирского климатипов. Облепиха Прибалтийского климатипа является источником крупноплодных форм (9,1 × 6,2 мм), здесь же отмечены и самые крупные семена – 5,9 × 2,9 мм.

Выше всех сохранность сеянцев у Прибалтийского (64,7%) и Дунайского (55,6%) климатипов. Широкий размах изменчивости характерен для сеянцев Сибирского климатипа – от 16,6 до 87,5%. Не отмечено различий по сохранности сеянцев у форм Южнокавказского и Северокавказского климатипов – 46,3 и 45,5% соответственно.

Один из основных показателей посевных качеств – абсолютный вес 1000 семян. При определении массы семян было замечено следующее: положение особей относительно друг друга по весу 1000 семян довольно стабильно сохраняется в F_0 и F_1 (Прибалтийский и Дунайский климатип). Это свидетельствует о генетической константности этого показателя и указывает на перспективность отбора по нему форм, представляющих для нас ценный селекционный материал.

Общий диапазон изменчивости по длине плодоножки составляет 2,6–3,9 мм, по диаметру плода – 5,7–8,0 мм, по длине плода – 7,2–9,2 мм, по массе 100 шт. – 23,9–39,4 г. Изменчивость таких показателей, как длина плодов, плодоножки заметно ниже, чем диаметр плода.

Заметной изменчивости подвержена форма плодов. Как в F_0 , так и в F_1 встречаются плоды овальной, округлой, удлинённой формы. Но на протяжении всего периода исследования она оставалась неизменной и сохранялась для каждого климатипа.

Широкий диапазон изменчивости отмечен при сравнении различных климатипов облепихи по такому качественному показателю, как окраска плодов. Обнаружены особи с желтыми, оранжевыми, красными плодами различных оттенков. В пределах каждого климатипа признак этот стабилен и его варьирование несущественно, в пределах поколений он устойчив. При выращивании особей различных климатипов на участках с одинаковыми экологически-

ми условиями различия постоянны. Это подтверждает наличие наследственной обусловленности данного признака.

Таким образом, в результате анализа внутривидового разнообразия морфометрических признаков некоторых форм облепихи выделены крупноплодные формы Южнокавказского и Прибалтийского климатипов.

При определении массы семян было отмечено, что положение особей относительно друг друга по весу 1000 семян довольно стабильно сохраняется в F_0 и F_1 (Прибалтийский и Дунайский климатипы). Это свидетельствует о генетической константности этого показателя и указывает на перспективность отбора по нему форм, представляющих для нас ценный селекционный материал.

Выявленное разнообразие в большой мере обусловлено генетически. Разнокачественность климатипов связана с популяционной неоднородностью растений. Наличие полиморфизма по указанным признакам дает возможность отбора растений с лучшими показателями для дальнейшей селекционной работы. Определенный комплекс морфологических признаков может служить ключом для определения некоторых климатипов облепихи. Выражена практическая значимость Прибалтийского климатипа, который, имея сравнительно невысокие кусты, слабую или среднюю степень околюченности, крупные плоды и сухой отрыв, является ценным источником селекции. Максимальные показатели хозяйственных признаков сосредоточены в разных климатипах, отсюда перспективность гибридизации между ними.

8.5. Полиморфизм климатипов по форме листовых пластинок

У особей Прибалтийского, Южнокавказского, Сибирского климатипов и сорта Алей в F_0 параметры листьев у мужских особей выше, чем у женских. Более отчетливо выражены эти различия по длине листа у прибалтийских форм, ширине листа – южнокавказских, сибирских форм и сорта Алей. По всем параметрам у Дунайского климатипа наблюдается заметное превалирование размеров листьев женских особей. У северокавказских образцов ширина и длина листа первого порядка больше у женских особей, а ширина и длина листа второго порядка – у мужских особей. Длина листа второго порядка у особей Южнокавказского климатипа заметно больше у женских экземпляров, в то время как по ширине листовой пластинки видно преобладание особей мужского пола. Такой морфологический параметр, как ширина листа, у мужских особей Сибирского климатипа преобладает над женскими, особенно у листьев второго порядка. Анализ параметров мужских и женского особей сортовой облепихи – Ботаническая, Масличная, Алей – указывает на заметное превалирование по размерам листа мужского сорта Алей над всеми другими сортами. Среди женских особей зависимость между сортами выражается в преобладании по всем параметрам листьев сорта Масличная (табл. 8.3).

Таблица 8.3. Размеры листьев различных климатипов облепихи крушиновидной в F₀

Климатип, сорт	Пол	Тип побега	Размеры листьев, мм			
			I порядок		II порядок	
			длина	ширина	длина	ширина
Прибалтийский климатип	ж	верхушечный	78,0	7,0	65,0	6,0
		боковой	81,0	7,0	55,0	7,0
	м	верхушечный	98,0	7,0	70,0	6,0
		боковой	114,0	9,1	73,0	6,0
Дунайский климатип	ж	верхушечный	63,0	6,0	60,0	6,0
		боковой	73,0	6,2	52,0	5,0
	м	верхушечный	50,0	4,1	50,0	4,9
		боковой	60,0	5,6	40,0	5,0
Северокавказский климатип	ж	верхушечный	50,0	5,3	42,0	4,0
		боковой	42,0	5,0	60,0	5,2
	м	верхушечный	40,0	3,4	42,0	4,0
		боковой	55,0	5,8	60,0	5,2
Южнокавказский климатип	ж	верхушечный	74,0	8,0	58,0	6,0
		боковой	90,0	8,0	65,0	6,0
	м	верхушечный	70,0	8,0	50,0	7,2
		боковой	100,0	9,4	65,0	7,4
Сибирский климатип	ж	верхушечный	67,0	6,0	52,0	6,0
		боковой	72,0	6,0	58,0	6,0
	м	верхушечный	60,0	5,4	50,0	5,5
		боковой	72,0	7,8	58,0	7,0
Ботаническая	ж	верхушечный	70,0	4,8	78,0	6,0
		боковой	70,0	5,3	83,0	4,0
Масличная	ж	верхушечный	90,0	6,0	92,0	7,0
		боковой	100,0	6,0	90,0	6,0
Алей	м	верхушечный	90,0	6,9	80,0	7,4
		боковой	113,0	7,1	94,0	7,0

Подобная картина наблюдается и в отношении вышеуказанных климатипов в последующем (первом) поколении облепихи.

На основании данных по размерам листьев были построены общие полигоны трех (Прибалтийского, Южнокавказского и Сибирского) климатипов в F₁ (рис. 8.2). Листья Южнокавказского климатипа преобладают по ширине листовой пластинки, а листья Сибирского климатипа значительно меньше по такому параметру, как длина листа.

Соотношение параметров листьев каждого климатипа в F₀ и F₁ поколениях облепихи аналогично. Незначительные отличия можно отнести за счет погодных условий исследуемых лет наблюдения.

Как видим, размерные показатели листьев для каждого климатипа имеют свои характерные особенности. У Прибалтийского климатипа длина листа достигает 78,0 мм у женского и 98,0 мм у мужских растений. Это максимальная величина среди всех климатипов. Такой длины достигают листья только у не-

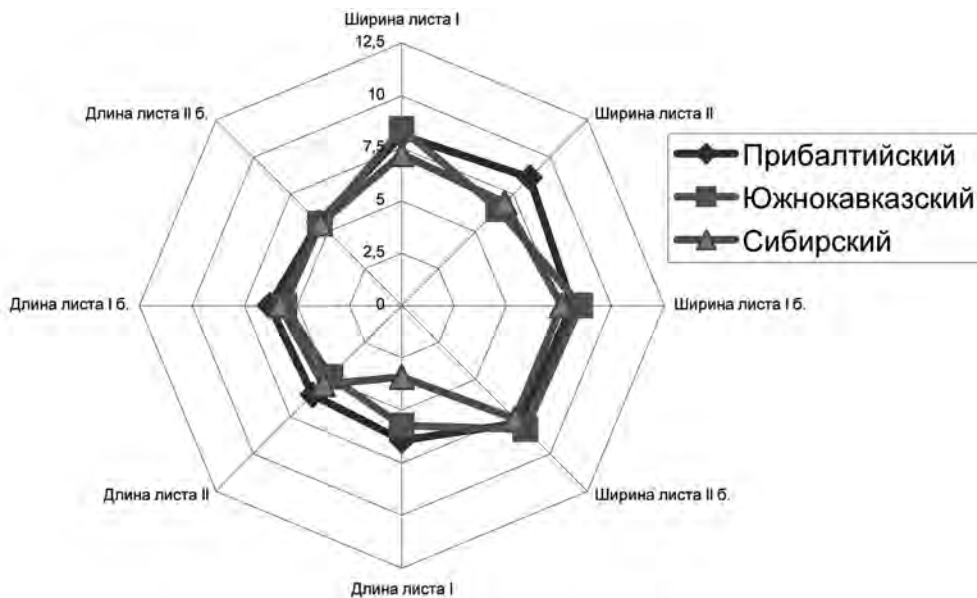


Рис. 8.2. Соотношение морфологических параметров листьев особей Прибалтийского, Южнокавказского и Сибирского климатипов: 1 деление – 10 мм (длина листа), 1 мм (ширина листа)

которых сортовых растений, а именно у женского сорта Масличный и мужского сорта Алей (90,0 мм). Минимальная длина листовой пластинки отмечена для особей Северокавказского климатипа – 50,0 мм у женских растений и 40,0 мм у мужских растений. Эти данные приведены для листьев, растущих на верхушечных побегах мужских и женских особей вышеуказанных климатипов облепихи крушиновидной.

Наблюдаются различия по продолжительности роста листовой пластинки в длину и на боковых побегах. Так, у прибалтийских форм длина листа на этих побегах достигает 81,0 мм у женских и 114,0 мм у мужских растений. Минимальная длина отмечена у Северокавказского климатипа – 42,0 и 55,0 мм соответственно. Южнокавказские образцы имеют длину листа у мужских особей 100,0 мм, у женских – 90,0 мм. Листья сибирских форм имеют одинаковую длину как у мужских, так и у женских растений – 72,0 мм. Листовые пластинки мужских растений сорта Алей достигли 113,0 мм, что значительно больше длины листьев на верхушечных побегах.

Следовательно, листья, расположенные на боковых побегах, имеют большую длину по сравнению с листьями верхушечных побегов, причем как у женских, так и у мужских экземпляров. Сортовым растениям также присущи эти особенности.

По ширине листьев выделяется Южнокавказский климатип, особи которого имеют максимальную величину – 8,0 мм у мужских и женских растений. Минимальная ширина характерна для мужских особей Северокавказско-

го (3,4 мм) и Дунайского (4,1 мм) климатипов. По сравнению с женскими особями листья боковых побегов мужских растений имеют большую ширину листовой пластинки, причем для Прибалтийского, Северокавказского, Южнокавказского и Сибирского климатипов эта закономерность сохраняется. Менее характерно это для сортовых растений. Так, у сорта Масличная средняя ширина листовой пластинки составляет 6,0 мм как на боковых, так и на верхушечных побегах.

Таким образом, выявленные различия можно отнести на счет происхождения данного генетического материала, широкого его полиморфизма, полового диморфизма. Использование показателя индекса формы листа, являющегося диагностическим признаком изменения листьев, способствует выявлению тех внешних изменений, которые происходят в процессе развития интродуцента за определенный период.

8.6. Биологические особенности семян облепихи

Наиболее полно роль эндо- и экзогенных факторов в адаптации различных климатипов облепихи проявляется при смене поколений в условиях интродукции. Новые условия существенно влияют на развитие плодов и семян, вызывая определенные отклонения, которые носят адаптивный характер. Возможно смещение сроков прохождения основных фаз морфогенеза. Часто сеянцы, выращенные из семян F_0 , по сравнению с маточными растениями имеют более успешный рост и более высокую устойчивость [7].

Установлен оптимальный режим прорастания семян – в интервале 18–25 °С.

Появление первых проростков в лабораторных условиях происходит на 3–4-й день. Это характерно для некоторых форм Прибалтийского, Южнокавказского и Сибирского климатипов. Сроки появления первых проростков у ряда форм других климатипов: Дунайского – на 6-й день, Северокавказского – на 7-й. Средние сроки появления 1-го зародышевого корешка для каждой группы семян различны и колеблются в следующих пределах: Прибалтийский и Сибирский – 5–7-й день, Южнокавказский и Дунайский – 6–7-й, Северокавказский – 10–11-й день. Установленные различия мы связываем с генетической разнокачественностью семян пяти климатипов. Различия по годам обусловлены качеством семян, сформировавшихся в разных погодных условиях.

Характеризует качество семян также энергия прорастания. Высокой энергией прорастания обладают семена Дунайского – до 67,0% ($X = 48,6\%$), а также отдельные формы Южнокавказского климатипов – до 56,0% ($X = 45,0\%$), причем у последнего амплитуда изменчивости этого показателя по годам невысокая ($X = 35,0–56,0\%$). Выявлена существенная индивидуальная изменчивость – 29,0–89,5%. Семена Прибалтийского климатипа заняли промежуточное положение среди изучаемых нами образцов и имели энергию прорастания в среднем 35,9%. Формам Северокавказского климатипа характерна невысокая энергия прорастания – от 4,0 до 11,3% ($X = 8,5\%$) на протяжении

ряда лет. Этот показатель для семян Сибирского климатипа наиболее сильно изменяется по годам в пределах 8,0–69,8% ($X = 28,9\%$).

Продолжительность всхожести семян в лабораторных условиях не превышает 30 дней. Наиболее дружно прорастают семена Южнокавказского и Дунайского климатипов – более половины за первые 10 дней. Растянут период прорастания у образцов Сибирского и Северокавказского климатипов. В среднем основная масса семян прорастает в течение 20-дневного срока.

Изучение всхожести семян пяти вышеперечисленных климатипов облепихи крушиновидной позволило установить, что все они характеризуются высокой жизнеспособностью, большинство образцов имеют семена со всхожестью более 90%. Всхожесть семян Прибалтийского климатипа достигла 95,3%, Сибирского – 91,6%. Интересная особенность отмечена у всех форм Северокавказского климатипа, где несмотря на более позднее начало прорастание семян (10–11-й день) и более низкую энергию прорастания (8,5%) всхожесть на 25-й день достигала $X = 88,7\%$. Все формы изученных нами климатипов, за исключением Дунайского и Северокавказского, можно отнести к первому классу посевного стандарта (выше 90,0%). Значимые различия по всхожести семян в пределах каждого климатипов не отмечены. Наиболее четко видны адаптивные преимущества климатипов, в частности Прибалтийского, всхожесть семян которого достигает 96,0%.

Считаем, что семена собственной репродукции, полученные в условиях ЦБС (F_0), прошли определенный период адаптации к местным условиям. Ряд экспериментальных данных дает основание предполагать, что каждая группа семян отличается определенной энергией и периодом прорастания. Так, у Дунайского климатипа отмеченная энергия прорастания 48,6% – максимальная среди опытных образцов. Для южнокавказских форм характерна высокая энергия прорастания – 45,0%, сравнительно быстрое завершение основного периода прорастания, и высокая лабораторная всхожесть – 93,0%. Большинство образцов семян характеризуются высокой жизнеспособностью (всхожесть более 90%).

Полученные данные подтверждают, что характерные различия пяти вышеперечисленных климатипов облепихи тесно связаны с биоморфологическими свойствами семян; большое влияние оказывают условия репродуцирования, которые повлекли за собой выявленные различия исходного материала.

Полевая всхожесть семян Прибалтийского, Дунайского, Северокавказского, Южнокавказского и Сибирского климатипов F_0 изучалась на протяжении трех лет в условиях закрытого и открытого грунта. По-разному проявлялось поведение семян в этих условиях.

По результатам трехлетних исследований лучше других в полевых условиях всходили семена Прибалтийского климатипа – 40,2%. Наименьшая всхожесть семян была характерна для Северокавказского климатипа – 9,7%. Для семян этого климатипа была отмечена и наименьшая энергия прорастания – 8,5%, которая является важным показателем их качества.

Важно охарактеризовать темпы утраты семенами жизнеспособности во время длительного хранения и проследить за развитием растений, выращенных из семян, различное время хранившихся при комнатной температуре. Объектами исследований служили воздушно-сухие семена *Hippophae rhamnoides* L. Прибалтийского, Дунайского, Северокавказского, Южнокавказского и Сибирского климатипов. Семена собирали с растений (возраст 17 лет), выращенных в ЦБС, и хранили в течение 10 лет в бумажных пакетах при комнатной температуре.

Обращает на себя внимание тот факт, что у испытываемых климатипов облепихи происходит неравномерное снижение показателя всхожести семян (табл. 8.4). На 6-й год у Северокавказского и Дунайского климатипов она снижалась до 22 и 23% соответственно, в то время как у Сибирского составляла 80%. Уже на 8-й год хранения нам не удалось зарегистрировать ни одного случая прорастания семян у Дунайского климатипа. После 10 лет хранения нежизнеспособными стали также семена Северокавказского климатипа, а у Сибирского всхожесть составила почти треть от первоначального значения. Резко ухудшилось состояние семян Южнокавказского климатипа – на 8-й год всхожесть составила 21%, а на 10-й – всего лишь 6%.

Динамика потери всхожести у семян Прибалтийского климатипа несколько иная: она постепенно уменьшалась по мере удлинения срока хранения – от 98 до 32%. Потеря жизнеспособности семян связана с генетической неоднородностью особей популяции и большой разнокачественностью семян в пределах каждой особи. Максимальной жизнеспособностью обладали семена Прибалтийского климатипа – 32% (на 10-й год хранения).

Таблица 8.4. Всхожесть семян пяти климатипов облепихи крушиновидной в зависимости от сроков их хранения, %

Климатип	Длительность хранения семян, годы				
	2	4	6	8	10
Прибалтийский	98 ± 1,07	79 ± 5,04	51 ± 2,88	44 ± 3,48	32 ± 5,35
Дунайский	92 ± 3,16	85 ± 3,85	23 ± 3,02	0	0
Северокавказский	82 ± 5,10	66 ± 3,76	22 ± 3,39	8 ± 0,91	0
Южнокавказский	88 ± 3,39	70 ± 4,22	63 ± 3,76	21 ± 1,82	6 ± 1,58
Сибирский	96 ± 1,47	83 ± 3,24	80 ± 4,93	47 ± 6,65	29 ± 5,78

8.7. Биоморфологические особенности сеянцев облепихи

Изучены особенности развития сеянцев различных климатипов на ранних этапах морфогенеза (фазы проростков, всходов и ювенильной фазы). Посев семян проводился в 1-й декаде мая.

Первые проростки появились в 3-й декаде мая и лишь у особей Северокавказского климатипа – в 1-й декаде июня. Массовое появление проростков отмечено в середине месяца, т. е. во 2-й декаде июня. Прорастание семян надземное, семядоли (две) выносятся на поверхность почвы; они голые, мясистые, первоначально соединенные на вершине и защищающие зародышевую

почку от повреждения. Форма семядолей определяется отношением ее длины к ширине. На основании этого выделены семядоли ланцетной, узкоовальной, овальной и широкоовальной формы. Проростки Прибалтийского, Сибирского и Дунайского климатипов имели крупные, овальные или узкоовальные, мясистые семядоли. У Сибирского климатипа семядоли постепенно переходят в черешок и не имеют ушек. Форма семядолей Северокавказского климатипа – ланцетная или узкоовальная, они немясистые, матовые. Для северокавказских образцов характерны проростки с заметно тонкой подсемядольной частью и менее мясистыми семядольными листочками. Такие признаки характерны для форм облепихи, отличающихся сильной околюченностью и мелкими плодами.

Размеры семядольных листочков могут служить характерным морфологическим признаком, на основе которого различают проростки различных эколого-географических районов. Так, полученные из семян всходы имеют минимальные размерные показатели семядольных листочков у Северокавказского климатипа ($6,5 \times 3,0$ мм). Наиболее крупные и мясистые семядоли с более развитой подсемядольной частью свойственны прибалтийским ($9,3 \times 3,7$ мм), дунайским ($11,2 \times 4,1$ мм) и сибирским ($9,6 \times 4,5$ мм) образцам.

При определении индекса формы семядолей не наблюдалось резкого варьирования этого показателя за период формирования семядольных листочков. Несколько выше были показатели у форм Дунайского и Южнокавказского климатипов. Наиболее контрастировали между собой индексы форм семядолей у Сибирского и Прибалтийского климатипов в 1-й декаде июля. В этот период более длинные семядольные листочки были у форм Сибирского климатипа. В целом максимальной величины этот показатель достиг у сеянцев Сибирского (4,0), а минимальной – у сеянцев Прибалтийского и Северокавказского (2,5) климатипов (рис. 8.3).

Большой интерес представляло изучение первоначального роста зародышевых корешков у проросших семян. Попав в благоприятные условия, за-

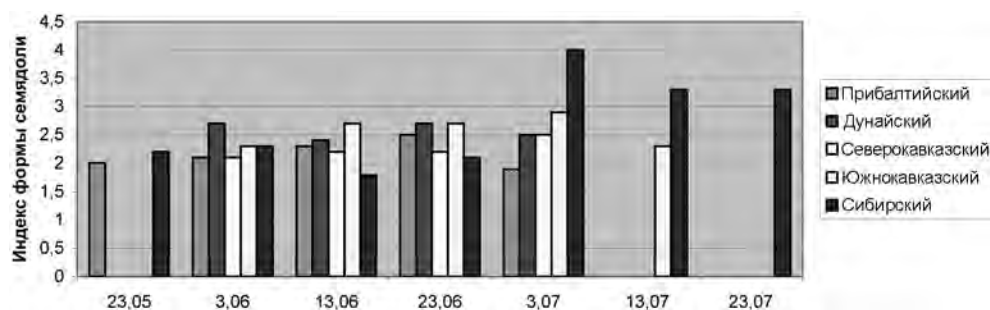


Рис. 8.3. Динамика индекса формы семядолей однолетних сеянцев пяти климатипов облепихи крушиновидной (по горизонтали – среднее значение дат, по вертикали – средние индексы формы семядолей)

родышевый корешок начинает расти, затем вытягивается гипокотиль, потом разворачиваются и разрастаются семядоли и, наконец, трогается в рост почка, давая начало системе главного стебля. Такая последовательность развития проростка оправдана биологически, так как раннее развитие корня прикрепляет развивающийся проросток к субстрату и снабжает его водой и минеральными веществами. Вытягивание гипокотиля выносит на свет первые ассимилирующие органы проростка – семядоли. Лишь после этого становится возможным рост верхушечной точки, рост и формирование надземного побега молодого растения.

Динамика роста корней повторяет таковую у надземной части. Корни сеянцев первого года по длине меньше, чем высота растений. Однако эти отличия к концу вегетации существенны лишь для прибалтийских и северокавказских образцов и менее выражены у Южнокавказского и Сибирского климатипов.

Корни начинают расти значительно раньше надземной части и раньше заканчивают период интенсивного роста. В начальном периоде наиболее интенсивно растут корни Прибалтийского климатипа, что, на наш взгляд, является положительным с точки зрения закрепления растения в грунте и его выживания. Наиболее длинные корни развиваются у дунайских сеянцев, наиболее короткие – у образцов Северокавказского климатипа. Эта особенность, наряду с возможностью самого раннего прорастания и начала роста надземной части, показывает меньшую приспособленность северокавказских образцов. Корни Сибирского климатипа растут поступательно и длительно, интенсивность их роста вначале небольшая. Этим они отличаются от других образцов (приспособленность к холодному климату).

Фаза всходов, как было указано выше, начинается с появления **I пары листьев**. Раньше всего это происходит у образцов Сибирского, а затем Дунайского климатипов – во 2-й декаде июля. За вегетационный период образуются 4–7 пар супротивных листьев. Так, у сеянцев Прибалтийского климатипа образовалось 7 пар листьев, у Сибирского и Северокавказского – 6, у Дунайского и Южнокавказского – 5 и 4 пары листьев соответственно. Размерные показатели (длина, ширина) листьев были определены у **I, II и III пары**. **Наиболее крупные** листья отмечены у Прибалтийского климатипа, средняя длина которых составляет 38,0 мм у I пары и 37,0 мм – у II пары.

Длина междоузлий также различна у сеянцев данных климатипов. Средняя длина междоузлий I–II и II–III пары различаются незначительно у всех экспериментальных образцов, за исключением Дунайского, а средние размеры между **I и II, II и III парой листьев максимальны у сеянцев Прибалтийского климатипа**; минимальная длина междоузлий – у сеянцев Сибирского климатипа.

Максимальная длина листьев однолетних сеянцев в несколько раз меньше по сравнению с растениями, вступившими в генеративную фазу развития. При наличии V–VI пары листьев обнаружено появление из пазушных почек

летних побегов силлептического типа. К концу сезона боковые побеги хорошо сформировались, и в терминальной их части обнаружены колючки.

Для всех сеянцев Прибалтийского, Дунайского, Северокавказского, Южнокавказского и Сибирского климатипов характерны три типа филотаксиса: очередной, супротивный, супротивно-очередной. На начальном этапе развития в нижней части побега листорасположение супротивное, затем у IV–VII пары листьев – супротивно-очередное; для верхней части побега, которая формируется уже в конце вегетационного периода, листья расположены поочередно.

На данном этапе для сеянцев характерен моноподиальный тип ветвления. Сеянцы Дунайского и Северокавказского климатипов характеризуются сильным (до 100%) ветвлением боковых побегов.

Изучение роста однолетних, а также двух- и трехлетних сеянцев, описанных выше, подтвердило преобладание Прибалтийского климатипа и значительное отставание Сибирского и особенно Северокавказского климатипов.

О том, насколько адаптировался сеянец в наших условиях, насколько проявляется соответствие биологии интродуцента факторам внешней среды – почве и климату, можно судить по такому показателю, как сила роста сеянца. По средней высоте однолетние сеянцы оказались неодинаковыми и располагаются в следующей последовательности: Прибалтийский – 14,2 см, Дунайский – 12,4 см, Южнокавказский – 10,5 см, Сибирский – 9,1 см и Северокавказский – 8,6 см.

Особое внимание заслуживает анализ роста и развития гипокотыля. По длине в начале роста он почти равен длине корней. Исключением является Дунайский климатип, гипокотыль сеянцев которого очень маленький. Вначале активнее развивается подземная часть гипокотыля, особенно у Прибалтийского климатипа, что также служит защитой молодых растений от внешних условий. Гипокотыли кавказских образцов несколько дольше растут в подземном состоянии, хотя по абсолютной длине отстают от Прибалтийского. Дольше других в подземном состоянии находится и гипокотыль сибирских образцов. Однако причина здесь другая, связанная с приспособительной реакцией организма. В дальнейшем сибирские сеянцы быстро развивают надземную часть гипокотыля, а затем начинается его втягивание в почву. Кавказские образцы развивают надземную часть гипокотыля медленно и втягивают в почву позднее других. Дунайские образцы занимают промежуточное положение между прибалтийскими и кавказскими.

Таким образом, развитие гипокотыля у всех особей изучаемых климатипов происходит по определенной схеме. Увеличение гипокотыля над поверхностью почвы происходит до определенного периода, а именно до 3.07, а у образцов Прибалтийского и Сибирского климатипов – до 23.06, причем максимальная длина его над поверхностью почвы колеблется в пределах 5,0–11,0 мм. Начиная со второй половины июля он как бы уходит, втягивается в землю, и в конце лета его длина над поверхностью почвы мини-

мальна – от 2,0 мм у Северокавказского до 5,0 мм у Сибирского, Дунайского и Южнокавказского климатипов.

По раннему и интенсивному росту надземной части, наибольшей высоте сеянцев, динамике развития гипокотыля, (активное развитие весной подземной части гипокотыля, раннее и интенсивное втягивание его в почву) и другим признакам можно судить о наибольшей приспособленности к местным условиям Прибалтийского климатипа.

Заключение. Многолетние исследования биоморфологических особенностей растений Прибалтийского, Дунайского, Северокавказского, Южнокавказского и Сибирского климатипов облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) при интродукции в условиях Беларуси показали, что свойственный данному виду полиморфизм на уровне климатипов имеет генетическую природу и обуславливает разнокачественность морфогенеза растений на всех стадиях онтогенеза.

Облепиха крушиновидная как вид в целом для приспособления к условиям района интродукции наряду с фенотипической изменчивостью использует потенциал генотипической изменчивости, что проявляется как в нулевом, так и в последующих поколениях вида. Единство и полиморфизм последнего определяются наличием сходных биоморфологических признаков отдельных форм разных климатипов, вместе с тем различающихся совокупностью данных признаков во всех поколениях. При этом уровень изменчивости данных признаков внутри климатипов выражен намного слабее, нежели между отдельными климатипами.

Среди структурных компонентов фитомассы растений облепихи семена в наибольшей степени отражают свойства отдельным климатипам генетически детерминированные биоморфологические признаки, степень трансформации которых определяется уровень внутривидовой изменчивости в процессе их экологической адаптации к новым условиям существования. Стабильность данных признаков, свойственная семенам нулевого поколения, сохраняется и в последующих поколениях преимущественно у Прибалтийского и Дунайского климатипов, при наиболее выраженной генетической константности показателя средней массы семян, указывающей на целесообразность его использования при отборе форм, перспективных для селекции.

Растения всех исследованных климатипов облепихи крушиновидной за период вегетации в условиях Беларуси успевают пройти полный цикл сезонного развития при естественной смене фенологических фаз, что свидетельствует о соответствии природных условий региона биологическим потребностям интродуцентов из разных географических точек. Различия, наблюдаемые в феноритмике отдельных климатипов, имеют генетически обусловленную природу, связанную с многолетней адаптацией растений к условиям конкретного региона, что объясняет наиболее раннее прохождение фенофаз у особей Сибирского климатипа и наиболее позднее – у таковых Северокавказского. Уста-

новлено совпадение сроков большинства фенодат у районированных сортов и представителей исследуемых климатипов, которым свойственно лишь более позднее, чем у первых, созревание плодов. При этом показаны выраженные различия темпов развития мужских и женских представителей климатипов, состоящие в более раннем (на 2–3 дня) обособлении листьев в первом случае и более интенсивном их росте на генеративном этапе – во втором.

В результате многолетних комплексных исследований биоморфологических особенностей развития пяти климатипов облепихи крушиновидной в условиях Беларуси установлен их выраженный полиморфизм, обеспечивающий высокий уровень экологической пластичности данного ботанического вида, способствующий достаточно полной реализации его адаптационного потенциала в районе интродукции. Наиболее высокий уровень соответствия биологической природы условиям Беларуси свойствен растениям облепихи Прибалтийского климатипа, обладающим повышенной зимостойкостью, невысокой степенью оголенности побегов при среднем габитусе куста, имеющим крупные плоды при сухом отрыве, что указывает на его перспективность для районирования и использования в качестве исходного материала для селекции на устойчивость и продуктивность.

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ПАТОГЕНОВ
И ФИТОФАГОВ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ
ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

В последние годы в Республике Беларусь активизировались работы по интродукции новых видов декоративных растений для посадки в городских насаждениях. Массовая интродукция декоративных растений в городские насаждения способствует формированию новых популяций патогенов и фитофагов, создает возможности расширения круга питающих растений как для аборигенных, так и для завезенных вредных видов. Перенос растений в новые ареалы сопровождается видообразованием сопряженно-эволюционирующих популяций высокоспециализированных патогенов и вредителей.

В 2006–2011 гг. лабораторией защиты растений проведена оценка фитосанитарного состояния древесно-кустарниковых и цветочных растений городских насаждений (6 областных городов, 46 населенных пунктов областей) Республики Беларусь, в результате которой выявлены наиболее широко распространенные и вредоносные возбудители болезней и вредители декоративных растений.

Фитосанитарное состояние декоративных растений оценивали при проведении маршрутных обследований городских насаждений. Обследование проводилось рекогносцировочным и детальным методом. Рекогносцировочное обследование предусматривало оценку общего состояния насаждений, характер поражения болезнями и повреждения вредителями (единичное, куртинное, сплошное). При детальном обследовании учитывалось количество здоровых, больных растений и устанавливалась причина поражения и повреждения растений возбудителями болезней и вредителями.

Определение болезней осуществляли по наличию симптомов заболеваний (Синадский Ю. В., Прутенская М. Д., Журавлев И. И., Горленко С. В., Хохряков М. К., Трейвас Л. Ю. [3–10]), а также характерных спороношений и склероциев. Сбор образцов пораженных декоративных растений проводили во всех областях Беларуси. Образцы для получения конидиального спороношения после поверхностной стерилизации (2–3 мин в 70%-ном растворе этанола или 15 мин в растворе марганцовки) с последующей отмывкой в стерильной воде закладывали во влажные камеры. Изучение микроскопических структур и проведение биометрических измерений осуществляли методом «раздавленной капли» при помощи микроскопа БИОЛАМ ЛОМО АУ-12, окулярмикрометра МОВ-1-15х [11–14]. Видовую идентификацию грибов вели по определителям

Н. М. Пидопличко, М. А. Литвинова и др. [15–19]. Видовой состав вредителей идентифицировали по определителям [21, 22].

Проведенный мониторинг состояния популяций показал, что состав патогенов растений в городских насаждениях весьма разнообразен. Распространенность и вредоносность болезней в городских фитоценозах неодинакова. Не все выявленные болезни причиняют существенный вред растениям. Степень наносимого ими вреда зависит от времени появления болезни, агрессивности ее возбудителя и устойчивости самого растения в данных экологических условиях.

9.1. Болезни древесно-кустарниковых растений

Болезни неинфекционного характера обусловлены воздействием неблагоприятных факторов внешней среды, которые отрицательно влияют на растения и вызывают у них нарушения физиолого-биохимических функций и анатомо-морфологические изменения. К та-ким факторам в первую очередь относится загрязнение почвы и окружающей среды вредными веществами, дефицит влаги и питательных веществ в почве, ее повышенная плотность. Высокая степень антропогенной нагрузки, загрязнение атмосферы и почвы ядовитыми соединениями, изменение гидрологического режима, неблагоприятные погодные условия – основные факторы, нарушающие нормальное функционирование растительных экосистем в городах и пригородах и снижающие устойчивость их к болезням и вредителям.

Инфекционные болезни. Инфекционные процессы у лиственных и хвойных древесно-кустарниковых растений вызывают в основном грибные патогены, реже бактерии, вирусы и микоплазмы. Инфицирование древесных растений вредными организмами чаще происходит через различные раны и повреждения защитного покрова. Поражение может быть локальным, концентрироваться только в области заражения, но часто инфекция может распространяться на соседние ткани растения, полностью поражая ствол, ветви и все дерево. Основная группа наиболее опасных дереворазрушающих грибов проникает в растение через раны, сучки, морозобойные трещины, поражает стволы, корни как отдельных деревьев, так и группы деревьев в насаждении. Вирусная и бактериальная инфекция также попадает в растения через разного рода повреждения.

Наиболее вредоносны для взрослых древесных растений грибные патогены, поражающие стволы и ветви. Изреженность кроны, наличие сухих ветвей, дупел, плодовых тел грибов, изменение окраски хвои и листьев, ранний листопад указывают на значительное ослабление насаждений. Некрозы (усыхания) ветвей – болезни ослабленных насаждений. При высокой степени развития такие болезни могут приводить к гибели всего дерева, а в молодых посадках – вызывать усыхание большинства деревьев. Болезни листьев в городских посадках не такие опасные, но в неблагоприятные годы также могут в значи-

тельной степени поражать деревья и отрицательно влиять на их рост и развитие. Болезни хвои и листьев наиболее опасны для молодых деревьев. При сильном поражении хвои и листьев растения не погибают, но у них значительно снижается прирост и ослабляется иммунитет.

Болезни листьев. Болезни листьев широко распространены в разных типах городских насаждений. При высокой степени их развития снижаются защитные функции растения, возрастает степень повреждения вредителями, деревья и кустарники теряют декоративность, преждевременно сбрасывают листья. Болезни листьев приводят к потере декоративности растений и их защитных функций, а также существенно влияют на их рост и развитие. На древесно-кустарниковых растениях отмечены следующие типы болезней: мучнистая роса, пятнистости, ржавчина, парша, деформация, чернь, мозаика.

Встречаемость болезней листьев зависит от ассортимента растений в разных типах городских насаждений и от биоэкологических особенностей самих возбудителей. Динамика развития тех или иных болезней листьев напрямую зависит от погодных условий и от состояния самих растений. В благоприятные для их развития годы отмечается массовое поражение листьев патогенами. Так, в 2010 г. засуха вызвала повсеместно высокую активность разного рода мучнисторосяных грибов по всей республике в разных типах городских насаждений. Наиболее сильно страдают от болезней листьев молодые посадки деревьев и кустарников. Для взрослых насаждений болезни листьев не так опасны, но они значительно снижают декоративность посадок, являются источниками инфекции и создают угрозу заражения молодых деревьев.

Мучнистая роса вызывается мучнисторосяными грибами (порядок *Erysiphales*). Все они узкоспециализированные облигатные паразиты, образующие на пораженных органах (листьях, побегах) поверхностный мицелий (рис. 9.1, см. цв. вклейку).

Мицелий мучнисторосяных грибов – характерный диагностический признак болезней этого типа. Вначале он беловатый, нежный, паутинистый, малозаметный. Затем налет становится белым и мучнистым, на мицелии образуются конидии. К концу лета на мицелии формируются численные клейстотеции, которые имеют вид мелких черных точек, рассеянных по всей поверхности листа. Мучнисторосяные грибы чаще распространены в парковых и внутридворовых посадках, почти не встречаются на магистралях. Особенно вредоносен этот тип болезни для дуба черешчатого, клена остролистного, клена ясенелистного, татарского и клена полевого. При сильной степени развития болезни степень пораженности мучнистой росой может достигать 100%, в таких случаях деревья и кустарники теряют декоративность уже к середине лета, дают минимальный прирост и сильно ослабляются. В меньшей степени поражаются мучнистой росой ясень, береза, каштан конский, ива козья, белая и тополь бальзамический и черный, боярышник, рябина.

Пятнистости широко встречаются во всех видах городских зеленых насаждений. Появляются они на листьях в середине лета, и пик нарастания это-

го типа болезни в городских посадках приходится на август, сентябрь. В этот период они не наносят существенного вреда растениям, но значительно снижают декоративные качества посадок. В большей степени пятнистостями поражаются разные виды древесных пород, находящиеся в стадии ослабления. В первую очередь к таким относятся деревья, растущие вдоль дорог, на тротуарах. Пораженность листовой пластинки в таких посадках к концу сезона вегетации часто достигает 30–40% и более. В парковых и внутريدворовых насаждениях пятнистости менее вредоносны, средняя степень пораженности не превышает 10%.

Пятнистости характеризуются образованием на листьях плоских (некротических) или выпуклых (строматических) пятен различных размеров, формы и окраски. Первые представляют собой отмершие участки тканей листа, на которых образуются спороношения возбудителя. Вторые являются мицелиальными стромами или аскостромами, внутри которых формируются соответственно плодовые тела и сумки со спорами. Мицелиальные стромы образуются у возбудителей черной пятнистости клена *Rhytisma acerinum*, *R. punctatum*, *R. salicinum*. Круг грибных патогенов, вызывающих образование пятен разных размеров, формы и окраски на листьях древесно-кустарниковых растений весьма разнообразен, но в основном представлен анаморфными грибами. Цвет пятен варьируется от белого до черного. В некоторых случаях окраска пятен служит диагностическим признаком болезни. По форме пятна бывают округлыми, неправильной формы, резко ограниченными или расплывчатыми. Размер пятен также значительно колеблется.

В посадках липы мелколистной, крупнолистной, войлочной были выявлены темно-бурая пятнистость (возбудитель – гриб *Cercospora micrisora*), коричневая пятнистость (гриб *Septoria tiliae*), бурая пятнистость (гриб *Phyllosticta tiliae*), кремовая пятнистость (гриб *Gloeosporium tiliae*). Пятнистости на листьях клена остролистного, татарского, явора, сахарного вызывали грибы *Septoria acerella*, *Gloeosporium acericolum* и несколько видов грибов рода *Phyllosticta*. Грибы *Rhytisma acerinum* и *Rhytisma punctatum*, вызывающие образование черных пятен на листьях клена остролистного, появлялись в загущенных парковых посадках в отдельные годы уже в конце мая и к середине лета вредоносность заболевания достигала 50%. Дуб черешчатый и его формы, произрастающие в основном в парках и скверах, наиболее часто были поражены грибами *Ascochyta quercus* и *Septoria quercina*. В первом случае на листьях образуются беловатые или округлые пятна, в центре – пикниды в виде мелких черных точек, во втором – пятна сероватые, мелкие, округлые, с широкой коричневой каймой. Очень редко в городских посадках на дубе черешчатом отмечали грибы рода *Phyllosticta* и *Gloeosporium*. На разных видах тополя в городских посадках разного типа отмечена бурая или коричневая пятнистость, которую вызывают грибы рода *Marssonina*, белая пятнистость – возбудитель *Phyllosticta populina*, белая пятнистость – *Septoria populi*. Отмечено, что ясень обыкновенный, пенсильванский и др. поражаются пятнистостями незначи-

тельно, вредоносность не превышает 3–5%, чаще возбудителями заболевания являются грибы *Cercospora fraxini* и рода *Phyllosticta*. Большинство обследованных деревьев рябины обыкновенной относятся к категории ослабленных, пятнистости листьев на них нередки, в основном возбудителями их являются грибы *Phyllosticta aucuparia*, *Septoria sorbi*.

Пятнистость инфекционного характера каштана конского в городских посадках встречается редко, первые признаки болезни появляются во второй половине лета, возбудитель заболевания – гриб *Phyllosticta sphaeropsoides* (рис. 9.2, см. цв. вклейку). В магистральных посадках распространенность филлостиктоза не превышает 1–5%, заболевание чаще встречается в парках, скверах и внутридворовых посадках. На листьях каштана конского, произрастающего в южных районах Беларуси, впервые в республике было отмечено поражение листовой пластинки грибом *Pestalotia aesculi*, вредоносность и распространенность низкая. Заболевание проявляется в виде светло-коричневых пятен неправильной формы разного размера, на которых развивается спороношение гриба – конидиомы (ложки) в виде мелких, слегка выпуклых темно-бурых подушечек, выступающих из разрыва эпидермиса. Конидии веретеновидные, с несколькими поперечными перегородками, вершинная клетка с 2–3 придатками.

Ржавчину листьев вызывают ржавчинные грибы порядка *Uredinales* – узкоспециализированные паразиты с полным или неполным циклом развития. Ржавчина часто встречается в городских насаждениях, но наиболее распространена в парках, внутридворовых посадках, где разнообразен ассортимент растений и создаются благоприятные для ее развития условия. Отмечена ржавчина на листьях березы (*Melampsorium betulinum*), промежуточный хозяин отсутствует, гриб развивается только на березе. Повсеместно встречается ржавчина листьев барбариса обыкновенного (*Puccinia graminis*), промежуточными хозяевами являются несколько видов злаков. На иве, тополе отмечены грибы рода *Melampsora* (рис. 9.3, см. цв. вклейку), промежуточными хозяевами которых являются разные растения – лук, лиственница, сосна. На рябине обыкновенной, черноплодной, шведской и др. развивается разнохозяинный гриб *Gymnosporangium cornutum*, телиостадия развивается на можжевельниках. Вредоносность ржавчины листьев в городских насаждениях невелика, колеблется в разные годы.

Особо следует отметить такой широко распространенный в городских условиях тип болезни, как *чернь*. На поверхности листьев и зеленых побегов образуется мицелий гриба в виде черного сажистого налета, который может покрывать всю его поверхность. Чернь вызывается несовершенными грибами рода *Fumago*. Это заболевание снижает декоративные качества древесных растений, нарушает процессы фотосинтеза и транспирации, значительно ослабляет растение. Чернь листьев вызывают грибы, которые развиваются на выделениях тли, щитовок и ложнощитовок. Высокая степень развития болезни отмечена на липе, клене, березе, рябине, тополе, иве, дубе, яблоне, боярышнике, бирючине, кизильнике, барбарисе и др. Возбудитель болезни – гриб *Fumago vagans*.

Парша проявляется в почернении и засыхании побегов ивы и тополя, вызывается грибами *Fusicladium saliciperda* и *Fusicladium radiosum* соответственно. Это несовершенные грибы из рода *Pollacia*. При поражении листьев на пятнах разной формы и размера образуется бархатистый оливково-зеленый или оливково-бурый налет мицелия с конидиальным спороношением. Кроме листьев паршой поражаются молодые побеги, которые чернеют и отмирают. В городских посадках республики парша была отмечена повсеместно на иве белой (*Pollaccia saliciperda*), на тополях разного вида (*P. radiosum*), на осине (*P. elegans*) и яблонях (*P. pomi*).

Деформацию листьев (вздутие) тополя черного, канадского, душистого и бальзамического вызывает гриб *Taphrina populina*, березы – *Taphrina betulae*, заболевание встречается повсеместно, не наносит заметного вреда растениям.

На хвое ели и сосны взрослых деревьев отмечалось поражение *шютте*. Обыкновенное шютте сосны проявляется в пожелтении, засыхании и опадении хвои. У взрослых деревьев гриб поражает в основном отмирающую хвою и не оказывает значительного влияния на растение. Отмечено поражения хвои сосны и ели ржавчинными грибами. Пузырчатая ржавчина хвои сосны появляется в мае и не причиняет заметного ущерба деревьям, оставляя на хвое пожелтевшие или отмершие пятнышки.

Грибные патогены, вызывающие болезни листьев, представлены в систематическом плане разными классами и порядками. Наибольшее количество грибов относится к группе несовершенных, они вызывают образование пятен на листьях большинства пород, встречаются во всех категориях зеленых насаждений. Мучнисторосые, ржавчинные грибы чаще встречаются на древесно-кустарниковых растениях, произрастающих в парках, скверах и внутридворовых территориях.

Болезни ветвей и стволов. Сосудистые и некрозно-раковые болезни стволов и ветвей распространены в разных категориях городских насаждений. Они снижают жизнеспособность растений. Все болезни стволов и ветвей в зависимости от характера поражения, этиологии, внешних признаков делятся на четыре группы: сосудистые, некрозные, раковые, гнилевые. Но иногда один и тот же возбудитель может вызывать разные типы поражения. Сосудистые и раково-некрозные болезни стволов и ветвей преимущественно вызываются грибами, реже – бактериями и абиотическими факторами.

Как показали наблюдения, наибольшую опасность для городских зеленых насаждений представляют болезни, вызывающие усыхание и отмирание ветвей у лиственных древесных пород. Массовое поражение отмечается на фоне предварительного ослабления деревьев, связанного с неблагоприятными условиями, и отмечено по всем магистральным и уличным посадкам деревьев. Особенно вредоносны и опасны некрозные болезни ветвей и стволов для молодых посадок.

В парках и скверах, где растения находятся в более благополучных условиях, развитие такого типа болезней носит вялотекущую форму и не так опас-

но для насаждений. Наиболее вредоносными и широко распространенными в городских магистральных посадках являются *цитоспороз* и *тиростромоз* (рис. 9.4, см. цв. вклейку).

Цитоспороз отмечен в городе на побегах липы, клена, каштана конского, дуба черешчатого, дуба красного, граба, ивы, тополя, ясеня, рябины, березы и др. Возбудитель развивается в тканях коры молодых побегов, вызывая ее отмирание и окрашивание в красновато-бурый цвет, на поверхности образуются многочисленные пикниды в виде мелких бугорков. В Гомеле, Витебске, Могилеве, в меньшей степени в Гродно и Бресте цитоспорозом поражены молодые и старые посадки разных видов липы, в меньшей степени – клена остролистного, каштана конского, рябины и др. В Минске, Витебске и Гомеле на некоторых участках улиц, распространенность цитоспороза достигает 80–100%, а вредоносность доходит до 50% и более. Степень развития и распространенность тиростромоза несколько меньше, чем у цитоспороза, но заболевание повсеместно отмечено в посадках липы на магистралях города. Установлено, что степень развития цитоспороза и тиростромоза резко возрастает после формовочных и санитарных обрезок взрослых деревьев. Наибольший ущерб заболевание наносит молодым, вновь посаженным деревьям липы.

За последнее время отмечается возрастание вредоносности грибов рода *Nectria*, которые ранее встречались на усыхающих и сухих деревьях и не представляли угрозу городским зеленым насаждениям. Поражение ветвей и стволов нектриозом отмечено на каштане конском, липе (рис. 9.5, см. цв. вклейку), грабе, иве, тополе.

В парках, скверах, на улицах и внутриворонных насаждениях наблюдается усыхание ветвей, вызванное поражением их грибами рода *Fusicladium* (рябина, ива, тополь, береза, ясень, боярышник, дуб), *Diplodia* (клен, тополь, каштан конский, ясень), *Phoma* (клен, ясень), *Verticillium* (клен, вяз, дуб, липа). Повсеместно по всей республике отмечены случаи поражения ветвей разного вида тополей и ив грибами рода *Cytospora*, *Fusicladium*, *Nectria*, вредоносность невысокая, в большей степени от данных болезней страдают молодые посадки ивы белой.

Отмечен некроз ветвей клена остролистного, полевого и белого, вызванный поражением грибами рода *Hendersonia*, *Septomyxa*. Повсеместно на многих усыхающих ветвях и стволах лиственных пород деревьев по городам республики отмечено поражение грибами *Stereum purpureum* и *S. hirsutum*. Как показали наблюдения, зараженность и вредоносность некрозами ветвей и стволов деревьев всех возрастных категорий в городах возрастает. Проводимые химические обработки и санитарные обрезки деревьев неэффективны. Это связано в первую очередь с высокой агрессивностью патогенов, вызывающих данные заболевания, ослаблением иммунитета растений, а также отсутствием эффективных методов и средств борьбы с болезнями.

Раковые болезни развиваются медленно, в течение нескольких лет и даже десятилетий. Вследствие поражения ветвей раковыми болезнями происходит

гибель скелетных ветвей, суховершинность и, в конечном итоге, гибель растения. Распространенность данного типа болезней в городских посадках низкая. Раковые болезни отмечены в основном в парках и лесопарках. На ветвях и стволах старых деревьев (возраст более 30 лет) отмечены раковые болезни дуба (*Nectria galligena*, *Pseudomonas quercus*), тополя бальзамического (*Pseudomonas populus*), граба обыкновенного (*Pseudomonas quercus*), клена ясенелистного (*Nectria galligena*), яблони (*Sphaeropsis malorum*), ясеня обыкновенного (*Pseudomonas fraxini*), сосны обыкновенной (*Cronartium flaccidum*), сосны Веймутовой (*Cronartium ribicola*).

В городских насаждениях отмечена высокая степень развития *деревоуничтожающих грибов* в посадках, особенно таких быстрорастущих деревьев, как тополь, ива, береза, каштан. Подавляющее большинство деревоуничтожающих грибов – трутовые грибы, или трутовики. При обследовании нередко на одном дереве отмечалось совместное поражение несколькими видами деревоуничтожающих грибов. Наиболее старые посадки по республике тополей (канадский, душистый, бальзамический, китайский и др.), поэтому видовой состав деревоуничтожающих грибов здесь наиболее обширен и представлен следующими видами: трутовик душистый (*Trametes suaveolens* (L.: Fr.), **трутовик тополе-вый** (*Oxyporus populinus* (Fr.) Donk.), трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr.), вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.), трутовик чешуйчатый (*Polyporus squamosus* (Huds.: Fr.) Fr.), чешуйчатка жирная (*Pholiota adiposa* Fr.), трутовик плоский (*Ganoderma applanatum*), опенок зимний – (*Pholiota adipose* Fr.). Ива разных видов, но в большинстве белая, поражается следующими видами грибов: трутовик ивовый (*Phellinus conchatus* (Pers.: Fr.) Quel.), трутовик душистый (*Trametes suaveolens* (L.: Fr.), трутовик серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr.), вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.), трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr.), трутовик чешуйчатый (*Polyporus squamosus* (Huds.: Fr.) Fr.), чешуйчатка золотистая (*Pholiota aurivella* (Fr.) Kumm.). Черемуха обыкновенная, Маака и др.: трутовик серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr.), **трутовик кле-новый** (*Oxyporus populinus* (Fr.) Donk.), ежевик северный (*Climacodon septentri-onalis* (Fr.) Karst.). Орех маньчжурский: трутовик ложный дубовый (*Phellinus robustus* (Karst.) Bond. et Sing.), трутовик окаймленный (*Fomitopsis pinicola* (Sw. et Fr.) Karst.), губка дубовая (*Daedalea quercina* L.). Ясень обыкновенный, пенсильванский, пушистый: трутовик лучевой (*Inonotus radiatus* (Sow.: Fr.) Karst), щелелистник обыкновенный (*Schizophyllum commune* Fr.), трутовик серно-жел-тый (*Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr.), трутовик щетинистоволосый (*Ino-notus hispidus* (Bull.: Fr.) Karst.). Дуб черешчатый (разные формы): трутовик ложный дубовый (*Phellinus robustus* (Karst.) Bond. et Sing.), **трутовик настоя-щий** (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr.), губка дубовая (*Daedalea quercina* L.: Fr.), трутовик чешуйчатый (*Polyporus squamosus* (Huds.: Fr.) Fr.). **Липа обыкновен-ная**, крупнолистная, амурская и др.: трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr.), вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.), трутовик

ложный (*Phellinus igniarius* (L.: Fr.) Quel.), трутовик чешуйчатый (*Polyporus squamosus* (Huds.: Fr.), гриб зимний (*Flammulina velutipes* (Fr.) Karst). Клен обыкновенный, серебристый, ясенелистный, явор и др.: трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.), стереум желтый (*Stereum hirsutum* (Willd.), трутовик кленовый (*Oxyporus populinus* (Fr.) Donk.), трутовик ложный дубовый (*Phellinus robustus* (Karst.) Bond. et Sing.), трутовик чешуйчатый (*Polyporus squamosus* (Huds.: Fr.: Fr.). Береза повислая и др.: трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.), губка березовая (*Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) Karst.), трутовик лучевой (*Inonotus radiatus* (Sow.: Fr.) Karst.), чага березовая (*Inonotus obliquus* (Pers.) Pil.), вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.). Каптан конский: вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.), трутовик ложный дубовый (*Phellinus robustus* (Karst.), трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr.). Рябина обыкновенная: трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr.), стереум желтый, трутовик ложный (*Phellinus igniarius* (L.: Fr.) Quel.). Сирень: трутовик опушенный (*Trametes pubescens* (Schum.: Fr.), трутовик лучевой (*Inonotus radiatus* (Sow.: Fr.) Karst., трутовик ложный дубовый (*Phellinus robustus* (Karst.) Bond. et Sing.). Очень часто на пнях лиственных пород деревьев встречается трутовик плоский (*Ganoderma lipsiense* (Batsch.) G. F. Atk.).

Гнилевые процессы в древесине вызваны главным образом механическими повреждениями коры штамба и скелетных ветвей. Неумеренные и несвоевременные обрезки ветвей также являются причиной попадания споровой инфекции в древесину ствола. Все это приводит к тому, что большинство магистральных посадок поражены дереворазрушающими грибами и недолговечны.

9.2. Видовой состав возбудителей болезней цветочных культур

Выявлено значительное разнообразие видового состава возбудителей болезней многолетних и однолетних цветочных растений: идентифицировано 48 видов патогенных грибов. Наиболее распространенными являются грибы рода *Fusarium*, *Botrytis*, *Puccinia* и *Erysiphe*. На 21 виде однолетних цветочных растений выявлено 18 видов возбудителей болезней, относящихся к царствам *Chromista* и *Fungi* (табл. 9.1). Царство *Chromista* представлено представителями отдела *Oomycota*, сем. *Peronosporaceae* и *Pythiaceae*: возбудителями ложной мучнистой росы (*Bremia lactucae*) и черной ножки (*Pythium debaryanum*) соответственно. Царство *Fungi* представлено патогенными грибами из отделов *Ascomycota* (Сумчатые грибы) и *Basidiomycota* (Базидиальные грибы). Отдел *Ascomycota* представлен 14 видами грибов, относящихся к трем классам: *Leotiomycetes* (5 видов – возбудители настоящей мучнистой росы, серой гнили), *Dothideomycetes* (6 видов – возбудители пятнистостей), *Sordariomycetes* (3 вида – возбудители увяданий и др.). Отдел *Basidiomycota* представлен 2 видами грибов (возбудители ржавчины), относящихся к одному классу – *Pucciniomycetes*.

Таблица 9.1. Видовой состав возбудителей болезней однолетних цветочных культур

Вид	Культура	Симптомы поражения
Царство <i>Chromista</i> Отдел <i>Oomycota</i> Класс <i>Peronospora</i> Подкласс <i>Saprolegniidae</i> Порядок <i>Pythiales</i> Сем. <i>Pythiaceae</i>		
<i>Pythium debaryanum</i> R. Hesse	<i>Nicotiana</i> (табак)	Потемнение и загнивание корневой шейки
	<i>Callistephus chinensis</i> (астра однолетняя)	Загнивание корневой шейки, увядание растений
	<i>Matthiola</i> (левкой)	То же
Подкласс <i>Peronosporidae</i> Порядок <i>Peronosporales</i> Сем. <i>Peronosporaceae</i>		
<i>Bremia lactucae</i> Regel	<i>Helichrysum</i> (бессмертник)	Белый мучнистый налет на нижней стороне листьев
Царство <i>Fungi</i> (<i>Mycota</i> , <i>Mycetalia</i>) – Настоящие грибы		
Отдел <i>Ascomycota</i> – Аскомикота, сумчатые грибы		
Класс <i>Leotiomycetes</i> Подкласс <i>Leotiomycetidae</i>		
Порядок <i>Erysiphales</i> – Настоящие мучнисторосяные грибы Сем. <i>Erysiphaceae</i>		
<i>Erysiphe</i> R. Hedw. ex DC.	<i>Petunia</i> (петуния)	На верхних листьях белый паутинистый налет
<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC.	<i>Viola</i> (фиалка)	То же
	<i>Zinnia</i> (цинния)	То же
<i>Erysiphe labiatarum</i> Chevall.	<i>Salvia</i> (сальвия)	Белый налет на обеих сторонах листьев
<i>Leveillula taurica</i> (Lév.) G. Arnaud	<i>Malva</i> (мальва)	То же
Порядок <i>Helotiales</i> Сем. <i>Sclerotiniaceae</i>		
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	<i>Tagetes</i> (тагетес)	Гниль соцветий и листьев
	<i>Matthiola</i> (левкой)	Загнивание стебля
	<i>Begonia</i> (бегония)	Загнивание цветков, стеблей
	<i>Petunia</i> (петуния)	Бурые пятна на цветках
	<i>Dahlia</i> (георгин)	Крупные бурые пятна на цветках, стеблях
	<i>Viola</i> (фиалка)	Водянистые пятна на лепестках
	<i>Anthirrinum</i> (львиный зев)	То же
	<i>Pelargonium</i> (пеларгония)	Расплывчатые бурые пятна на листьях, цветках
	<i>Lobelia</i> (лобелия)	Загнивание побегов
	<i>Nicotiana</i> (табак)	Бурые расплывчатые пятна на листьях

Вид	Культура	Симптомы поражения
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	<i>Callistephus chinensis</i> (астра однолетняя)	То же
	<i>Tropaeolum</i> (настурция)	То же
	<i>Bergenia</i> (бадан)	То же
	<i>Anemone</i> (ветреница)	Бурые пятна на лепестках
	<i>Lathyrus</i> (горошек душистый)	Загнивание цветков
Класс <i>Dothideomycetes</i>		
Подкласс <i>Dothideomycetidae</i>		
Порядок <i>Capnodiales</i> Сем. <i>Mycosphaerellaceae</i>		
<i>Septoria salviae</i> Pass.	<i>Salvia</i> (сальвия)	Пятна мелкие, бурые, заметные с обеих сторон, позднее светлеющие в середине, с черными точками пикнид
<i>Ramularia salviae</i> Bondartsev	<i>Salvia</i> (сальвия)	Грязно-бурые округлые или угловатые пятна
<i>Cercospora violae</i> Sacc.	<i>Viola</i> (фиалка)	Бледно-желтые зональные крупные пятна на листьях
<i>Cercospora salviicola</i> Tharp.	<i>Salvia</i> (сальвия)	На листьях бурые пятна с бордовой каймой
Подкласс <i>Pleosporomycetidae</i>		
Порядок <i>Pleosporales</i> Сем. <i>Pleosporaceae</i>		
<i>Macrosporium</i> Fr.	<i>Calendula</i> (календула)	Мелкие пятна на листьях
Подкласс <i>Incertae sedis</i> Порядок <i>Botryosphaerales</i> Сем. <i>Botryosphaeriaceae</i>		
<i>Phyllosticta</i> Pers.	<i>Anthirrinum</i> (львиный зев)	Буроватые пятна на листьях
Класс <i>Sordariomycetes</i> Подкласс <i>Hypocreomycetidae</i>		
Порядок <i>Incertae sedis</i> Сем. <i>Plectosphaerellaceae</i>		
<i>Verticillium</i> Nees.	<i>Anthirrinum</i> (львиный зев)	Растения увядают и погибают
Порядок <i>Hypocreales</i> Сем. <i>Nectriaceae</i>		
<i>Fusarium</i> Link	<i>Callistephus chinensis</i> (астра однолетняя)	Пожелтение листьев
	<i>Ageratum</i> (агератум)	Побурение стеблей с листьями
	<i>Anthirrinum</i> (львиный зев)	Пожелтение листьев, загнивание корней
	<i>Petunia</i> (петунья)	Пожелтение листьев, увядание, загнивание корней
	<i>Lobelia</i> (лобелия)	Гниль корней
	<i>Salvia</i> (сальвия)	Побурение стеблей с листьями
<i>Tagetes</i> (тагетес)	То же	

Вид	Культура	Симптомы поражения
<i>Fusarium</i> Link	<i>Viola</i> (фиалка)	Побурение и загнивание корней, стеблей
	<i>Matthiola</i> (левкой)	Потемнение и загнивание стебля, увядание растения
Подкласс <i>Sordariomycetidae</i> Порядок <i>Incertae sedis</i> Сем. <i>Glomerellaceae</i>		
<i>Colletotrichum violae</i> Sävul. & Sandu	<i>Viola</i> (фиалка)	На листьях бледные пятна с темной каймой
Отдел <i>Basidiomycota</i> – Базидиальные грибы		
Класс <i>Pucciniomycetes</i> Подкласс <i>Incertae sedis</i> Порядок <i>Pucciniales</i> Сем. <i>Pucciniaceae</i>		
<i>Puccinia arenariae</i> (Schumach.) J. Schröt.	<i>Tagetes</i> (тагетес)	На листьях желтовато-коричневые пятна с плотными не порошачими пустулами
<i>Puccinia malvacearum</i> Mont.	<i>Malva</i> (мальва)	На верхней стороне листьев желтоватые вдавленные пятна, на нижней им соответствуют пустулы коричневатого цвета

Вредоносны возбудители серой гнили, для развития которых необходимо сочетание повышенной влажности воздуха и температуры воздуха 18–26 °С, что создается в условиях загущенных посадок, теплого и дождливого лета (рис. 9.6, см. цв. вклейку). В жаркий период при отсутствии осадков быстро распространяется мучнистая роса.

На растениях 35 видов многолетних цветочных культур выявлено и идентифицировано 45 возбудителей болезней (40 видов патогенных грибов, 5 вирусов) (табл. 9.2.). Царство *Chromista* представлено представителями отдела *Oomycota*, сем. *Peronosporaceae*: возбудителями ложной мучнистой росы (*Peronospora*) и фитофтороза (*Phytophthora* de Vary). Царство *Fungi* представлено патогенными грибами из отделов *Ascomycota* (Сумчатые грибы) и *Basidiomycota* (Базидиальные грибы). Отдел *Ascomycota* представлен 33 видами грибов, относящихся к 4 классам: *Leotiomycetes* (10 видов – возбудители настоящей мучнистой росы, серой гнили), *Dothideomycetes* (19 видов – возбудители пятнистостей), *Sordariomycetes* (2 вида – возбудители увяданий), *Eurotiomycetes* (2 вида – возбудители пенициллеза). Отдел *Basidiomycota* представлен 4 видами грибов (возбудители ржавчины), относящихся к одному классу – *Pucciniomycetes*. Систематику грибов уточняли по базе данных [24].

Таблица 9.2. Видовой состав возбудителей болезней многолетних цветочных культур

Возбудитель	Культура	Симптомы поражения
Царство <i>Fungi</i> (<i>Mycota</i> , <i>Mycetalia</i>) – Настоящие грибы Отдел <i>Ascomycota</i> – Аскомикота, сумчатые грибы Класс <i>Leotiomycetes</i> Подкласс <i>Leotiomycetidae</i> Порядок <i>Erysiphales</i> – Настоящие мучнисторосяные грибы Сем. <i>Erysiphaceae</i>		
<i>Erysiphe aquilegiae</i> DC	<i>Aquilegia</i> (аквилегия)	На листьях белый паутинистый налет
<i>Erysiphe</i> R. Hedw. ex DC	<i>Stachys</i> (чистец)	На листьях пятна сероватые, впоследствии сливающиеся
	<i>Coreopsis</i> (кореопсис)	На верхних листьях белый паутинистый налет
	<i>Monarda</i> (монарда)	Белый паутинистый налет на листьях
<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC	<i>Solidago</i> (золотарник)	Беловатый налет на листьях (особенно нижних), со временем темнеющий
	<i>Achillea</i> (тысячелистник)	На листьях и стеблях белый паутинистый налет
	<i>Rudbeckia</i> (рудбекия)	Белый мучнистый налет в виде пятен, позднее появляются черные плодовые тела
	<i>Aster</i> (астра многолетняя)	На верхней стороне листьев сероватый мучнистый налет
	<i>Papaver</i> (мак)	То же
<i>Erysiphe communis</i> (Wallr.) Schldl.	<i>Liatris</i> (лиатрис)	На листьях плотный беловатый мицелий
	<i>Doronicum</i> (дороникум)	На листьях белый паутинистый налет, постепенно темнеющий
	<i>Delphinium</i> (дельфиниум)	Мучнистый налет на листьях и стеблях
<i>Oidiopsis phlogis</i> Golovin	<i>Phlox</i> (флокс)	То же
Порядок <i>Helotiales</i> Сем. <i>Sclerotiniaceae</i>		
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	<i>Saxifraga</i> (камнеломка)	Гниль розеток и листьев
	<i>Primula</i> (примула)	Пораженные ткани покрываются желтовато-бурыми пятнами
	<i>Digitalis</i> (наперстянка)	Гниль листьев
	<i>Dahlia</i> (георгин)	Бурые расплывчатые пятна на листьях
	<i>Hyacinthus</i> (гиацинт)	Мелкие желтовато-бурые пятна на лепестках
	<i>Iris</i> (ирис)	Обесцвечивание и загнивание лепестков
	<i>Gladiolus</i> (гладиолус)	То же
	<i>Narcissus</i> (нарцисс)	То же
	<i>Tulipa</i> (тюльпан)	На гниющих тканях, спороношение
	<i>Paeonia</i> (пион)	То же
	<i>Lilium</i> (лилия)	То же
<i>Botrytis elliptica</i> (Berk.) Cooke	<i>Lilium</i> (лилия)	Овальные бурые пятна на листьях, побурение и гниль цветков

Возбудитель	Культура	Симптомы поражения
<i>Botrytis paeoniae</i> Oudem.	<i>Paeonia</i> (пион)	Побурение концов листьев, побурение и гниль бутонов, цветков, склероции у основания стебля
<i>Botrytis tulipae</i> (Lib.) Lind.	<i>Tulipa</i> (тюльпан)	Мелкие буро-желтые водянистые пятна на листьях, стеблях, похожие на ожог; мелкие пятна на лепестках
<i>Botrytis gladiolorum</i> Timmerm.	<i>Gladiolus</i> (гладиолус)	На листьях мелкие коричневые пятна с бурой каймой, гниль сердцевины клубнелуковицы
Класс <i>Dothideomycetes</i> Подкласс <i>Dothideomycetidae</i> Порядок <i>Capnodiales</i> Сем. <i>Mycosphaerellaceae</i>		
<i>Septoria saxifragae</i> Pass.	<i>Saxifraga</i> (камнеломка)	Желтоватые окаймленные пятна на листьях
<i>Septoria dianthi</i> Desm.	<i>Dianthus</i> (гвоздика)	На листьях мелкие пятна, со временем увеличивающиеся и темнеющие
<i>Septoria chrysanthemi</i> Allesch.	<i>Chrysanthemum</i> (хризантема)	На листьях желто-коричневые пятна с темной каймой
<i>Septoria hydrangeae</i> Bizz.	<i>Hydrangea</i> (гортензия)	Темные округлые пятна разбросы по листовой пластинке; выпадение некротической ткани
<i>Ramularia macrospora</i> Fresen.	<i>Campanula</i> (колокольчик)	На листьях крупные светло-бурые пятна с темной каймой
<i>Ramularia primulae</i> Thüm.	<i>Primula</i> (примула)	На листьях крупные светло-бурые пятна с темной каймой
<i>Ramularia variabilis</i> Fuckel	<i>Digitalis</i> (наперстянка)	Бурые пятна с темной каймой, неправильной формы
<i>Cercospora inconspicua</i> (G. Winter) Höhn.	<i>Lilium</i> (лилия)	Желтоватые продолговатые пятна, сливающиеся и охватывающие весь лист
Сем. <i>Davidiellaceae</i>		
<i>Heterosporium gracile</i> (Wallr.) Sacc.	<i>Hemerocallis</i> (лилейник)	Желтоватые, затем темнеющие пятна на листьях
	<i>Iris</i> (ирис)	Коричневые обоюдоострые с хлоротичным ореолом пятна на листьях
	<i>Narcissus</i> (нарцисс)	Светло-коричневые пятна с черным налетом
<i>Heterosporium echinulatum</i> (Berk.) Cooke	<i>Dianthus</i> (гвоздика)	На листьях маленькие округлые пятна с красным ободком
<i>Heterosporium</i> Klotzsch ex Cooke	<i>Hosta</i> (хоста)	На листьях большие желтоватые пятна, постепенно темнеющие
Подкласс <i>Pleosporomycetidae</i> Порядок <i>Pleosporales</i> Сем. <i>Pleosporaceae</i>		
<i>Macrosporium</i> Fr.	<i>Gaillardia</i> (гайлардия)	Крупные угловатые бурые пятна с концентрическими кругами
<i>Alternaria brassicae</i> (Berk.) Sacc.	<i>Papaver</i> (мак)	На листьях коричневые пятна с черным налетом

Возбудитель	Культура	Симптомы поражения
Сем <i>Incertae sedis</i>		
<i>Ascochyta aquilegiae</i> (Roum. & Pat.) Sacc.	<i>Aquilegia</i> (аквилегия)	На листьях и стеблях зональные пятна
<i>Ascochyta dianthi</i> (Alb. & Schwein.) Berk.	<i>Dianthus</i> (гвоздика)	На листьях маленькие округлые пятна сероватые с коричневой каймой
Сем. <i>Phaeosphaeriaceae</i>		
<i>Stagonospora curtisii</i> (Berk.) Sacc.	<i>Narcissus</i> (нарцисс)	Красновато-коричневые расплывчатые пятна, усыхание листьев
Подкласс <i>Incertae sedis</i> Порядок <i>Botryosphaeriales</i> Сем. <i>Botryosphaeriaceae</i>		
<i>Phyllosticta gaillardiae</i> Movss.	<i>Gaillardia</i> (гайлардия)	Буроватые пятна на листьях
<i>Phyllosticta saxifragarum</i> Allesch.	<i>Saxifraga</i> (камнеломка)	На листьях мелкие пятна, со временем увеличивающиеся и темнеющие
<i>Phyllosticta dahliecola</i> Brun.	<i>Dahlia</i> (Wild. Lesf) (георгин)	Пятнистость листьев
Класс <i>Sordariomycetes</i> Подкласс <i>Hypocreomycetidae</i> Порядок <i>Incertae sedis</i> Сем. <i>Plectosphaerellaceae</i>		
<i>Verticillium</i> Nees.	<i>Sedum</i> (очиток)	Растения увядают и погибают очагами
Порядок <i>Hypocreales</i> Сем. <i>Nectriaceae</i>		
<i>Fusarium</i> Link	<i>Delphinium</i> (дельфиниум)	Пожелтение листьев, увядание, загнивание корней
	<i>Lilium</i> (лилия)	Побурение и гниль стебля от корневой шейки
	<i>Tulipa</i> (тюльпан)	Загнивание луковиц, корневой шейки
	<i>Gladiolus</i> (гладиолус)	Засыхание листьев, отмирание корней
	<i>Dianthus</i> (гвоздика)	Увядание растений
Класс <i>Eurotiomycetes</i> Подкласс <i>Eurotiomycetidae</i> Порядок <i>Eurotiales</i> Сем. <i>Trichocomaceae</i>		
<i>Penicillium</i> Link	<i>Tulipa</i> (тюльпан)	Бурые засыхающие пятна на концах листьев, гниль цветоноса, желтые пятна на луковицах
<i>Penicillium gladioli</i> L. McCulloch & Thom	<i>Gladiolus</i> (гладиолус)	Морщинистые желтоватые пятна на клубнелуковицах с серовато-зеленым налетом
Отдел <i>Basidiomycota</i> – Базидиальные грибы Класс <i>Pucciniomycetes</i> Подкласс <i>Incertae sedis</i> Порядок <i>Pucciniales</i> Сем. <i>Pucciniaceae</i>		
<i>Puccinia pyrethri</i> Rabenh.	<i>Pyrethrum</i> (пиретрум)	На листьях желтовато-коричневые пятна с плотными непорошащими пустулами

Возбудитель	Культура	Симптомы поражения
<i>Puccinia iridis</i> Wallr.	<i>Iris</i> (ирис)	На листьях желтовато-коричневые пустулы
<i>Puccinia arenariae</i> (Schumach.) J. Schröt.	<i>Dianthus</i> (гвоздика)	На листьях желтовато-коричневые пятна с плотными непорошащими пустулами
<i>Puccinia cannae</i>	<i>Canna</i> (канна)	
Царство <i>Chromista</i> Отдел <i>Oomycota</i> Класс <i>Peronosporae</i> Подкласс <i>Peronosporidae</i> Порядок <i>Peronosporales</i> Сем. <i>Peronosporaceae</i>		
<i>Peronospora tanacetii</i> Gäum.	<i>Pyrethrum</i> (пиретрум)	На нижней стороне листьев рыхлый сероватый налет
<i>Peronospora perteliana</i> Kiihn.	<i>Primula</i> (примула)	На листьях желтеющие пятна, на нижней стороне серовато-фиолетовый рыхлый налет
<i>Phytophthora</i> de Bary	<i>Sempervivum</i> (молодило)	Гниль – загнивание корней
Вирусы		
<i>Tobacco mosaic virus</i>	<i>Delphinium</i> (дельфиниум)	Деформация листьев, отставание в росте, пожелтение, крапчатость
<i>Cucumber mosaic virus</i>	<i>Aquilegia</i> (аквилегия)	Отставание в росте, обесцвечивание жилок листьев, цветение отсутствует
<i>Peony ringspot virus</i>	<i>Paeonia</i> (пион)	Желтые кольца и полукольца на листьях
<i>Tomato spotted wilt virus</i>	<i>Chrysanthemum</i> (хризантема)	
<i>Tulipa virus 1</i>	<i>Tulipa</i> (тюльпан)	Пестролепестность цветков

Вирусные заболевания отмечены на дельфиниуме, аквилегии, пионе, хризантеме и тюльпане. Наиболее распространены кольцевая пятнистость пиона и пестролепестность тюльпана.

Отмечена высокая вредность серой гнили тюльпана, лилии, пиона, гладиолуса; фузариоза гвоздики, лилии; гетероспороза ириса; мучнистой росы флокса, дельфиниума. Особенно опасно одновременное развитие разных патогенов на одном растении. Так, для лилии характерно раннее поражение серой гнилью с присоединением во второй половине лета фузариоза, что обычно приводит к гибели растения (рис. 9.7, см. цв. вклейку).

Для тюльпанов характерно развитие пенициллеза в стадии отрастания, с последующим присоединением серой гнили (рис. 9.8, см. цв. вклейку). Луковичные цветочные растения поражаются специализированными патогенами (*Botrytis tulipa*, *B.paeoniae* и др.), а также полифагом *B. cinerea*.

9.3. Видовой состав вредителей древесно-кустарниковых растений

В результате обследования установлено, что наибольший ущерб древесно-кустарниковым растениям в городских посадках причиняют листогрызущие, сосущие и минирующие насекомые. Среди листогрызущих наиболее вредоносны различные виды листоверток, пядениц и пилильщиков; сосущие представлены цикадками, рядом галлообразующих тлей и клещей. Среди клещей преобладают липовый войлочный и липовый галловый. В отдельную группу следует вынести минирующих насекомых – различных бабочек, пилильщиков (табл. 9.3).

Таблица 9.3. Видовой состав вредителей древесно-кустарниковых растений

Порода	Вредитель	Тип повреждения
<i>Деревья</i>		
Липа	<i>Arachnidae</i> <i>Acariformes</i> <i>Eriophidae</i> Липовый войлочный клещ <i>Eriophyes leiosoma</i>	Войлочные галлы
	<i>Arachnidae</i> <i>Acariformes</i> <i>Eriophidae</i> Липовый галловый клещ <i>Eriophyes tiliae</i>	Рожковидные галлы
	<i>Arachnidae</i> <i>Acariformes</i> <i>Eriophidae</i> Липовый угловой клещ <i>Aceria exilis</i>	Галлы в уголках между главной и боковыми жилками
	<i>Arachnidae</i> <i>Acariformes</i> <i>Tetranychidae</i> Обыкновенный паутинный клещ <i>Tetranychus urticae</i>	Белесость листовой пластинки в результате высасывание соков листа, паутина
	<i>Insecta</i> <i>Hymenoptera</i> <i>Tentridinidae</i> Липовый слизистый пилильщик <i>Caliroa cinixa</i>	Скелетирование листьев
	<i>Insecta</i> <i>Lepidoptera</i> <i>Tortricidae</i> Листовертка-толстушка пестро-золотистая <i>Archips xylosteana</i>	Листья скручены поперек главной жилки
	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Липовая тля <i>Eucallipterus tiliae</i>	Белесость листовой пластинки в результате высасывание соков листа

Порода	Вредитель	Тип повреждения
Липа	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Coccinella</i> Акациевая ложнощитовка <i>Parthenolecanium corni</i>	Высасывание соков побегов
	<i>Arachnidae</i> <i>Acariformes</i> <i>Eriophidae</i> Липовый краевой клещ	Край листа скручен
Клен остролистный	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Auchenorrhyncha</i> Цикадка <i>Typhlocyba sp.</i>	Белесость листовой пластинки в результате высасывание соков листа
	<i>Arachnidae</i> <i>Acariformes</i> <i>Eriophidae</i> Кленовый войлочный клещ <i>Aceria erobia</i>	Войлочные галлы
	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Кленовая жилковая тля <i>Periphyllus testudinaceus</i>	Белесость листовой пластинки в результате высасывание соков листа
	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Желтый перифилл <i>Periphyllus aceris</i>	Белесость листовой пластинки в результате высасывание соков листа
Осина	<i>Insecta</i> <i>Coleoptera</i> <i>Chrysomelidae</i> Тополевый листоед <i>Melasma populi</i>	Грубое объедание листьев (жуки) Скелетирование листьев (личинки)
	<i>Insecta</i> <i>Lepidoptera</i> Осиновый минер <i>Phytagromyza tridentata</i>	Лентовидные мины
Тополь пирамидальный	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Ранний спиралегалловый пемфиг <i>Pemphigus protospirae</i>	Спиралевидные толстые галлы на черешках
Каштан конский обыкновенный	<i>Insecta</i> <i>Lepidoptera</i> <i>Gracillariidae</i> Каштановая минирующая моль <i>Cameraria ohridella</i>	Многочисленные мины различных форм и размеров

Порода	Вредитель	Тип повреждения
Каштан конский обыкновенный	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Auchenorrhyncha</i> Цикадка <i>Typhlocyba sp.</i>	Белесость листовой пластинки в результате высасывание соков листа
Дуб	<i>Insecta</i> <i>Hymenoptera</i> <i>Cynipidae</i> Виноградообразная орехотворка <i>Neuroterus quercus-baccarum</i>	Шаровидные, сочные, полупрозрач- ные галлы
Ель коническая	<i>Arachnidae</i> <i>Acariformes</i> <i>Tetranychidae</i> Еловый паутинный клещ <i>Oligonychus ununguis</i>	Белесость хвои в результате выса- сывание соков, паутина
Ель обыкновенная (голубая)	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Coccinella</i> Еловая ложнощитовка <i>Physokermes picea</i>	Высасывание соков побегов
Сосна горная	<i>Insecta</i> <i>Lepidoptera</i> <i>Tortricidae</i> Побеговьюн смолевщик <i>Petrova resinella</i>	Выедание сердцевины побегов
Яблоня	<i>Insecta</i> <i>Lepidoptera</i> <i>Geometridae</i> Зимняя пяденица <i>Operopthera brumata</i>	Грубое объедание листьев
Креб	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Полосатая яблонная тля <i>Dysaphis affinis</i>	Края листьев закручены вниз, листья вишнево-красные
	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Coccinella</i> Акациевая ложнощитовка <i>Parthenolecanium corni</i>	Высасывание соков побегов
<i>Кустарники</i>		
Боярышник перисто- рассеченный	<i>Insecta</i> <i>Lepidoptera</i> <i>Tortricidae</i> Листовертка разноцветная плодовая <i>Acleris vareigana</i>	Выедание распускающихся почек

Порода	Вредитель	Тип повреждения
Боярышник перисто-рассеченный	<i>Insecta</i> <i>Lepidoptera</i> <i>Geometridae</i> Зимняя пяденица <i>Operopthera brumata</i>	Грубое объедание листьев
	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Зеленая яблонная тля <i>Aphis pomi</i>	Высасывание соков молодых побегов и листьев
Ива козья	<i>Insecta</i> <i>Coleoptera</i> <i>Chrysomelidae</i> Ивовый листоед <i>Phyllodecta vulgatissima</i>	Грубое объедание листьев (жуки) Скелетирование листьев (личинки)
Ива ломкая	<i>Insecta</i> <i>Hymenoptera</i> <i>Tentridinidae</i> Ивовый толстостенный пилильщик <i>Pontatia capre</i>	Красновато-коричневые галлы
	<i>Insecta</i> <i>Hymenoptera</i> <i>Tentridinidae</i> Ивовый пилильщик <i>Nematus salicis</i>	Грубое объедание листьев
Барбарис обыкновенный	<i>Insecta</i> <i>Hymenoptera</i> <i>Tentridinidae</i> Барбарисовый пилильщик <i>Arge berberidis</i>	Грубое объедание листьев
Смордина золотистая	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Красногалловая красносмородина- ная тля <i>Cryptomyzus ribis</i>	Пузырчатые малиново-красные выпуклости на листьях
Кизильник блестящий	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Зеленая яблонная тля <i>Aphis pomi</i>	Высасывание соков молодых побегов и листьев
Роза собачья	<i>Insecta</i> <i>Homoptera</i> <i>Apidinea</i> Зеленая розанная тля <i>Macrosiphum rosae</i>	Высасывание соков молодых побегов и листьев

В 2009–2011 гг. отмечено сильное повреждение липы слизистым пилильщиком (рис. 9.9, а, см. цв. вклейку), липовым галловым клещом (рис. 9.9, б).

Выявлен новый для республики вид вредителя каштана конского обыкновенного – каштановая минирующая моль (*Cameraria ohridella*), отличающийся высокой вредоносностью (рис. 9.10, см. цв. вклейку). Проведен мониторинг его распространения на территории Республики Беларусь.

9.4. Видовой состав вредителей цветочных культур

Из 26 видов обследованных *однолетних* цветочных культур на 6 видах растений отмечено повреждение 5 видами вредителей. Настурция, петуния и календула повреждаются тлей, алиссум – крестоцветной блошкой, агератум – паутиным клещем, календула – слизнями, мальва – озимой совкой (табл. 9.4).

Таблица 9.4. Видовой состав вредителей однолетних цветочных культур

Культура	Вредитель	Повреждение
Алиссум	<i>Phyllotreta atra</i> (блошка крестоцветная)	Повреждения в виде мелких круглых отверстий в листьях
Агератум	<i>Tetranychus urticae</i> (паутиный клещ)	Повреждает листья с нижней стороны, оплетая их паутиной, вызывая их обесцвечивание и хлороз
Настурция	<i>Aphis fabae</i> (тля бобовая)	Взрослые особи и личинки повреждают листья, цветки, высасывая из них сок. Листья желтеют, цветки опадают, бутоны не распускаются
Календула	<i>Agriolima agrestis</i> (слизнь)	Объедают листья и цветки, оставляя в листьях крупные отверстия
	<i>Aphis fabae</i> (тля бобовая)	Повреждение стеблей, листьев
Мальва	<i>Agrotis segetum</i> (озимая совка)	Вредят гусеницы, подгрызая корневую шейку, корни, объедая листья у поверхности почвы
Петуния	<i>Aphis fabae</i> (тля бобовая)	Взрослые особи и личинки повреждают молодые побеги, листья, цветки, высасывая из них сок. Листья желтеют, цветки опадают, бутоны не распускаются

Видовой состав вредителей растений *многолетних* цветочных культур представлен в основном представителями семейства *Apidinea*: вид *Aphis fabae* (тля бобовая) – на дельфиниуме, георгине, тысячелистнике и *Myzodes persicae* Sulz. (тля оранжерейная) – на наперстянке (табл. 9.5). На астильбе обнаружена пенница слюнявая, на гладиолусе – трипс гладиолусовый, на лилии – муха лилейная.

Таблица 9.5. Видовой состав вредителей многолетних цветочных культур

Культура	Возбудитель	Повреждение
Астильба	<i>Philaenus spumarios</i> (пенница слюнявая)	Вредят личинки желтоватого цвета, листья сморщиваются, покрываются желтыми пятнами, цветки укорачиваются, недоразвиваются
Дельфиниум	<i>Aphis fabae</i> (тля бобовая)	Повреждают (взрослые и личинки) молодые побеги, листья, цветки, высасывая из них сок. Листья желтеют, цветки опадают, бутоны не распускаются
Гладиолус	<i>Taeniothrips simplex</i> (трипс гладиолусовый)	Поврежденные цветки и листья обесцвечиваются
Георгин	<i>Aphis fabae</i> (тля бобовая)	Повреждают (взрослые и личинки) молодые побеги, листья, цветки, высасывая из них сок. Листья желтеют, цветки опадают, бутоны не распускаются

Культура	Возбудитель	Повреждение
Лилия	<i>Liriomyza urophina</i> (муха лилейная)	Личинки мухи повреждают цветочные почки, вызывая уродливость цветков
Лук	<i>Hylemyia antigna</i> (муха луковая)	Безногие беловатые личинки длиной до 10 мм повреждают корни
Наперстянка	<i>Muzodes persicae</i> (тля оранжевой)	Листья желтеют, цветки опадают
Тысячелистник	<i>Aphis fabae</i> (тля бобовая)	Взрослые особи и личинки повреждают стебли, цветоножки, листья, высасывая из них сок

9.5. Фитосанитарное состояние кустарниковых растений

Фитопатологическое обследование растений декоративных кустарников показало, что большинство представителей патогенной микрофлоры являются возбудителями широко распространенных болезней. Данные по видовому составу возбудителей болезней и распространенности заболеваний представлены в табл. 9.6. Ржавчина отмечена на растениях шиповника и барбариса. Серая гниль отмечена на жимолости, чубушнике, спирее, розе, рододендроне. Мучнистая роса отмечена на растениях барбариса, боярышника, дёрена, розы, жимолости. На розе садовой выявлена черная пятнистость и обыкновенный рак. Отмечены единичные случаи фузариозного увядания рододендрона, филлостиктоза барбариса, септориоза самшита, ступенчатого рака дёрена.

Таблица 9.6. Болезни и вредители декоративных кустарников (г. Минск)

Культура	Поражение болезнями	Повреждения вредителями
	возбудитель	вредитель
<i>Berberis</i> L. (барбарис)	<i>Phyllosticta berberidicola</i> Lobik (филлостиктоз)	Барбарисовая галлица (<i>Lasioptera berberina</i> , <i>Perrisia berberidis</i>)
	<i>Phyllactinia berberidis</i> Palla <i>Microsphaera berberidis</i> (DC.) Lév. (мучнистая роса)	Тля (<i>Liosomaphis berberidis</i> Kalt.)
	<i>Puccinia graminis</i> Pers., <i>Phragmidium tuberculatum</i> J. B. Müll. (ржавчина)	
<i>Viburnum</i> L. (самшит)	<i>Septoria phacidioides</i> Desm. – септориоз	–
<i>Cornus</i> L. (дерен)	<i>Nectria galligena</i> Bres. (ступенчатый рак)	–
	<i>Phyllactinia suffulta</i> (Rebent.) Sacc. (мучнистая роса)	
<i>Cotoneaster</i> Medik. (кизильник)	–	Зеленая розанная тля (<i>Macrosiphum rosae</i> L.).
		Зеленая яблонная тля (<i>Aphis pomi</i>)
		Яблоневая запятовидная щитовка (<i>Lepidosaphes ulmi</i> L.)

Культура	Поражение болезнями	Повреждения вредителями
	возбудитель	вредитель
<i>Crataegus</i> L. (боярышник)	<i>Phyllactinia suffulta</i> (Rebent.) Sacc., <i>Podosphaera oxycanthae</i> (DC.) de Bary (мучнистая роса)	Зеленая яблонная тля (<i>Aphis pomi</i>)
		Зимняя пяденица (<i>Operopthera brumata</i>)
		Пилильщики (<i>Trichiosoma tibialis</i> Steph., <i>Dineura stilata</i> KL.)
		Листовертка разноцветная плодовая (<i>Acleris vareigana</i>)
		Стрельчатка (<i>Acronicta tridens</i> Schiff.)
<i>Lonicera</i> L. (жимолость)	<i>Microsphaera loniceriae</i> (DC.) G. Winter (мучнистая роса) <i>Botrytis cinerea</i> Pers. (серая гниль)	Злаково-жимолостная тля (<i>Rhopalosiphoninus loniceriae</i> Sieb.)
		Паутиновый клещ (<i>Tetranychus urticae</i> Koch.)
		Пилильщик (<i>Zaraea fasciata</i> L.)
<i>Philadelphus</i> L. (чубушник)	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. (серая гниль)	Бобовая тля (<i>Aphis fabae</i> Scop.)
<i>Rhododendron</i> L. (рододендрон)	<i>Fusarium oxysporum</i> Schldtl. (увядание)	Паутиновый клещ (<i>Tetranychus urticae</i> Koch.)
	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. (серая гниль)	
<i>Rosa</i> L. (роза, шиповник)	<i>Marssonina rosae</i> (Lib.) Died. (черная пятнистость)	Зеленая розанная тля (<i>Macrosiphum rosae</i>)
	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. (серая гниль)	Розанная цикадка (<i>Edwardsiana rosae</i>)
	<i>Nectria galligena</i> Bres. (обыкновенный рак)	Розанный пилильщик (<i>Arge rosae</i>)
	<i>Phragmidium disciflorum</i> (Tode) J. James (ржавчина)	Капустная совка (<i>Mamestra brassicae</i>)
	<i>Sphaerotheca pannosa</i> (Wallr.) Lév. (мучнистая роса)	
<i>Spiraea</i> L. (спирея)	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. – серая гниль	–

Наиболее вредоносны серая гниль розы (рис. 9.11, см. цв. вклейку), мучнистая роса барбариса и жимолости, черная пятнистость розы. Серая гниль вредит в условиях повышенной влажности воздуха, обильных осадков: пораженность цветков достигает 100%, что значительно снижает декоративность кустарников. В условиях сухой жаркой погоды вредоносна мучнистая роса барбариса и жимолости – листья и ветви полностью покрываются белым налетом, что приводит в дальнейшем к их усыханию.

Обследование посадок кустарниковых растений показало незначительное повреждение растений вредителями. Наиболее распространены вредители подотряда Тли (*Aphidinea*): зеленая розанная, зеленая яблонная, бобовая и др. Повреждаются молодые листья, цветки, вредители (взрослые и личинки) высасывают из них сок. Листья желтеют, цветки опадают, бутоны не распускаются.

На растениях самшита, дёрена, спиреи признаков повреждения вредителями не обнаружено.

Таким образом, необходимо отметить, что массовая интродукция декоративных растений в городские насаждения способствует формированию новых популяций патогенов и фитофагов, расширению круга питающих культур как для аборигенных, так и для завезенных вредных видов. Перенос растений в новые ареалы сопровождается видообразованием сопряженно-эволюционирующих популяций высокоспециализированных патогенов и вредителей.

Проведенный мониторинг состояния популяций показал, что состав патогенов растений в городских насаждениях весьма разнообразен. Распространенность и вредоносность болезней в городских фитоценозах неодинакова. Не все выявленные болезни причиняют существенный вред растениям. Степень наносимого ими вреда зависит от времени появления болезни, агрессивности ее возбудителя и устойчивости самого растения в данных экологических условиях.

Защита зеленых насаждений должна базироваться на знании видового состава патогенов и фитофагов, их биологических особенностей и вредоносности. Основа выбора и проведения соответствующих мероприятий – мониторинг вредных организмов в фитоценозе культур, а также надежный прогноз развития популяций. Эффективная борьба с болезнями и вредителями возможна только при наличии достоверной информации о видовом составе патогенов и фитофагов, знании их биоценотических связей. Результаты проведенного мониторинга фитосанитарного состояния декоративных растений в городских насаждениях Республики Беларусь послужат основой для научно обоснованного подбора средств защиты растений и разработки экологически безопасных технологий защиты декоративных культур в городских фитоценозах.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Широкомасштабное антропогенное воздействие на природные экосистемы и биологические объекты особенно ощутимо в высокоурбанизированных промышленно развитых регионах. Техногенное загрязнение окружающей среды, сокращение естественных ресурсов биосферы, деградация лесов и зеленых насаждений, снижение генетического потенциала чувствительных видов или полное их исчезновение – далеко не полный перечень проблем, порождаемых неразумным природопользованием и внедрением в экономику недостаточно эффективных технологий. Экономические и технологические трудности на пути решения этих проблем в областях производства и потребления привели к необходимости эколого-гигиенической оценки существующего и прогнозируемого загрязнения среды и разработки комплексных методов улучшения ее качества. При этом оптимизация окружающей среды возможна только с учетом взаимовлияния всех составляющих ее элементов. Особое внимание уделяется биологическим способам охраны окружающей среды, которые включают эффективную очистку атмосферного воздуха и вод от вредных газов и пыли, поддержание их в естественном состоянии; формирование в условиях интенсивного задымления атмосферы и загрязнения вод растительных сообществ из газоустойчивых видов, создание шумового экрана, защищающего людей в местах работы, проживания и отдыха; интегральную индикацию качества атмосферного воздуха, воды и почвы.

Одна из актуальных проблем экологии, назревших в современный период в связи с ростом городов и образованием их крупных агломераций, – оптимизация внутригородской среды с целью улучшения условий жизни и отдыха населения. Промышленное и транспортное загрязнение воздушной среды и почв городов, усиление разнообразных антропогенных нагрузок на городские и пригородные лесопарки и парковые насаждения обусловили жесткий экологический режим в крупных промышленных центрах, с одной стороны, вредно влияющий на зеленые насаждения, а с другой – ухудшающий здоровье граждан и увеличивающий дискомфорт в городской среде обитания.

Загрязнение атмосферы токсическими газами делает все более актуальным поиск путей нейтрализации их пагубного действия, и в этом процессе важнейшая роль принадлежит городским зеленым насаждениям и естественным лесным массивам. Именно они, синтезируя органическое вещество, вовлекают

в метаболизм ингредиенты промышленных и автотранспортных отходов, в том числе ядовитые газы, и тем самым понижают их концентрацию в воздушной среде, улучшают микроклимат и санитарно-гигиенические характеристики воздуха.

Изучение механизмов нарушения метаболизма промышленными газами имеет важное значение для научного обоснования критериев качества воздуха и разработки ПДК газов для растений и биосферы, экологического нормирования, прогнозирования и оптимизации окружающей среды средствами озеленения.

Исследования, выполненные сотрудниками лаборатории в 2001–2005 гг. по заданию ГПОФИ «Природные комплексы-19», позволили раскрыть физиолого-биохимические механизмы комплексного и дифференцированного действия органических и неорганических поллютантов на устойчивость аборигенных и интродуцированных видов древесных растений, что является вкладом в развитие теоретических аспектов устойчивости растений к экстремальным абиотическим и техногенным экологическим факторам окружающей среды [6].

Впервые на основании эколого-физиологических исследований выделены группы устойчивых, среднеустойчивых и неустойчивых к формальдегиду и бенз(а)пирену аборигенных и интродуцированных древесных растений и установлена видовая специфичность ответных реакций растений на действие данных аэротехногенных поллютантов [2]. На основании проведенных исследований установлено, что бенз(а)пирен существенно влияет на метаболизм высших растений. Физиологический эффект бенз(а)пирена во многом определяется его концентрацией и временем воздействия [8]. По характеру ответной реакции высших растений можно судить об их газоустойчивости к бенз(а)пирену. Эти различия выявлены на видовом, анатомо-морфологическом и физиолого-биохимическом уровнях.

Влияние слабых концентраций бенз(а)пирена на уровне растения в условиях *in vitro* достоверно стимулирует удлинение междоузлий побегов; дальнейшее повышение его концентрации приводит к резкому торможению ростовых процессов, при этом общая тенденция снижения роста компенсируется увеличением числа активировавшихся пазушных почек [14].

Морфометрические исследования отдельных органов показали статистически достоверную корреляционную связь между толщиной листовой пластинки и концентрацией бенз(а)пирена. В условиях *in vitro* уменьшение толщины листовой пластинки происходит в основном за счет сокращения высоты губчатой паренхимы и уменьшения растяжения клеток как в длину, так и в высоту, в результате чего объем и поверхность клеток также снижаются [14].

На анатомическом уровне адаптивная реакция растений в техногенной среде с присутствием бенз(а)пирена у устойчивых видов выражается в изменении мезоструктуры листа, направленном на снижение проникновения токсиканта в мезофилл, что проявляется в уменьшении доли губчатой паренхимы в общем объеме мезофилла листа и увеличении коэффициента паренхимности [13].

У устойчивых видов под влиянием метаболических концентраций бенз(а)-пирена отмечаются более высокие значения активности пероксидазы и накопление фонда зеленых и желтых пигментов. Возрастание активности пероксидазы в клетках и тканях растений под воздействием экстремальных факторов может свидетельствовать как об активации свободных радикалов кислорода, негативно влияющих на клеточные мембраны и вызывающих их перекисление, так и о включении защитных механизмов, направленных на уменьшение концентрации вредных свободных радикалов в клетке и разрушение органических перекисей [15].

На основании полученных результатов дана характеристика 59 видам лиственных и 15 видам хвойных растений с точки зрения их устойчивости к классу полициклических ароматических углеводородов, представителем которых является бенз(а)пирен, что легло в основу разработки ассортимента аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников, рекомендуемых для озеленения промышленно-городских территорий и автомагистралей [2].

В спектре выбросов загрязняющих веществ воздушного бассейна Беларуси одним из приоритетных является хлористый водород, основным поставщиком которого служат Бобруйский завод шин и Солигорское ПО «Беларуськалий». До настоящего времени в Республике Беларусь и сопредельных государствах комплексных исследований по анализу фитотоксичности данного поллютанта на состояние древесно-кустарниковой растительности местной и мировой флоры не проводилось. В связи с этим решение научных задач, посвященных изучению влияния хлористого водорода на анатомо-морфологические и физиолого-биохимические характеристики ассимиляционного аппарата исследуемых растений, актуально и имеет высокую практическую значимость.

На основании эколого-физиологических исследований 119 видов листопадных и вечнозеленых древесных растений местной и мировой флоры установлена видоспецифичность ответных реакций растительных организмов на действие хлористого водорода. Выделены четыре группы растений, различающихся по чувствительности к действию хлористого водорода: 1 – высокоустойчивые, 2 – устойчивые, 3 – среднеустойчивые, 4 – чувствительные [2, 7, 10].

Один из эффективных механизмов адаптации растений к действию хлористого водорода – гибкая лабильная пигментная система. Устойчивые к HCl виды растений отличаются резистентностью фотосинтетических пигментов. Количественное содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов, а также соотношение пулов зеленых и желтых пигментов у чувствительных видов после фумигации хлористым водородом существенно уменьшается по сравнению с контролем [7].

Воздействие хлористого водорода приводит к уменьшению содержания водорастворимых белков исследуемых растений. Содержание белков находится в прямой корреляционной связи с устойчивостью видов к HCl [3, 4].

Хлористый водород оказывает влияние на активность фермента пероксидазы аборигенных и интродуцированных древесных растений. Выявлено, что

наибольшее увеличение активности фермента характерно для среднеустойчивых видов. В листьях устойчивых растений активность данного энзима возрастает незначительно, а у неустойчивых видов снижается [1].

Выявлен ряд видов древесных растений, обладающих устойчивостью и ярко выраженной способностью к поглощению и нейтрализации хлористого водорода: боярышник черный, боярышник Эльвангера, ива белая шелковистая, девичий виноград пятилисточковый, липа маньчжурская, липа европейская разрезнолистная, клен ложноплатановый. Эти виды можно использовать в качестве фильтров в системе озеленения предприятий с преимущественными выбросами хлористого водорода. Установлено, что растения могут поглощать из воздуха хлористый водород и накапливать его в листьях, способствуя очистке приземного слоя воздуха от загрязнителей. Выделены три группы видов: с низким, средним и высоким уровнем поглощения хлористого водорода [2].

Устойчивость растений к хлористому водороду зависит от биологических особенностей анатомического строения листа. Установлено, что виды, обладающие большей толщиной листовой пластинки, эпидермиса и паренхимы, более толерантны по отношению к хлористому водороду [5].

Проведенные исследования дополняют систему знаний о газоустойчивости древесных растений к газообразным токсикантам. Полученные данные использованы в зеленом строительстве республики, при составлении ассортиментов аборигенных и интродуцированных древесных растений, перспективных для оптимизации окружающей среды средствами озеленения в зонах преимущественного загрязнения атмосферного воздуха хлористым водородом.

Многолетние исследования, проведенные по заданию ГПОФИ «Биологические ресурсы-53» «Эколого-физиологические исследования интродуцированных древесных растений при разработке и совершенствовании их ассортимента для зеленого строительства» в 2001–2005 гг., показали, что наряду с выявлением различных уровней загрязнения воздушной среды промышленными предприятиями и транспортом на основе фитоиндикации с лесопатологической точки зрения, основываясь на расчетах специальных индексов, современное санитарное состояние изученных древостоев на всех обследованных лесных насаждениях лесопарковой зоны г. Минска в целом удовлетворительное. Существует общая для всех объектов наблюдения тенденция к преимущественному появлению ослабленных деревьев в средних и подчиненных (III–IV) классах Крафта, сильноослабленных – в III–IV классах, отмирающих и сухостоя – в IV–V классах. В последнем случае это в основном тонкомер с диаметром меньше среднего для данного древостоя. Тем самым проявляется тесная связь процесса отпада с естественным самоизреживанием древостоя по причине промышленного и транспортного загрязнения окружающей среды. Полученные данные в отношении состояния данных лесов свидетельствуют о значительной интенсивности отпада как в хвойных, так и в лиственных древесных насаждениях в наиболее загрязненных зонах Минска (ур. «Степанка» и «Уручье») [6].

Результаты исследований показали, что средневозрастные насаждения характеризуются более высокой степенью устойчивости к абиотическим и биотическим факторам внешней среды, чем спелые. В последних отмечается более высокая степень болезней и повреждения вредителями.

В зоне рассеивания техногенных выбросов г. Минска имеет место незначительная дигрессия текущего прироста сосновых древостоев. Для переходных к средневозрастным и средневозрастных насаждений за последние 5 лет потери текущего прироста не превышают 11,0% общего объемного текущего прироста. В приспевающих сосновых насаждениях соответствующие потери достигли 18,5%. Временное снижение текущего прироста относительно контроля обусловлено усиленными выбросами SO_2 и NO_2 , бенз(а)пиреном, предприятиями города и транспорта и не связано с метеорологическими условиями. Изучение состояния естественного возобновления, подлеска и живого напочвенного покрова в условиях влияния промышленного загрязнения показало, что исследованные насаждения переживают различные дигрессивно-демутационные стадии, трансформируясь в злаковые и разнотравно-злаковые ассоциации.

Установлено, что участие отдельных видовых популяций в сложении ценоза зависит не только от неоднородности условий среды, видовой структуры ценоза, но в значительной мере и от роли случайных (мелкозначущих и трудноопределяемых) факторов, причем их доля значительно увеличивается в условиях урбанизированной среды, сильно ограничивая применимость статистических методов анализа растительного покрова.

Характерная особенность изученных нами лесопарковых насаждений – широкое развитие в напочвенном покрове злаков и разнотравья. Установленная корреляционная структура напочвенного покрова – наглядный тому пример (центральные места занимают именно злаки, а разнотравье – дополняющий материал). Моховидные и кустарнички выпадают из состава фитоценозов. Такой «остепненный» характер не только видового состава, но и отношений между видами свидетельствует о наличии дигрессивно-демутационного направления сукцессионных процессов, обусловленного рекреационными и техногенными факторами.

Таким образом, получены новые данные об уровнях аккумуляции техногенных загрязнителей в городских зеленых насаждениях, тенденциях изменения продуцирования стволовой древесной массы в зависимости от величины техногенных нагрузок в связи с оценкой степени устойчивости древесных и кустарниковых пород в условиях урбанизированной среды Минска и определением путей ее улучшения посредством введения в практику зеленого строительства Беларуси наиболее устойчивых видов растений местной и мировой флоры.

В соответствии с Перечнем приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006–2010 гг., утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 512 от 17.05.2005 г., сотрудники лаборатории с января 2006 г. приступили

к реализации двух заданий: в рамках ГПОФИ «Природопользование-21» – «Биологический круговорот тяжелых металлов еловых экосистем, примыкающих к крупным промышленным центрам Беларуси и разработка прогнозных показателей уровня их накопления», ГПОФИ «Ресурсы растительного и животного мира-35» – «Устойчивость интродуцированных и аборигенных древесных растений городских зеленых насаждений и лесных фитоценозов к техногенным факторам среды».

Исследование влияния тяжелых металлов на хвойные растения позволяет выявить количество элементов, депонированное в древесине и надолго изъятые из биологического круговорота, степень накопления токсикантов в отдельных фракциях древостоя и, таким образом, определить пригодность вида для целей фиторемедиации.

В связи с этим на территории Минского леспаркхоза, Воложинского, Логойского, Минского, Молодечненского лесхозов и ГЛХУ «Красносельское» было заложено 26 пробных площадей (ПП).

Известно, что любые растительные комплексы, в том числе еловые, формирующиеся вблизи крупных городов и промышленных центров, испытывают определенное антропогенное воздействие, влияющее на их рост и развитие. Принято считать, что это влияние по мере удаления от границ источников загрязнения уменьшается, и состояние растительных объектов не претерпевает существенных изменений в ходе биопродукционного процесса.

Влияние такого крупного промышленного центра, как Минск, на еловые леса проявляется на разном уровне организации экосистемы. В структуре древостоя по мере удаления от источника загрязнения возрастает доля ели. Например, в восточном направлении это выглядит так: Уручье (8Е2С), Колодищи (9Е1С) и Городище (10Е). По мере удаления от Минска возрастает и полнота древостоя. Для использованного в качестве примера восточного направления величина показателя располагается следующим образом: 1,09 – Уручье; 1,18 – Колодищи; 1,13 – Городище. Возобновление древостоя под действием загрязнения прекращается, в составе подроста ель вытесняется мелколиственными породами. Запас стволовой древесины и фракционный состав надземной фитомассы имеют более высокие значения на значительном удалении от промышленного центра относительно ближнего пригорода. В составе фитомассы ельников сокращается доля многолетней хвои, так как загрязнение сокращает продолжительность ее жизни [12].

Распределение фитомассы по фракционному составу показало, что основная ее часть (71,8%) приходится на стволовую древесину, а доля коры, ветвей крупных и мелких, хвои многолетней и однолетней, побегов однолетних составляет в среднем 7,5; 7,1; 3,6; 8,2; 1,5 и 0,3% соответственно. Исключение – модельные деревья на ПП 7 и 9, где фитомасса некоторых фракций (ветви крупные и мелкие, хвоя многолетняя) превышала указанные средние процентные величины.

Полученные весовые показатели отдельных компонентов модельных деревьев послужили основой для перерасчета их сырораствующей фитомассы на

стандартную единицу площади (1 га) путем умножения на количество произрастающих здесь елей (без учета сухостойных деревьев). Накопление биомассы определенными структурными частями еловых древостоев на эту единицу площади вполне коррелирует с данными модельных деревьев, увеличивая их биомассу в абсолютных показателях в зависимости от количества деревьев на 1 га.

Помимо стволовой древесины на деревьях выделяют отдельные фракции, включающие ветви, молодые побеги и хвою разных лет. Сравнив массу однолетней и многолетней хвои, крупных и мелких ветвей на пробных площадях, расположенных на разном удалении от черты города, выявлена тенденция к повышению каждого компонента по мере удаления от Минска. Выразив долю каждой фракции в процентах, можно проследить характер изменения не только отдельных составляющих наземной фитомассы, но и их соотношения на разном удалении от промышленного центра. В структуре наземной фитомассы ельников по мере удаления от города снижалась доля крупных ветвей и повышался вклад в суммарную массу многолетней хвои.

Снижение запасов первичной продукции может быть следствием скрытых и видимых нарушений фотоассимиляционного аппарата, отражающихся в снижении размеров, площади фотосинтезирующей поверхности и содержании пигментов. По мере удаления пробных площадей от центра Минска наблюдалось увеличение площади хвои. Так, в восточном направлении величина фотосинтезирующей поверхности повышалась от 24–43 мм² (диапазон размеров разного возраста) на ПП 4 до 47–67 мм² на ПП 6. Наиболее мелкая хвоя выявлена на елях южного пригорода, по мере удаления от центра города площадь поверхности хвои составляла 18–35 мм² на ПП 22, 28–45 мм² на ПП 10, 35–59 мм² на ПП 2. Такая же закономерность прослеживалась и на елях, растущих в юго-западном пригороде Минска (ПП 19 – ПП18 – ПП20).

Концентрация хлорофилла в хвое в ответ на воздействие аэротехногенных поллютантов может повышаться или понижаться в зависимости от интенсивности действия фактора [9], поэтому только по концентрации пигмента сложно оценить степень негативного действия. Более надежный показатель степени загрязнения – структура пигментов (соотношение хлорофиллов *a* и *b*). В условиях техногенного влияния соотношение форм хлорофилла *a/b* менялось в зависимости от интенсивности воздействия. В общем количестве пигментов возросла доля хлорофилла *a*, соотношение хлорофилла и каротиноидов сместилось в сторону хлорофилла. Смещение соотношения хлорофиллов *a/b* в пользу хлорофилла *a* отмечено при удалении от центра города на север (ПП 1 – ПП 7) и на восток (ПП 4 и ПП 6). Существенных отличий от контроля и различий между пробными площадями у елей юго-западного направления (ПП 18, 19, 20) по данному показателю не найдено.

В зависимости от расположения промышленных предприятий и местоположения ельников относительно розы ветров в еловой фитомассе изменяется содержание тех или иных токсикантов. В северном и северо-западном пригороде отмечаются наиболее высокие концентрации кобальта и меди в еловой

фитомассе; в южном и юго-восточном направлении – хрома, цинка и свинца; южном и юго-западном направлении – никеля. Стронций, олово и кадмий превышали естественный уровень накопления в растительности, однако отсутствие связи содержания элементов с расстоянием от промышленного центра и направлением розы ветров свидетельствует об ином источнике загрязнения.

Содержание элементов в отдельных фракциях фитомассы различалось в зависимости от местонахождения ПП, части растения и вида металла. Так, наиболее высокие концентрации свинца отмечаются в центре города (ЦБС НАН Беларуси), северо-восточном и юго-восточном пригороде непосредственно за кольцевой дорогой. Наиболее высокие концентрации никеля выявлены непосредственно за кольцевой дорогой (в ближнем пригороде Минска) в западном и юго-западном направлении. Концентрация токсикантов повышена в активно растущей части растения – однолетних побегах и мелких ветках. При этом невысокие концентрации тяжелых металлов в почве (15–45% от уровня ПДК) положительно сказываются на текущем радиальном приросте стволовой древесины, что в конечном итоге приводит к активизации биопродукционных процессов древостоя еловых экосистем.

Данные лабораторного опыта (внесение в питательную смесь разово (5 ПДК) и постепенно (5 раз по 1 ПДК) свинца показали, что от характера поступления свинца зависит величина и структура фитомассы елей, а также степень аккумуляции элемента растением. Разовое загрязнение среды свинцом в большой концентрации приводит к повышению фитомассы в основном за счет массы корней, где накапливается большая часть свинца. При постоянном слабом поступлении поллютанта у растений активизируются механизмы адаптации. Вероятно, повышается доля экссудатов корней, блокирующих поступление металла в растение, в результате чего концентрация свинца во всех компонентах фитомассы ниже, чем при разовом внесении металла, но при этом снижается и масса самих структурных компонентов растений. Данные вегетационного опыта свидетельствуют о выраженных ремедирующих свойствах ели европейской.

Уровень накопления тяжелых металлов в почве определялся также типологическими особенностями изучаемых насаждений.

Ельники кисличные. На долю этих насаждений приходится 42,3% (11 ПП) всех обследованных объектов. Местоположение ельников кисличных приходится на северо-западный (6 шт.) и юго-западный сектор (за исключением ПП 25) относительно г. Минска. Анализ полученных данных показал, что средняя суммарная концентрация всех элементов в почвенных горизонтах определялась величиной в 23,3 мг/кг, и незначительно различалась в зависимости от месторасположения насаждения по отношению к сторонам света (23,7 мг/кг в северо-западном и 22,73 мг/кг в юго-западном секторах). В то же время накопление конкретных тяжелых металлов в почве под ельниками кисличными в зависимости от их местопроизрастания несколько иное. Из всех рассматриваемых элементов по четырем (хром, цинк, кадмий, свинец) отмечена тенден-

ция к повышенному накоплению их в северо-западном секторе по отношению к юго-западному. Так, среднее содержание хрома в почве по направлению «север – юг» уменьшается с 34,2 мг/кг до 27,8 мг/кг, или на 10,4%; цинка и свинца – соответственно с 39,2 до 33,2 мг/кг (на 8,4%) и с 21,2 до 18,9 мг/кг (на 5,8%). Наиболее значимое снижение наблюдается по кадмию, содержание которого в почве в юго-западном секторе уменьшилось на 25,0% (с 0,227 до 0,136 мг/га). Что касается никеля и меди, то здесь отмечается некоторая тенденция к увеличению их аккумуляции в почвенной толще на юго-западном направлении в среднем на 5,8 и 5,6% (соответственно с 24,8 до 27,8 мг/кг и с 25,2 до 47,2 мг/кг).

При этом в зависимости от их санитарного состояния среднее суммарное содержание рассматриваемых элементов в почвенных горизонтах по всем объектам составило 23,3 мг/кг. И если здоровых насаждениях этот показатель определялся величиной 20,9 мг/кг, в ослабленных – 21,8, то в сильно ослабленных – 25,1 мг/кг. Очевидна тенденция к увеличению содержания этих элементов в почве под ельниками кисличными, в древостое которых увеличивается количество сильно ослабленных, отмирающих и сухостойных деревьев. Такая же закономерность наблюдается и в отношении конкретных элементов. Так, средняя суммарная аккумуляция хрома в почвенных горизонтах под здоровыми насаждениями составила 27,8 мг/кг, увеличиваясь до 32,0–36,1 мг/кг в ослабленных и сильно ослабленных насаждениях. Среднее содержание никеля, меди, цинка, кадмия и свинца в данных ельниках определялось величинами от 24,6 до 29,7 мг/кг; от 21,6 до 22,6 мг/кг; от 34,8 до 41,6 мг/кг; от 0,16 до 0,20 мг/кг и от 16,3 до 22,0 мг/кг соответственно. Анализ полученных результатов показал, что в здоровых ельниках кисличных накопление тяжелых металлов в генетических горизонтах почвы имеет четкую тенденцию снижения их показателей в зависимости от глубины отбора образцов. В ослабленных и особенно в сильно ослабленных древостоях максимальные средние значения накопления элементов в почве приходятся на перегнойно-аккумулятивный горизонт, а не на горизонт A_0 . Максимальные значения содержания тяжелых металлов в почвах под сильно ослабленными насаждениями связано с количеством деревьев, которых на данных объектах в 1,5–2,0 раза больше по сравнению со здоровыми и ослабленными ельниками, а также более густым подлеском. Это способствует большему поступлению органики в виде хвои и листьев под полог насаждения, что в конечном счете отражается и на количественных показателях накопления тяжелых металлов в почве.

Ельники мшистые. Данные насаждения представлены 9 ПП, что составляет 34,7% от общего количества объектов. Если ельники кисличные в основном расположились на западном направлении от г. Минска, то мшистые – на восточном (за исключением ПП 23 и 27). Сравнивая содержание элементов в почве под этими ельниками, отметим, что половина металлов (никель, медь, цинк) имеет незначительное (с 3,4 до 7,2%) увеличение их в почвогрунтах на восточном направлении. Вторая половина металлов (хром, кадмий, свинец) имеет

преобладание на западе в плане увеличения содержания их в почве на 3,6; 1,6 и 8,4% соответственно.

Расположение ельников мшистых в северо-восточном и юго-восточном секторах в некоторой степени отразилось и на содержании тяжелых металлов в почве. Анализ полученных данных показал, что на юго-восточном направлении отмечено увеличение содержания их в почве по сравнению с северо-востоком в среднем на 5,8%. Рассматривая конкретно накопление элементов в почвенной толще отметим, что наибольшее различие наблюдается по цинку, средняя суммарная величина которого увеличилась с 35,7 мг/кг (северо-восточный сектор) до 42,4 мг/кг (юго-восточный сектор), что составляет 8,6%. Остальные тяжелые металлы (помимо свинца, величина содержания которого была равной в этих секторах) имели амплитуду колебания соответственно по никелю – от 26,5 до 29,7 мг/кг (5,8%), по хрому – от 28,2 до 31,1 мг/кг (4,8%), по меди – от 26,4 до 28,5 мг/кг (3,8%), по кадмию – от 0,142 до 0,161 мг/кг (6,2%).

Если в почвах под ельниками кисличными наблюдалась тенденция увеличения содержания металлов от здоровых до ослабленных и сильно ослабленных еловых древостоев, то в ельниках мшистых такой закономерности не отмечено. Здесь средняя аккумуляция их в почве определялась величинами 24,4 мг/кг (здоровые насаждения) и 23,6 мг/кг (ослабленные насаждения). В то же время отметим, что в почвах под здоровыми ельниками мшистыми среднее суммарное содержание в почвах элементов на 7,8% больше, чем в ельниках кисличных (24,4 и 20,9 мг/кг соответственно). Такая же картина наблюдается и по ослабленным насаждениям, где эти показатели определялись величинами в 23,6 и 21,8 мг/кг (увеличение на 4,0%). Такая закономерность наблюдается и в накоплении конкретных тяжелых металлов. Так, среднее содержание в почве под здоровыми ельниками мшистыми хрома и меди увеличилось на 11,7% по сравнению с таковым под ельниками кисличными.

Ельники черничные. Данные насаждения представлены тремя пробными площадями, расположенными в юго-западном и северо-восточном секторах обследованной территории. Анализ полученных результатов по содержанию тяжелых металлов в почвенных горизонтах показал четкую тенденцию снижения их с глубиной. Если в мшистых ельниках максимальные значения накопления элементов приходились на перегнойно-аккумулятивный горизонт, то в черничных – на горизонт A_0 . Ельники черничные, согласно расчетам, относятся к категории «ослабленных». Сравнивая суммарное накопление тяжелых металлов в почвенной толще с аналогичными по санитарному состоянию в ельниках кисличных и мшистых отметим следующее. Среднее содержание их в почвенных горизонтах под рассматриваемым ельником составило 24,1 мг/кг, что на 0,8 и 2,3 мг/кг больше чем в ельниках мшистых и кисличных (соответственно 23,6 и 21,8 мг/кг). В ельнике черничном аккумуляция металлов в почве по сравнению с ельником мшистым остается на одинаковом уровне, за исключением хрома и меди, где отмечено незначительное (на 3,4 и 1,0%) их увеличение. Противоположная картина наблюдается при сравнении величин содержа-

ния тяжелых металлов с кисличным типом леса. Здесь отмечается снижение концентрации всех элементов в почвенной толще (за исключением хрома): на 7,4% – по никелю, на 5,0% – по меди, на 3,0 и 1,0% – по цинку и свинцу соответственно.

Сравнительная оценка уровня аккумуляции тяжелых металлов в почве под ельниками различной типологической структуры позволила расположить хвойные насаждения в порядке увеличения их аккумулирующей способности: ельники кисличные < ельники мшистые < ельники черничные. При этом определяющую роль в накоплении техногенных поллютантов в почве играет санитарное состояние древостоя. Выявлено увеличение концентрации тяжелых металлов в подстилке и перегнойно-аккумулятивном горизонте под пологом еловых насаждений в ряду: здоровые < ослабленные < сильно ослабленные. Для минимизации негативных последствий и исключения тяжелых металлов из биологического круговорота в хвойных лесных массивах следует проводить своевременные санитарные лесотехнические мероприятия по удалению сухостойных и ослабленных деревьев.

Установлена закономерность изменения химических показателей, прослеженная в восточном направлении от источника загрязнения, позволяет считать, что при снижении техногенной нагрузки в почве возрастает содержание азота и фосфора, степень насыщенности основаниями – факторы, блокирующие подвижность металлов в почве.

В результате выполненных исследований подготовлены карты-схемы степени отклонений от ПДК накопления тяжелых металлов (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) в корнеобитаемом слое почвы еловых насаждений, примыкающих к Минскому промышленному узлу.

Исследования отличаются выраженной научной новизной и имеют важное фундаментальное значение, поскольку дают новую научную информацию в раскрытии механизмов комплексного и дифференцированного действия неорганических поллютантов на устойчивость аборигенных древесных растений, что является вкладом в развитие теоретических аспектов устойчивости растений к экстремальным абиотическим и техногенным экологическим факторам окружающей среды.

Антропогенная трансформация природной среды – одна из острейших проблем современности. Особо в этом отношении выделяются подверженные интенсивному техногенному воздействию природно-растительные комплексы вдоль автомобильных дорог. Соседство с крупными автомагистралями ведет к ухудшению состояния деревьев, нарушениям в репродуктивной сфере, изменению химического состава фитомассы, лесной подстилки, почвы. Автомагистрали являются источником загрязнения, влияющим на свойства эдафотопы в части значительного изменения кислотных и катионнообменных свойств органогенных горизонтов почв придорожных лесных и луговых сообществ, изменения характера естественных миграционных потоков элементов в системе «почва–растение» и их накопления.

Изучение ответной реакции деревьев и кустарников, произрастающих вдоль автотрассы М1/Е30 (Брест – Минск – граница Российской Федерации), на последствие применения противогололедных реагентов проводилось сотрудниками ЦБС НАН Беларуси в рамках задания ГПФИ «Ресурсы растительного и животного мира-35» в 2006–2010 гг.

Загрязнение растительности вблизи источников эмиссий происходит преимущественно аэральным путем. Кроны деревьев служат фильтром аэрозольных частиц. Часть отложений на их поверхности – необратимо абсорбированные загрязнители, которые вследствие малых размеров способны проникать внутрь тканей ассимиляционных органов. При выпадении осадков часть ранее отложившихся в кронах твердых частиц и соединений смывается.

При обследовании произрастающих вдоль автодорог древостоев отмечено значительное повреждение хвои и побегов в нижних частях крон, произрастающих на опушках. Сравнение результатов анализов смывов хвои с деревьев с контрольными показало, что на поверхности поврежденных деревьев содержание практически всех анализируемых элементов и соединений превышает контрольные значения в два раза и более. Внедрение поваренной соли в биоцикл придорожных насаждений происходит из противогололедного материала (ПГМ). Поврежденная хвоя содержит на поверхности превышающее контрольные значения количество ионов натрия и хлора в десятки раз. При этом степень загрязнения фитотоксикантами зависит от положения дороги относительно прилегающих насаждений: наибольшее, когда дорога в насыпи, наименьшее – в выемке. На поверхность низко растущих ветвей деревьев соль попадает в результате разбрызгивания автомобилями талых вод и мокрого снега, насыщенных растворами и кристаллами солей. Турбулентные потоки воздуха, создаваемые движущимся транспортом, способствуют распространению водно-солевых взвесей и «соленого тумана» вверх и их оседанию на хвое, листьях (при их наличии) и побегах деревьев. Хлориды в больших концентрациях токсичны для деревьев и кустарников. Под их влиянием уменьшается количество хлорофилла и появляется некроз тканей. Осевшая на хвое и побегах соль вызывает их обезвоживание, а при проникновении в ткани – повреждение.

На основании изучения морфологических и физиолого-биохимических показателей ассимилирующих органов исследуемых растений, произрастающих в зонах с различной степенью техногенной нагрузки, установлены компенсаторные реакции, связанные с увеличением содержания хлорофилла и повышением плотности охвоения побегов.

Установлены особенности сезонной динамики накопления остаточных количеств ПГМ в хвое и листьях древесно-кустарниковой растительности придорожных насаждений. Показано, что повышение концентрации хлорид-ионов в ассимилирующих органах исследуемых растений происходит дважды за сезон (в апреле и июле). Выявлены три группы хвойных растений, отличающихся уровнем поглотительной способности хлорид-иона.

Показано принципиальное отличие отрицательного воздействия ПГМ на состояние лиственных деревьев и кустарников, произрастающих вдоль автомагистралей, заключающееся в повреждении вегетативных почек, а не листьев. Это приводит к образованию «розеточности» вегетативных побегов деревьев и кустарников. Токсичные ионы хлора вызывают гибель почек, которые в наименьшей степени защищены от последствий применения ПГМ. В отличие от хвойных растений у лиственных закладывается не одна, а несколько почек. В случае гибели ее начинает отрастать новая, в случае гибели этой в рост пускается другая и т. д. В результате мы наблюдаем появление «пышных розеток», образующихся из спящих почек.

Таким образом, применение песчано-соляных смесей в качестве основного средства для борьбы с наледями на дорогах нашей страны существенно усугубляет экологическую ситуацию и ухудшает состояние защитных дорожных зеленых насаждений. В связи с этим стоит задача разработки комплекса мероприятий по снижению негативной нагрузки. На наш взгляд, один из рациональных путей решения данной проблемы – подбор ассортимента представителей местной и мировой дендрофлоры, способных выдерживать усиливающуюся негативную антропогенную нагрузку.

С целью ограничения негативного влияния остаточных количеств ПГМ, выхлопных газов и пыли на состояние снегозащитных насаждений их следует защитить посадками растений-фильтров. В первом ряду от проезжей части следует сажать низкорослые солевыносливые кустарники (шиповник, свидина белая, боярышник кроваво-красный, мягковатый, лох серебристый, арония черноплодная, кизильник блестящий, пузыреплодник калинолистный). Во втором ряду следует высаживать солевыносливые и газоустойчивые крупномерные кустарники (акация белая и желтая, облепиха обыкновенная, черемуха Маака). Третий и последующие ряды могут быть представлены любыми лиственными и хвойными деревьями.

Полученные результаты исследований имеют выраженную практическую направленность, так как совместно с БелДорНИИ Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь разработан дорожный методический документ ДМД 02191.3.019-2009 «Устройство и содержание техногенно устойчивых снегозадерживающих древесно-кустарниковых насаждений вдоль автомобильных дорог общего пользования», практическая значимость которого заключается в разработке научных основ для создания вдоль основных транспортных магистралей Беларуси новых древостоев, способных выдерживать усиливающийся антропогенный пресс и снижать вредное воздействие транспорта на окружающую среду [11]. Документ введен в действие с 1 марта 2009 г. приказом директора департамента «Белавтодор» № 04 от 12.01.2009 г.

Установлено, что оценка антропогенной нарушенности природных экосистем базируется на комплексном использовании ботанических, физиолого-биохимических и почвенных критериев, при этом прямое воздействие токсиантов на хвою и листья, ветви и ствол дерева менее опасно для древостоя

(при определенных условиях они способны к самоочищению) по сравнению с прямым действием – через почву, что ведет к физиологическим нарушениям и, в конечном счете, к ослаблению и гибели деревьев. Использование фитоиндикационных методов значительно снижает себестоимость выполняемых работ и по качеству получения информации несколько не уступает традиционным физико-химическим методам.

Разработана система критериев оценки состояния устойчивости растений в условиях техногенеза. Установлено, что такие показатели физиологического состояния растений, как содержание и соотношение пулов фотосинтетических пигментов, прочность связи хлорофилла с белок-липидным комплексом, содержание свободных аминокислот, показатели рН, гН₂, ЕН водных гомогенатов листьев древесных растений, целесообразно использовать для оценки общего состояния устойчивости растений в экстремальных условиях произрастания.

Разработанную методику по фитоиндикации загрязнения среды и состояния растительных комплексов Республики Беларусь можно рассматривать как внедрение в экологические исследования более чувствительных и надежных методов классических наук, позволяющих определять уровни загрязнения воздуха на обширных территориях; выполнять экологическое зонирование территорий по уровням загрязнения воздуха; определять степень влияния поллютантов на наземные экосистемы и снижения продуктивности насаждений.

Использование перечисленных выше методов позволяет осуществить инвентаризацию загрязнения среды и состояния зеленых насаждений, упростить структуру биогеоценотических исследований, разработать экологические нормативы антропогенных нагрузок на наземные экосистемы, а также стать основой для исследований по мониторингу состояния растительных комплексов нашей страны.

**ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ ВЫБЫВШИХ
ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРА БЕЛАРУСИ НА ОСНОВЕ
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *ERICACEAE***

Одним из рациональных путей восстановления природного потенциала выведенных из сельскохозяйственного оборота территорий, выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси, площадь которых достигает 50 тыс. га, является создание на них локальных фитоценозов ягодных растений сем. *Ericaceae*, что возможно лишь на основе предварительного всестороннего исследования разных сторон жизнедеятельности дикорастущих и интродуцированных таксонов этого семейства с учетом влияния на них биотических и абиотических факторов.

В связи с этим в 2008–2010 гг. силами двух лабораторий ЦБС НАН Беларуси – экологической физиологии растений и химии растений – в условиях опытной культуры на малоплодородном остаточном слое донного торфа в Глубокском районе Витебской области были выполнены комплексные исследования особенностей развития и плодоношения представителей двух родов данного семейства – *Vaccinium* и *Oxycoccus* – в специфических условиях существования, с оценкой характера их ответной реакции на воздействие регулируемых и нерегулируемых абиотических факторов, результаты которых обобщены в ряде научных публикаций [1–7].

Верхняя часть остаточного слоя торфа на экспериментальном участке, представленная остатками осоково-тростниковых ассоциаций, характеризовалась зольностью 5,3–8,6%, среднекислой обменной реакцией почвенного раствора (pH_{KCl} 4,5–5,0) и весьма низким содержанием доступных форм питательных элементов, в том числе легкогидролизуемого азота – 9–10, P_2O_5 – 3–4, K_2O – 12–15 мг/100 г почвы.

Важнейшим аспектом этих исследований, проводившихся в контрастные по гидротермическому режиму сезоны, было сравнительное изучение фенологии сезонного развития трех модельных объектов – аборигенного вида *V. uliginosum* и двух интродуцентов – *V. corymbosum* и *O. macrocarpus*, показавшее, что все они успевали пройти здесь полный цикл сезонного развития и сформировать урожай при средней продолжительности вегетационного периода 182 ± 4 , 175 ± 3 и 172 ± 4 дня соответственно.

Аборигенный вид голубики в этом ряду отличался не только наибольшей продолжительностью вегетационного периода, но и наиболее ранним наступлением всех фенологических фаз в сезонном цикле развития растений. Наи-

меньшим отставанием от дикорастущего вида голубики в их прохождении (в большинстве случаев не более 2–6 дней) характеризовалась голубика высокорослая, наибольшим (8–25 дней) и достигавшим 52 дней в фазе массового плодоношения – клюква крупноплодная.

Сроки наступления фенологических фаз определялись индивидуальным для каждого вида вересковых количеством необходимого тепла, минимальные потребности в котором установлены у голубики топяной, максимальные – у клюквы крупноплодной, при постепенном нивелировании данных различий к концу сезона.

Показано, что темпы формирования вегетативной сферы представителей обоих родов семейства *Ericaceae* определялись генотипом и возрастом растений, а также гидротермическим режимом вегетационного периода. Исследование в многолетнем цикле наблюдений биометрических характеристик вегетативных органов шести таксонов рода *Vaccinium* – *V. uliginosum*, выбранной в качестве эталона сравнения, *V. angustifolium*, гибридов узколистной и высокорослой голубик *Northblue* и *Northcountry*, сорта *Bluecrop* высокорослой голубики, а также *V. vitis-idaea* – показало, что высота вступивших в генеративный период развития растений изменялась в среднем от 5–6 см у *V. vitis-idaea* до 50–85 см у сорта *Bluecrop* голубики высокорослой при изменении диаметра кроны от 5–6 до 30–65 см соответственно. При этом таксоны рода *Vaccinium* образовывали за сезон от 3–4 до 10–14 побегов формирования со средней длиной от 3–5 до 35–50 см при среднем количестве листьев на побеге от 7–12 шт. у дикорастущих видов голубики и брусники до 35–45 шт. у интродуцентов. При этом в разные годы параметры листовых пластинок на побегах формирования составляли в среднем от 13–18 мм в длину и 6–7 мм в ширину у брусники обыкновенной и голубики топяной, до 48–56 мм и 27–30 мм соответственно у межвидовых гибридов голубики и сорта *Bluecrop* ее высокорослого вида, при изменении индекса листа, характеризуемого соотношением данных параметров, в интервале значений от 1,7 до 2,8. Количество сформированных за вегетационный период побегов ветвления варьировалось в диапазоне значений от 7–11 шт. у *V. vitis-idaea* до 70–180 шт. у сорта *Bluecrop* при изменении их средней длины и количества листьев на них соответственно от 2 до 15 см и от 2 до 13 шт. Размерные параметры листовых пластинок при этом составляли в длину от 10 до 40 мм, в ширину – от 6 до 20 мм, при значениях листового индекса от 1,7 до 2,4.

Большинство тестируемых таксонов рода *Vaccinium* превосходили голубику топяную по биометрическим параметрам вегетативных органов, при лидирующем положении сорта *Bluecrop* голубики высокорослой и наибольшем отставании от нее брусники обыкновенной. На фоне экстремально высоких температур летнего периода, сочетавшихся с периодическим дефицитом влаги, у голубики узколистной и у обоих межвидовых гибридов имело место выраженное ингибирование новообразования побегов формирования, при заметной активизации у всех исследуемых таксонов новообразования побегов вет-

вления. У большинства объектов это сопровождалось заметным снижением не только степени облиственности побегов, но и размерных параметров ассимилирующих органов на побегах формирования при изменении их листового индекса. На фоне ограничения количества листьев на побегах ветвления наблюдалось увеличение их размеров, без изменения формы, что должно было способствовать нормализации работы фотосинтетического аппарата растений в условиях температурного стресса. Наибольшей устойчивостью параметров развития побегов ветвления и их ассимилирующих частей к неблагоприятным погодным факторам характеризовались межвидовые гибриды *Northblue* и *Northcountry*.

У таксонов рода *Vaccinium* выявлены существенные генотипические различия продукционных и морфометрических характеристик ягодной продукции. Наиболее восприимчивыми к воздействию экстремальных абиотических факторов оказались параметры плодоношения голубики узколистной, голубики топяной и брусники обыкновенной, обнаружившие в этом случае их снижение более чем на 25%. Наибольшими размерами плодов, достигавшими в длину 1,1 см и в ширину 1,5 см при средней массе около 2 г и урожайности 712–733 г на 1 куст, характеризовались межвидовой гибридом *Northblue* и сорт *Bluecrop* голубики высокорослой, тогда как наименьшей урожайностью (33–45 г на 1 куст) – брусника обыкновенная. Несмотря на наименьшие в таксономическом ряду размерные параметры плодов голубики узколистной урожайность ее превышала таковую аборигенного вида более чем на 20% и лишь незначительно уступала установленной у межвидового гибрида *Northcountry*.

Исследование биометрических характеристик вегетативных органов 9 таксонов рода *Oxycoccus* – аборигенного вида клюквы болотной (*O. palustris*) и ряда интродуцированных сортов клюквы крупноплодной (*O. macrocarpus*), в числе которых раннеспелые сорта *Early Black* и *Ben Lear*, среднеспелые *Franklin*, *Searles* и *Wilcox* и позднеспелые *Stevens*, *McFarlin* и *Pilgrim*, показало, что в зависимости от погодных условий вегетационного периода, они образовывали за сезон в среднем от 5–6 до 12–14 вегетативных (стелющихся) побегов длиной от 8–10 до 14–16 см при общей протяженности от 45 до 170 см и среднем количестве листьев на одном побеге от 15 до 33 шт. Размеры листовых пластинок варьировались от 6 до 12 мм в длину и от 4 до 6 мм в ширину, при изменении индекса листа от 1,7 до 2,5.

При этом количество сформированных за сезон у клюквы крупноплодной генеративных (прямостоячих) побегов варьировалось от 9–12 шт. у сорта *Franklin* до 33–53 шт. у сорта *Stevens*, при изменении их средней длины и количества листьев на них от 5 до 7 см и от 18 до 37 шт. Размерные параметры листовых пластинок составляли в длину от 5 до 12 мм, в ширину – от 3 до 5 мм, при значениях листового индекса от 1,9 до 2,6. Наиболее выраженной активизацией новообразования генеративных побегов, обусловленной наращиванием потенциала плодоношения с увеличением возраста растений, характеризовались сорта *Searles* и *McFarlin*, наименьшей – сорт *Franklin*. Вместе с тем в отли-

чие от таксонов рода *Vaccinium* у большинства сортов клюквы крупноплодной в условиях температурного стресса наблюдалось усиление новообразования не только генеративных, но и вегетативных побегов, сопровождаемое заметным увеличением степени их облиственности и размерных параметров листовых пластинок без изменения их формы, что должно было способствовать активизации работы фотосинтетического аппарата растений.

Независимо от гидротермического режима сезона все интродуценты рода *Oxycoccus* превосходили сорт *Franklin*, принятый за эталон сравнения, по большинству биометрических параметров вегетативных органов, при лидирующем положении сорта *Stevens*, тогда как для дикорастущей клюквы при сходном с эталонным объектом количестве стелющихся побегов было показано отставание от него по всем показателям развития вегетативной сферы, за исключением степени облиственности.

Как и у представителей рода *Vaccinium*, у таксонов рода *Oxycoccus* обозначились существенные генотипические различия основных характеристик ягодной продукции, при диапазонах варьирования размеров плодов от 0,9 до 1,6 см в длину и от 0,9 до 1,5 см в ширину, при средней массе от 0,9 до 1,9 г и урожайности от 88 до 581 г/м². При этом наиболее высокой продуктивностью (535–581 г/м²) характеризовались сорта клюквы крупноплодной *Ben Lear*, *Searles* и *Stevens*, тогда как наименьшей (не более 90 г/м²) – дикорастущая клюкwa. Наиболее же крупными размерами и средней массой плодов был отмечен сорт *Stevens*. При чрезвычайно высокой температуре воздуха и дефиците влаги в летний период у большинства таксонов клюквы, особенно у сорта *Early Black*, наблюдалось снижение урожайности плодов на 10–34%, сопровождаемое уменьшением их средней массы в 1,2–2,3 раза.

Таким образом, независимо от гидротермического режима вегетационного периода все исследуемые таксоны сем. *Ericaceae* в специфических условиях опытной культуры на остаточном слое торфа не только успевали пройти весь цикл сезонного развития, но и в полной мере реализовать заложенный в их генотипе потенциал развития вегетативной и генеративной сфер растений. При этом наибольшими биометрическими параметрами в таксономическом ряду рода *Vaccinium* при наиболее выраженной устойчивости к абиотическим факторам характеризовались межвидовые гибриды голубики *Northblue* и *Northcountry*, а также сорт *Bluecrop* высокорослой голубики, тогда как среди представителей рода *Oxycoccus* – сорт *Stevens*. Наиболее высокой урожайностью плодов в этих рядах были отмечены голубичный гибрид *Northblue*, сорт *Bluecrop* голубики высокорослой, а также сорта клюквы крупноплодной *Ben Lear*, *Searles* и *Stevens*.

Полученные результаты позволяют сделать заключение о возможности культивирования вересковых на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений на севере Беларуси, с привлечением для этих целей наиболее продуктивных и устойчивых к абиотическим факторам таксонов с высоким содержанием полезных веществ в ягодной продукции.

В результате исследования генотипических особенностей биохимического состава плодов таксонов рода *Vaccinium* [6], представленных в табл. 11.1, было установлено, что растения голубики топяной (*V. uliginosum*), принятой в качестве эталона сравнения, отличались наиболее высоким в таксономическом ряду содержанием в плодах аскорбиновой кислоты, гидропектина, жирных масел, магния, биофлавоноидов, в том числе флавонолов и катехинов, но вместе с тем наиболее низким накоплением сахарозы, протопектина, бензойной кислоты и фосфора.

Максимальным среди таксонов рода *Vaccinium* содержанием в плодах большинства полезных веществ выделялась голубика узколистая (*V. angustifolium*), плоды которой оказались наиболее богаты кальцием, всеми фракциями растворимых сахаров, при наибольшем значении сахарокислотного индекса, пектиновыми веществами, биофлавоноидами, в том числе антоциановыми пигментами, фенолкарбоновыми кислотами и дубильными веществами, и лишь для содержания азота, свободных органических, бензойной и тритерпеновых кислот были установлены минимальные значения.

Таблица 11.1. Усредненные в многолетнем цикле наблюдений количественные характеристики биохимического состава плодов таксонов рода *Vaccinium* (в сухом веществе)

Показатель	<i>V. uliginosum</i>	<i>V. angustifolium</i>	<i>Northblue</i>	<i>Bluecrop</i>	<i>V. vitis-idaea</i>
Сухие вещества, %	12,8	13,7	11,8	13,4	15,8
Свободные органические кислоты, %	10,4	8,9	10,2	10,4	17,6
Аскорбиновая кислота, мг%	564,8	449,5	458,6	346,7	320,9
Глюкоза, %	5,2	5,5	4,8	5,4	4,5
Фруктоза, %	10,8	12,6	11,1	12,0	10,1
Сахароза, %	1,8	2,2	2,2	1,8	2,0
Сумма растворимых сахаров, %	17,8	20,3	18,0	19,1	16,6
Фруктоза/Глюкоза	2,1	2,4	2,3	2,3	2,2
Монозы/Дисахарид	15,1	10,5	10,5	10,4	8,6
Сахарокислотный индекс	1,7	2,3	2,2	2,0	1,0
Гидропектин, %	3,31	2,17	2,18	2,05	2,51
Протопектин, %	1,84	3,72	2,95	2,91	3,02
Сумма пектиновых веществ, %	5,15	5,89	5,13	4,95	5,53
Протопектин/Гидропектин	0,6	1,8	1,4	1,5	1,2
Антоцианы, мг%	2236,1	3383,4	2216,7	3951,1	263,0
Лейкоантоцианы, мг%	3188,5	3325,4	2500,2	2221,7	2672,4
Сумма антоциановых пигментов, мг%	5424,6	6708,8	4716,9	6172,8	2935,4
Катехины, мг%	561,2	480,3	500,5	447,4	499,2
Флавонолы, мг%	3311,6	2063,8	1985,1	1946,9	1448,8
Флавонолы/Катехины	5,9	4,4	3,9	4,4	2,9
Сумма биофлавоноидов, мг%	9297,4	9252,8	7202,4	8567,1	4883,4
Фенолкарбоновые кислоты, мг%	1088,9	1479,2	1144,5	1405,6	712,5
Бензойная кислота, %	1,17	1,16	1,16	1,39	1,95

Показатель	<i>V. uliginosum</i>	<i>V. angustifolium</i>	<i>Northblue</i>	<i>Bluecrop</i>	<i>V. vitis-idaea</i>
Дубильные вещества, %	3,89	4,91	3,21	3,81	3,99
Жирные масла, %	6,79	3,99	3,61	4,51	6,67
Тритерпеновые кислоты%	2,91	2,31	3,09	2,59	2,82
N, %	0,91	0,64	1,01	0,83	0,96
P, %	0,12	0,13	0,14	0,12	0,14
K, %	0,65	0,64	0,70	0,58	0,70
Ca, %	0,48	0,50	0,38	0,41	0,41
Mg,%	0,14	0,12	0,11	0,14	0,11

Плоды межвидового гибрида *Northblue* были отмечены максимальным накоплением лишь тритерпеновых кислот и трех макроэлементов – азота, фосфора и калия, при минимальном содержании в них кальция и магния, сухих и дубильных веществ, бензойной кислоты и жирных масел.

Плоды сорта *Bluecrop* голубики высокорослой характеризовались наибольшим содержанием магния, фруктозы, собственно антоцианов и фенолкарбоновых кислот, при крайне низком содержании в них витамина С, сахарозы, пектиновых веществ, особенно гидропектина, лейкоантоцианов, катехинов, а также фосфора и калия.

Для плодов *V. vitis-idaea* было показано наиболее высокое в таксономическом ряду содержание сухих веществ, бензойной и свободных органических кислот, растительных липидов, фосфора и калия, на фоне минимального накопления в них магния, аскорбиновой кислоты, растворимых сахаров, в первую очередь моносахаридов, при наименьших значениях сахарокислотного индекса, биофлавоноидов, в том числе антоциановых пигментов, главным образом собственно антоцианов, а также флавонолов и фенолкарбоновых кислот.

С целью выявления наиболее перспективных для фиторекультивации бывших их промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси таксонов сем. *Ericaceae*, обладающих наиболее высоким уровнем питательной и витаминной ценности плодов, был предложен оригинальный методический прием, основанный на сопоставлении у тестируемых объектов усредненных в многолетнем цикле наблюдений значений количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных разноориентированных отклонений от эталонных значений 27 характеристик биохимического состава плодов. Его применение на шести таксонах рода *Vaccinium*, среди которых в качестве эталона сравнения был принят аборигенный вид голубики (*V. uliginosum*), позволило по результатам исследований обозначить последовательность тестируемых объектов в порядке снижения уровня питательной и витаминной ценности их плодов: *V. angustifolium* > *V. uliginosum* > *Bluecrop* > *Northblue* = *V. vitis-idaea*, из которой следовало, что наиболее перспективны для этих целей по качеству ягодной продукции, несмотря на сравнительно невысокие производственные параметры, виды голубик *V. angustifolium* и *V. uliginosum* L., тогда как наименее перспективны – межвидовой гиб-

рид *Northblue* и *V. vitis-idaea*, при промежуточном положении сорта *Bluecrop* голубики высокорослой.

Чрезвычайно высокие температуры летнего периода в сочетании с периодическим дефицитом влаги вызывали существенные изменения в содержании в плодах полезных веществ, имевшие общий характер у большинства исследуемых таксонов голубики. Они проявлялись в выраженной в разной степени активизации накопления в них бензойной и фенолкарбоновых кислот, протопектина, биофлавоноидов, главным образом антоциановых пигментов, особенно собственно антоцианов, а также флавонолов, тритерпеновых кислот, фосфора и магния, на фоне значительного обеднения их свободными органическими кислотами, растворимыми сахарами, гидропектином, дубильными веществами, азотом и калием.

На основании сравнительного исследования уровня варибельности количественных характеристик биохимического состава плодов таксонов рода *Vaccinium* в многолетнем цикле наблюдений установлено, что наименее выразительные межсезонные различия характерны для параметров накопления в плодах сухих и пектиновых веществ, в том числе протопектина, витамина С, фруктозы, катехинов, тритерпеновых кислот, калия, кальция и магния, тогда как наиболее выразительные – для содержания в них свободных органических и фенолкарбоновых кислот, сахарозы, дубильных веществ, биофлавоноидов, в том числе антоциановых пигментов, а также соотношений компонентов их углеводного пула. При этом наибольшей степенью устойчивости к атмосферным воздействиям в целом отмечен биохимический состав плодов *V. angustifolium* и особенно *V. vitis-idaea*, тогда как наименьшей – сорта *Bluecrop* голубики высокорослой и особенно межвидового гибрида *Northblue*, при промежуточном положении *V. uliginosum*.

Таким образом, в таксономическом ряду представителей рода *Vaccinium* лидирующие позиции по уровню питательной и витаминной ценности плодов и устойчивости их биохимического состава к абиотическим факторам установлены для голубики узколистной *V. angustifolium*, что делает данный вид наиболее перспективным среди прочих для фиторекультивации вырубленных из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси.

В результате аналогичных исследований биохимического состава плодов 9 таксонов рода *Oxycoccus*, результаты которых представлены в табл. 11.2, было установлено, что плоды дикорастущего вида клюквы *O. palustris* L., принятого в качестве эталона сравнения, отличались наиболее высоким в таксономическом ряду содержанием свободных органических и фенолкарбоновых кислот, гидропектина, растительных липидов и всех макроэлементов, за исключением калия, растворимых сахаров, в том числе фруктозы и сахарозы. Вместе с тем они характеризовались наименьшими значениями сахарокислотного индекса и минимальным содержанием протопектина, дубильных веществ и всех фракций биофлавоноидов.

Плоды сорта *Early Black* отмечены наиболее высоким содержанием танинов, антоциановых пигментов, в первую очередь собственно антоцианов, и биофлавоноидов в целом, при наименьшем содержании флавонолов и азота.

Таблица 11.2. Усредненные в многолетнем цикле наблюдений количественные характеристики биохимического состава плодов таксонов рода *Oxycoccus* (в сухом веществе)

Показатель	<i>O. palustris</i>	<i>Early Black</i>	<i>Ben Lear</i>	<i>Franklin</i>	<i>Searles</i>	<i>Wilcox</i>	<i>Stevens</i>	<i>McFarlin</i>
Сухие вещества, %	12,2	12,1	12,7	12,4	11,5	12,9	12,2	12,2
Свободные органические кислоты, %	31,1	23,0	18,9	21,1	19,6	21,6	19,8	21,0
Аскорбиновая кислота, мг%	415,9	425,6	456,3	377,4	417,6	440,1	484,2	438,3
Глюкоза, %	4,4	5,0	5,8	4,9	5,9	5,1	5,3	4,0
Фруктоза, %	6,8	5,9	5,1	5,5	4,6	4,4	5,0	6,7
Сахароза, %	1,1	0,85	0,7	0,9	0,6	0,8	0,8	0,9
Сумма растворимых сахаров, %	12,3	11,7	11,5	11,3	11,0	10,2	11,1	11,7
Фруктоза/Глюкоза	1,6	1,2	0,9	1,2	0,8	0,9	1,0	1,7
Монозы/Дисахарид	11,0	12,8	15,3	11,6	18,6	12,5	13,9	11,6
Сахарокислотный индекс	0,42	0,51	0,65	0,54	0,58	0,48	0,57	0,57
Гидропектин, %	4,04	3,34	3,13	3,17	2,69	2,95	2,68	2,91
Протопектин, %	3,36	4,61	4,50	5,10	5,18	4,70	4,58	4,86
Сумма пектиновых веществ, %	7,40	7,95	7,63	8,27	7,87	7,65	7,25	7,76
Протопектин/Гидропектин	0,9	1,4	1,5	1,7	2,0	1,6	1,7	1,7
Антоцианы, мг%	692,3	3093,4	1812,8	2342,2	2413,9	1865,6	2405,0	1549,5
Лейкоантоцианы, мг%	2302,2	4888,0	5260,0	4817,9	4630,7	3977,3	4607,8	6022,3
Сумма антоциановых пигментов, мг%	2994,3	7981,3	7072,8	7160,2	7044,6	5842,8	7012,8	7571,8
Катехины, мг%	803,5	1739,1	1872,7	1895,9	2277,2	2063,4	2357,4	1232,1
Флавонолы, мг%	2139,0	2164,4	2253,4	2207,1	2335,5	2333,2	2413,0	2570,3
Флавонолы/Катехины	2,8	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	2,1
Сумма биофлавоноидов, мг%	5936,8	11884,8	11198,9	11263,1	11657,2	10239,4	11783,2	11374,1
Фенолкарбоновые кислоты, мг%	1011,1	838,9	772,2	833,4	705,6	827,8	763,9	827,8
Бензойная кислота, %	2,13	1,52	1,32	1,99	1,83	2,14	2,23	2,40
Дубильные вещества, %	3,82	4,92	4,57	4,21	4,58	4,49	4,99	4,34
Жирные масла, %	6,64	5,11	4,90	6,07	5,60	5,14	5,19	5,09
Тритерпеновые кислоты	3,29	3,12	3,14	3,39	2,89	3,24	3,08	3,47
N, %	0,78	0,62	0,65	0,75	0,83	0,73	0,68	0,73
P, %	0,15	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
K, %	0,76	0,71	0,78	0,68	0,83	0,88	0,83	0,71
Ca, %	0,32	0,29	0,29	0,30	0,27	0,28	0,32	0,29
Mg, %	0,13	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,12	0,13

Плоды сорта *Ben Lear* оказались наиболее богаты глюкозой при наибольшем значении сахарокислотного индекса, но при этом были отмечены минимальным в таксономическом ряду содержанием бензойной и свободных органических кислот, растительных липидов, фосфора и магния. Для плодов сорта *Franklin* было показано наиболее высокое содержание тритерпеновых кислот, протопектина и пектиновых веществ в целом, при наименьшем содержании

калия и аскорбиновой кислоты. Плоды сорта *Searles* проявили наибольшую способность к накоплению катехинов и азота, глюкозы и протопектина, но вместе с тем обладали наименьшим содержанием сухих веществ, гидропектина, кальция, фенолкарбоновых и тритерпеновых кислот, фруктозы и сахарозы. Плоды сорта *Wilcox* были отмечены максимальным накоплением только сухих веществ и калия, при минимальном содержании магния, фруктозы и растворимых сахаров в целом. Плоды сорта *Stevens* характеризовались наиболее высоким в таксономическом ряду содержанием аскорбиновой кислоты, катехинов и биофлавоноидов в целом, кальция, бензойной кислоты и дубильных веществ при наименьшем содержании гидропектина и пектиновых веществ. Для плодов сорта *McFarlin* было показано наиболее высокое содержание лейкоантоцианов, флавонолов, магния, фруктозы, бензойной и тритерпеновых кислот, но вместе с тем им было свойственно наименьшее накопление глюкозы.

Использование для выявления наиболее перспективных по качеству плодов таксонов рода *Oxycoccus* того же методического приема, что и в аналогичных исследованиях с таксонами рода *Vaccinium*, позволило обозначить нижеприведенную последовательность исследуемых объектов в порядке снижения уровня питательной и витаминной ценности их плодов: *Franklin = Early Black = Stevens = McFarlin* > *Searles* > *Ben Lear = Wilcox* > *O. palustris*.

Таким образом, все тестируемые таксоны крупноплодного вида клюквы превосходили местный дикорастущий вид по содержанию в плодах полезных веществ, но вместе с тем наиболее перспективными среди них по качеству ягодной продукции представляются сорта *Franklin*, *Early Black*, *Stevens* и *McFarlin*, тогда как наименее перспективными – сорта *Ben Lear* и *Wilcox*, при промежуточном положении сорта *Searles*.

Аномально высокие температуры воздуха в сочетании с острым дефицитом влаги в период формирования биохимического состава плодов клюквы способствовали выраженному в разной степени обеднению их азотом, аскорбиновой и фенолкарбоновыми кислотами, растворимыми сахарами, преимущественно фруктозой и сахарозой, пектиновыми, дубильными, а в ряде случаев и сухими веществами при одновременном их обогащении у большинства таксонов фосфором, калием, биофлавоноидами, в основном собственно антоцианами и катехинами, свободными органическими, бензойной и тритерпеновыми кислотами, а также жирными маслами и глюкозой.

Наименьшие межсезонные различия в плодах рода *Oxycoccus* установлены для параметров накопления кальция, магния, сухих и пектиновых веществ, глюкозы, флавонолов, аскорбиновой и бензойной кислот, тогда как наибольшие – для содержания в них азота, фосфора, калия, фенолкарбоновых кислот, антоциановых пигментов, катехинов, фруктозы и значений сахарокислотного индекса. При этом у представителей родов *Oxycoccus* и *Vaccinium* установлены сходные параметры изменчивости в многолетнем цикле наблюдений для содержания в плодах сухих и пектиновых веществ, витамина С, фенолкарбоновых кислот и собственно антоцианов. Наибольшей интегральной устойчи-

востью к абиотическим факторам в целом характеризовался биохимический состав плодов сортов *Searles*, *Franklin* и *Wilcox* клюквы крупноплодной, тогда как наименьшей – плодов дикорастущего вида, при промежуточном положении остальных тестируемых таксонов.

Таким образом, в ряду таксонов рода *Oxycoccus* лидирующие позиции в содержании в плодах полезных веществ и устойчивости их биохимического состава к абиотическим факторам принадлежат сорту *Franklin* крупноплодного вида клюквы, что делает его наиболее перспективным среди прочих для использования в фиторекультивационных целях в северных районах Беларуси.

На основании результатов этих исследований были разработаны и изданы соответствующие методические рекомендации [3], в которых обоснована наиболее высокая перспективность использования для возделывания на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси следующих интродуцентов – голубики узколистной и сорта *Bluecrop* голубики высокорослой, а также сортов клюквы крупноплодной *Early Black*, *Stevens* и *Franklin*.

Рекультивация этих малоплодородных земель на основе культивирования таксонов сем. *Ericaceae* предполагает совмещение двух противоположных процессов – интенсивного использования остаточного слоя торфяной залежи, но при этом его сохранения от дальнейшего разрушения. Вместе с тем логично предположить, что влияние корневых выделений культиваров на ход этих процессов вкупе с деятельностью микрофлоры может усилить в нем деструктивные явления и привести к существенной трансформации органического вещества и изменению водно-физических и физико-химических свойств самого субстрата. Это было подтверждено в результате многолетних исследований в рамках полевого опыта с 8-вариантной схемой, в котором в качестве контроля использовали целинный участок, полностью лишенный растительного покрова, а в остальных вариантах в качестве культиваров были привлечены пушица влагалищная, голубика топяная, голубика узколистная, межвидовой гибрид голубики *Northblue* и клюква крупноплодная. При этом были предусмотрены также два варианта с внесением минеральных удобрений – $P_{16}K_{16}$ и $N_{16}P_{16}K_{16}$, в которых в качестве модельного объекта использовали голубику топяную.

Было установлено, что наиболее выразительные контрасты в запасах влаги в корнеобитаемой зоне остаточного слоя торфа под разными видами болотных растений, достигавшие в условиях эксперимента 20%, установлены в летний период года, при наибольших показателях под пушицей влагалищной, наименьших – под клюквой крупноплодной и промежуточных – под таксонами голубик, причем внесение минеральных удобрений способствовало увеличению относительной влажности субстрата.

Наиболее контрастным температурным режимом в условиях эксперимента характеризовалась верхняя часть остаточного слоя торфа. Показано, что ее среднесуточная температура на целинном участке на несколько градусов превышала таковую под посадками клюквы и особенно голубики, при усилении

данных различий к концу вегетационного периода и их ослаблении при продвижении в глубь залежей торфа. Установлено, что под посадками вересковых в результате уплотнения грунта за счет развития их подземных органов и осуществления агротехнических мероприятий наблюдалось сходное по размерам (в 1,4 раза) увеличение объемного веса верхних слоев торфа при возрастании в 2–4 раза порозности аэрации по сравнению с целинным участком, наиболее выраженное под клюквой крупноплодной.

Наряду с этим было показано, что создание агроценозов болотных ягодных растений на этих территориях способствует не только активизации гидрологического режима корнеобитаемой зоны субстрата, но и существенному усилению переработки в ней растительных остатков с пополнением запасов основных элементов питания, в большей степени калия и в меньшей – азота и фосфора, и тем самым оказывает позитивное влияние на уровень ее плодородия.

В условиях опытной культуры сезонные изменения содержания обеих форм легкогидролизуемого азота (нитратной и аммонийной) в торфяном субстрате описывались одновершинной кривой с максимумом в июле, тогда как для подвижных форм фосфора и в меньшей степени калия в основном прослеживалась тенденция к постепенному пополнению их запасов в течение сезона.

Внесение минеральных удобрений приводило к заметному увеличению в корнеобитаемом слое торфа содержания доступных форм основных элементов питания, особенно на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$. Установлена дополнительная мобилизация из органического вещества торфа легкогидролизуемого азота при внесении фосфорно-калийных удобрений и показано, что усвоение растениями основных элементов питания протекает на фоне синергизма между азотом и калием и антагонизма данных элементов с фосфором.

Возделывание вересковых на остаточном слое торфа приводило к повышению в его корнеобитаемой зоне запасов подвижного фосфора в среднем за сезон на 10–185% по сравнению с целинным участком при наибольшем эффекте под голубичным гибридом *Northblue* и голубикой топяной на фоне $P_{16}K_{16}$ и наименьшем – под голубикой высокой и клюквой крупноплодной, а также обуславливало увеличение в нем содержания обменного калия на 11–421%, проявившееся в наибольшей степени под голубикой узколистной и голубичным гибридом *Northblue* и в наименьшей – под голубикой высокорослой. Вместе с тем обогащение субстрата легкогидролизуемым азотом на 27–257% наблюдалось лишь при возделывании некоторых таксонов голубик – топяной, узколистной и особенно межвидового гибрида *Northblue*. Наибольшего своего проявления выявленные эффекты достигали в середине вегетационного периода по завершении формирования вегетативной сферы растений и заметно ослабевали к концу сезона.

Существенное истощение запасов легкогидролизуемого азота в корнеобитаемом слое остаточного торфа – аммиачного на вегетативном и нитратного на

генеративном этапах развития растений – однозначно свидетельствует о необходимости регулярного их восполнения за счет внесения азотных удобрений. Вместе с тем заметное обогащение субстрата на протяжении вегетационного периода подвижным фосфором и обменным калием указывает на отсутствие столь выраженной, как у азота, необходимости их регулярного восполнения за счет внесения минеральных удобрений. С учетом пролонгированного характера извлечения растениями фосфора из суперфосфата его применение вообще может быть ограничено основной заправкой субстрата, по крайней мере в первые годы культивирования растений, а во избежание дисбаланса в нем питательных веществ целесообразно сократить также использование калийных удобрений.

Сравнительное исследование основных характеристик микробиоты верхней части остаточного слоя торфа – биомассы физиологически активных микроорганизмов (ФАМ), интенсивности выделения ими углекислого газа и уровня метаболической активности на открытом целинном участке и под экспериментальными посадками растений в сезонном и многолетнем циклах наблюдений выявило весьма выразительные межвариантные, а также внутри- и межсезонные различия данных показателей, что объясняется не только индивидуальной спецификой условий, создаваемых разными культиварами для развития и функционирования микроорганизмов, но и существенным влиянием на данные процессы абиотических факторов.

Показано, что наиболее выраженной внутри- и межсезонной стабильностью численности микроорганизмов характеризовался корнеобитаемый слой субстрата под целинным участком и под аборигенными видами болотных растений – пушицей влагилищной и голубикой топяной, тогда как для интенсивности дыхания микроорганизмов наибольшие ее значения установлены под посадками голубики узколистной и особенно голубичного гибрида *Northblue*, при наибольшей ее изменчивости под голубикой топяной, особенно при внесении полного минерального удобрения. Наибольшая стабильность метаболической активности микробоценоза установлена под голубикой топяной и клюквой крупноплодной, наименьшая – на целинном участке и под пушицей влагилищной.

Усредненные в многолетнем цикле наблюдений показатели массы ФАМ в рамках эксперимента изменялись в следующих диапазонах: в мае – 235–463, в июле – 234–371, в сентябре – 250–340 мкг С/г почвы, для интенсивности дыхания они составляли соответственно 21–38, 15–26 и 21–40 мкг/г почвы в сутки, для метаболического коэффициента – соответственно 0,05–0,15; 0,06–0,09 и 0,05–0,13. Наиболее высокие значения данных характеристик микробиоты в большинстве вариантов опыта установлены в весенний период, причем в большинстве вариантов опыта прослеживалась общая тенденция их снижения в 1,3–2,0 раза к середине лета, наиболее выраженная для массы ФАМ под голубикой топяной, а для потока CO_2 и метаболической активности – под голубичным гибридом *Northblue*, с последующим их увеличением в 1,1–2,2 раза

в осенний период, особенно под гибридом голубики *Northblue*. При этом для осеннего увеличения микробной биомассы не установлено существенных межвариантных различий, тогда как для интенсивности выделения углекислого газа и метаболической активности данное увеличение в наибольшей степени проявилось соответственно под голубикой узколистной и голубикой топяной (на фоне внесения полного минерального удобрения).

На протяжении вегетационного периода имело место ингибирование развития микробоценозов в корнеобитаемом слое субстрата под посадками болотных растений по сравнению с целинным участком, на что указывали на 9–29% меньшие в первом случае запасы микробной биомассы и на 3–35% меньшие показатели интенсивности дыхания, при наибольших контрастах под голубичным гибридом *Northblue*. На наш взгляд, данное явление следует рассматривать как позитивное, поскольку ограничение развития микрофлоры в зоне действия корневых выделений этих растений при их плантационном выращивании должно способствовать сохранению торфяного слоя от деструктивных изменений при разложении органического вещества, что, собственно, и является одной из основных задач фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений.

Вместе с тем метаболическая активность микробиоты под посадками большинства культиваров в среднем за сезон оказалась на 12–37% выше, чем под целинным участком, что проявилось в наибольшей степени опять же под межвидовым гибридом *Northblue*.

Сравнительное исследование целлюлозолитической активности микробиоты корнеобитаемого слоя торфа в рамках эксперимента выявило существенную зависимость деструкционного звена агроценоза от его флористического состава и фазы сезонного развития растений. На протяжении вегетационного периода изменения данного признака описывались двухвершинной кривой с небольшим максимумом в начале вегетационного периода и наиболее выразительным – в середине лета, при наибольшей внутрисезонной стабильности его значений под целинным участком и под пушицей влагалищной и наименьшей под всеми таксонами голубики. При этом усредненные за вегетационный период показатели целлюлозолитической активности микробиоты изменялись в рамках полевого эксперимента в диапазоне значений от 12% под целинным участком и пушицей влагалищной до 30% под межвидовым гибридом *Northblue* и сортом *Bluecrop* голубики высокорослой. Показано также, что внесение минеральных удобрений под голубику топяную способствовало незначительной активизации целлюлозолитической активности микробиоты на фоне ослабления ее внутрисезонных различий.

Под всеми без исключения таксонами вересковых разрушение целлюлозы в среднем за сезон протекало на 44–156% активней, чем под целинным участком, при наименьших, причем достаточно сходных различиях с ним под голубикой топяной и голубикой узколистной и наибольших – под межвидовым гибридом *Northblue* и сортом *Bluecrop* голубики высокорослой. При этом

сколь-либо выраженных различий в этом плане между целинным участком и вариантом опыта с пушицей влагалишной выявлено не было.

Установлена выраженная обратная взаимосвязь целлюлозолитической активности микробиоты с биомассой ФАМ и интенсивностью дыхания не только в сезонной динамике, но и в характере межвариантных различий, при наличии прямой корреляции со значениями метаболического коэффициента.

Таким образом, полученные результаты убедительно показали, что возделывание болотных ягодных растений сем. *Ericaceae* на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений оказывает существенное позитивное влияние на водно-физические и физико-химические свойства корнеобитаемой зоны субстрата, значительно повышая уровень ее естественного плодородия, за счет высвобождения питательных элементов из прочносвязанного состояния в результате активизации деятельности микробиоты. Вместе с тем деструкционные процессы в зоне действия продуктов метаболизма вересковых, на наш взгляд, не должны привести к разрушению остаточного слоя торфа, поскольку направленность изменений численности микроорганизмов и интенсивности их дыхания в соответствующих им микробоценозах противоположна по знаку изменениям их метаболической, в том числе целлюлозоразрушающей активности, что обеспечивает сбалансированность в нем процессов разрушения и накопления органического вещества.

Результаты многолетних исследований позволили дать объективную оценку всем рассмотренным параметрам жизнедеятельности представителей двух родов сем. *Ericaceae* в условиях опытной культуры на остаточном слое торфа. На их основе был построен следующий ряд снижения интродукционной устойчивости отдельных видов вересковых: *Vaccinium angustifolium* = *Oxycoccus macrocarpus* > *Vaccinium uliginosum* > *Oxycoccus palustris* > *Vaccinium corymbosum* = *Vaccinium vitis-idaea*.

Оказалось, что наиболее предпочтительны для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси голубика узколистная и сорта клюквы крупноплодной, наименее значимы – голубика высокорослая и особенно брусника обыкновенная, при промежуточном положении аборигенных видов клюквы болотной и голубики топяной.

На основании результатов многолетних исследований был разработан комплекс практических мероприятий по закладке производственных плантаций клюквы крупноплодной на выбывших их промышленной эксплуатации торфяных месторождениях, апробация которого была успешно осуществлена в 2010 г. на площади 3 га в крестьянско-фермерском хозяйстве «Ягодка» (Смолевичский р-н Минской обл., бывшее торфопредприятие «Зеленоборское»). Полученные результаты убедительно показали высокую эффективность данных мероприятий, составившую в ценах на 01.12.2010 г. 21,6 млн руб/га при окупаемости затрат в течение 1,1 года.

Таким образом, проведенные исследования хотя и носили сравнительно непродолжительный характер, не только подтвердили предположение о возможности использования болотных ягодных растений сем. *Ericaceae* для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений в северной агроклиматической зоне Беларуси, но и позволили выявить среди них наиболее перспективные виды, способные обеспечить наибольшую результативность данных мероприятий. Вместе с тем остается еще неизученным широкий круг вопросов, касающихся особенностей проведения последних на торфяных субстратах разного уровня трофности, определяющих специфику агротехники возделывания вересковых с применением минеральных удобрений, средств защиты растений от болезней и вредителей и учитывающих влияние на процесс рекультивации этих земель комплекса абиотических факторов. Дальнейшее проведение исследований в русле обозначенных задач позволит разработать комплексную технологию биологического этапа их рекультивации на основе использования дикорастущих и интродуцированных ягодных растений сем. *Ericaceae* для разных агроклиматических зон Беларуси.

**ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ВИДОВ
СЕМЕЙСТВА *ERICACEAE* ПРИ ИНТРОДУКЦИИ
В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

Результаты успешной интродукции трех видов сем. *Ericaceae* – *V. corymbosum* L. (голубика высокорослая), *V. vitis-idaea* L. (брусника обыкновенная) и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. (клюква крупноплодная) – в условиях Беларуси, начатой ЦБС НАН Беларуси еще в 1980-е гг., послужили предпосылкой для их введения в промышленную культуру. Вместе с тем развитие в республике данной отрасли растениеводства тесно связано с необходимостью совершенствования сортимента вересковых на основе выявления таксонов, обладающих наиболее богатым и устойчивым к погодным факторам биохимическим составом плодов. В последние годы коллекция ЦБС НАН Беларуси пополнилась рядом новых интродуцированных сортов обозначенных видов, что предоставило дополнительные возможности для проведения научных исследований в данном направлении.

В 2006–2010 гг. сотрудниками лаборатории химии растений была осуществлена сравнительная оценка параметров накопления широкого спектра полезных веществ в плодах 30 таксонов данного семейства, в том числе 16 сортов *V. corymbosum* L.: из раннеспелых – *Bluetta*, *Northblue*, *Weymouth*, *Duke*, *Reka*, *Earliblue*, *Spartan*, *Puru*, *Nui*; из среднеспелых – *Bluecrop*, *Northland*, *Patriot*, *Toro*, *Jersey*; из позднеспелых – *Elizabeth* и *Coville*; 10 сортов *V. vitis-idaea* L. – *Koralle*, *Red Pearl*, *Рубин*, *Erntedank*, *Erntesegen*, *Erntekrone*, *Ammerland*, *Masovia*, *Sanna*, *Sussi* и 4 сортов *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.) – *Stevens*, *Ben Lear*, *Mc Farlin*, *Pilgrim*. При обозначении набора показателей биохимического состава плодов перечисленных таксонов приоритетное внимание было уделено исследованию общепринятыми методами параметров накопления в них наиболее ценных в физиологическом плане соединений, определяющих качество ягодной продукции: ряда витаминов, органических кислот, углеводов, фенольных соединений, в первую очередь биофлавоноидов, обладающих Р-витаминной активностью, тритерпеноидов и макроэлементов.

Установлены усредненные в многолетнем цикле наблюдений диапазоны варьирования в сортовых рядах *V. corymbosum* L., *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. показатели накопления определявшихся соединений в сухой массе плодов (табл. 12.1). На основании сравнения приведенных диапазонов было установлено, что плоды *V. corymbosum* L. отличались наибольшим среди исследуемых видов вересковых содержанием аскорбиновой и фенолкар-

боновых кислот, фруктозы и сахарозы при наиболее высоком уровне сахаристости. Вместе с тем для них было характерно наименьшее накопление азота, бензойной и свободных органических кислот, глюкозы, протопектина, лейкоантоцианов, катехинов, дубильных веществ и жирных масел. Для *V. vitis-idaea* L. было показано наиболее высокое содержание в плодах сухих веществ, азота, гидропектина, дубильных веществ, растительных липидов, бензойной и тритерпеновых кислот на фоне наименьшего накопления в них собственно антоцианов. Плоды *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. в этом ряду оказались наиболее богаты свободными органическими кислотами, протопектином, антоциановыми пигментами, катехинами и флавонолами, но вместе с тем отличались наименьшим содержанием сухих веществ, кальция, магния, фенолкарбоновых и тритерпеновых кислот, фруктозы и сахарозы при наименьших значениях сахарокислотного индекса. Вместе с тем для диапазонов варьирования в сортовых рядах интродуцентов содержания в плодах лигнинов, фосфора и калия не было выявлено сколь-либо выраженных межвидовых различий. Наряду с этим сходством подобных диапазонов в плодах *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. отмечены параметры накопления витамина С и глюкозы, в плодах *V. corymbosum* L. и *V. vitis-idaea* L. – флавонолов, кальция и магния, в плодах *V. corymbosum* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – гидропектина.

Таблица 12.1. Диапазоны изменений усредненных в многолетнем цикле наблюдений (2006–2009 гг.) для сортовых рядов интродуцентов сем. *Ericaceae* количественных показателей биохимического состава плодов (в сухом веществе)

Показатель	<i>V. corymbosum</i> L.	<i>V. vitis-idaea</i> L.	<i>Oxycoccus macrocarpus</i> (Ait.) Pers.
Сухие вещества, %	11,7–16,7	15,2–16,9	10,7–12,1
Свободные органические кислоты, %	3,8–8,7	13,3–20,2	24,9–29,0
Аскорбиновая кислота, мг%	419,2–614,6	342,5–590,5	408,0–537,5
Глюкоза, %	3,5–5,9	4,9–6,0	4,8–6,2
Фруктоза, %	12,1–14,0	7,8–9,3	4,8–5,7
Сахароза, %	1,7–2,6	1,3–1,8	0,4–0,5
Сумма растворимых сахаров, %	18,5–21,2	14,9–16,7	10,1–11,8
Фруктоза/Глюкоза	2,1–3,8	1,4–1,8	1,3–2,4
Монозы/Дисахарид	8,8–14,2	9,8–11,4	21,9–30,4
Сахарокислотный индекс	2,4–6,4	0,8–1,3	0,4–0,5
Гидропектин, %	1,9–2,6	2,5–2,9	2,0–2,7
Протопектин, %	2,6–3,8	3,0–4,2	4,1–4,9
Сумма пектиновых веществ, %	4,9–6,3	5,6–6,8	6,4–7,4
Протопектин/Гидропектин	1,1–1,8	1,1–1,6	1,8–2,4
Антоцианы, мг%	363,3–1443,5	98,2–373,2	972,2–1885,4
Лейкоантоцианы, мг%	1178,4–2189,9	1944,3–3888,7	2955,8–3770,9
Сумма антоциановых пигментов, мг%	1639,9–3643,2	2081,8–4232,4	4104,8–5096,6
Катехины, мг%	626,3–909,7	694,1–1591,1	1250,4–1499,2
Флавонолы, мг%	1712,9–1983,4	1588,5–2079,5	1998,2–2187,9

Показатель	<i>V. corymbosum</i> L.	<i>V. vitis-idaea</i> L.	<i>Oxycoccus macrocarpus</i> (Ait.) Pers.
Флавонолы/Катехины	2,2–3,1	1,6–3,0	1,4–1,9
Сумма биофлавоноидов, мг%	4301,2–6219,0	4516,3–7601,6	7574,4–8682,0
Фенолкарбоновые кислоты, мг%	631,2–1092,4	569,6–759,0	548,7–605,0
Бензойная кислота, %	1,04–1,32	1,31–1,82	1,39–1,60
Дубильные вещества, %	1,66–2,27	1,71–3,79	2,46–2,72
Лигнины, %	9,9–14,0	10,0–15,5	11,4–13,0
Жирные масла, %	2,60–4,20	4,51–6,16	4,33–4,95
Тритерпеновые кислоты	2,51–3,14	2,57–3,40	2,48–2,99
N, %	0,80–1,08	1,07–1,25	0,90–0,98
P, %	0,11–0,17	0,13–0,16	0,13–0,16
K, %	0,58–0,72	0,64–0,76	0,67–0,72
Ca, %	0,37–0,42	0,35–0,41	0,27–0,29
Mg, %	0,08–0,11	0,09–0,11	0,08–0,09

В результате биохимического скрининга плодов интродуцированных сортов исследуемых видов в многолетнем цикле наблюдений выявлены таксоны с наибольшими и соответственно наименьшими параметрами накопления в них полезных веществ, относящихся к разным классам химических соединений (табл. 12.2, 12.3). При обобщении результатов данных исследований в четырехлетнем цикле наблюдений, как и в отдельные годы, были определены направленность и относительные размеры различий тестируемых таксонов каждого вида с эталонными объектами (районированными сортами) в содержании в плодах полезных веществ. В качестве эталонов сравнения в группах ранне-, средне- и позднеспелых сортов *V. corymbosum* L. использовали сорта *Bluetta*, *Bluecrop* и *Elizabeth*, в сортовых рядах *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. эта роль была отведена сортам *Koralle* и *Stevens* соответственно.

У большинства тестируемых таксонов каждого вида выявлено совпадение направленности различий с соответствующими им эталонными объектами в содержании в плодах исследуемых соединений, степень проявления которых существенно корректировалась видовой и сортовой принадлежностью интродуцентов, а также химической природой исследуемых соединений [1]. При этом для большинства сортов *V. corymbosum* L. было показано отставание от эталонных объектов, соответствующих их группам скороспелости, в накоплении в плодах свободных органических кислот на 17–53%, пектиновых веществ – на 4–20%, а также жирных масел и тритерпеновых кислот – на 6–31 и 4–11% соответственно. Вместе с тем большинство тестируемых таксонов, напротив, превосходили эталонные сорта в накоплении в плодах растворимых сахаров на 4–12%, а также по значениям их сахарокислотного индекса на 35–167%. Для некоторых же характеристик биохимического состава плодов голубики высокорослой в зависимости от скороспелости сортов были показаны разноориентированные тенденции в характере различий с эталонными объектами.

Таблица 12.2. Интродуцированные сорта *V. sorbitifolium* L. с наибольшим (max.) и наименьшим (min.) в таксономическом ряду содержанием в плодах полезных веществ

Показатель	Раннеспелые сорта						Среднеспелые сорта						Позднеспелые сорта			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Сухие вещества, %		min.					max.									
Свободные органические кислоты, %					max.	min.				max.						max.
Витамин С, мг%					max.						max.					min.
Глюкоза, %									min.				max.			max.
Фруктоза, %		max.		max.										min.		
Сахароза, %	min.			max.										max.		max.
Сумма растворимых сахаров, %				max.				min.								max.
Сахарокислотный индекс				max.		min.	max.							max.		max.
Гидропектин, %				min.			min.							max.		
Протопектин, %			max.		max.						min.	min.		max.		
Сумма пектиновых веществ, %				min.							min.	min.		max.		max.
Сумма антоциановых пигментов, мг%								min.	max.	min.	max.					
Катехины, мг%						min.		max.		min.			max.			max.
Флавонолы, мг%		max.		max.						max.	min.					min.
Сумма биофлавоноидов, мг%		max.		max.		min.			max.	min.						min.
Фенолкарбоновые кислоты, мг%			min.						max.	min.						max.
Бензойная кислота, %						min.			max.	min.						
Дубильные вещества, %	min.				max.											max.
Лигнины, %						min.										
Жирные масла, %	max.			max.									min.	max.		
Тритерпеновые кислоты, %	max.									max.	max.					min.
N, %				max.						min.						
P, %	min.			min.										max.		
K, %							min.									max.
Ca, %				max.					min.							
Mg, %				max.			max.			min.						

Примечание. Обозначения сортов: 1 – *Blueetta*, 2 – *Northblue*, 3 – *Weymouth*, 4 – *Duke*, 5 – *Reka*, 6 – *Earliblue*, 7 – *Spartan*, 8 – *Puru*, 9 – *Nui*, 10 – *Bluestop*, 11 – *Northland*, 12 – *Patriot*, 13 – *Toro*, 14 – *Jersey*, 15 – *Elizabeth*, 16 – *Coville*.

Таблица 12.3. Интродуцированные сорта *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. с наибольшим (max.) и наименьшим (min.) в таксономических рядах содержанием в плодах полезных веществ

Показатель	<i>V. vitis-idaea</i> L.						<i>Oxycoccus macrocarpus</i> (Ait.) Pers.							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сухие вещества, %			max.	min.	min.	min.	max.		max.		max.	min.	max.	
Свободные органические кислоты, %			min.	max.	min.	max.					min.	max.	min.	max.
Витамин С, мг%	min.				max.	max.				min.	min.	max.		max.
Глюкоза, %				max.					min.		min.			max.
Фруктоза, %	min.		max.		max.	max.				max.	min.			
Сахароза, %	min.		max.		max.	max.				min.	min.	max.		
Сумма растворимых сахаров, %	min.		max.		max.	max.				min.	max.	min.	max.	max.
Сахарокислотный индекс	max.			min.	max.	max.				min.	min.	max.	max.	
Гидропектин, %		max.		min.	min.	min.		max.	min.	max.		max.	min.	min.
Протопектин, %	max.							max.	min.			max.	min.	
Сумма пектиновых веществ, %					min.	min.		max.	min.			max.	min.	
Сумма антоциановых пигментов, мг%					min.	min.			max.			max.	min.	
Катехины, мг%					min.	min.			max.		min.	max.		
Флавонолы, мг%	min.		max.		min.	min.			max.		min.	min.	max.	
Сумма биофлавоноидов, мг%		max.	max.		min.	min.		max.	min.	min.	min.		max.	max.
Фенолкарбоновые кислоты, мг%		max.		min.								max.	min.	max.
Бензойная кислота, %					min.	max.			min.			min.	max.	max.
Дубильные вещества, %			max.		min.	min.						min.	max.	max.
Лигнины, %			min.					max.				min.	max.	max.
Жирные масла, %		max.									min.	min.	min.	max.
Триглицериды, %			max.					min.				min.	min.	max.
N, %	min.		max.									max.	min.	
P, %												min.	max.	
K, %	min.			max.							min.	max.	max.	
Ca, %	min.					max.						max.	min.	
Mg, %	min.				max.					min.		max.	max.	max.

Примечание. Обозначения сортов: 1 – Koralle, 2 – Red Pearl, 3 – Рубин, 4 – Erntedank, 5 – Ernteseegen, 6 – Erntekrone, 7 – Ammerland, 8 – Masovia, 9 – Sanna, 10 – Sussi, 11 – Stevens, 12 – Ben Lear, 13 – Mc Farlin, 14 – Pilgrim.

К примеру, если большинство раннеспелых сортов уступали сорту *Bluetta* в накоплении в плодах витамина С на 5–19%, то основная часть среднеспелых сортов, напротив, превосходила соответствующий им эталонный сорт *Bluecrop* по данному признаку на 22–24%. Аналогичная этой картина наблюдалась и в биофлавоноидном комплексе плодов голубики для фракций антоциановых пигментов и катехинов. В обоих случаях большинство ее раннеспелых сортов уступали эталонному сорту в содержании в плодах данных соединений на 17–44 и 7–17% соответственно, тогда как основная часть среднеспелых сортов, напротив, превосходила свой эталонный объект в их накоплении на 25–86 и 5–25% соответственно. Что касается флавонолов, то наиболее выразительные различия с эталонными значениями в их содержании выявлены у среднеспелых сортов голубики, отстававших от них по данному признаку на 9–14%, тогда как большинство раннеспелых сортов характеризовались сходными с сортом *Bluetta* параметрами накопления в плодах данных соединений.

Противоположная направленность различий с районированными сортами у ранне- и среднеспелых сортов *V. corymbosum* L. установлена также для параметров накопления в плодах фенолкарбоновых и бензойной кислот, дубильных веществ и лигнинов. Если большинство ранних сортов характеризовались более высоким, чем у сорта *Bluetta*, содержанием в плодах указанных кислот и танинов – на 6–20, 4–11 и 7–32% соответственно, то практически все среднеспелые сорта превосходили сорт *Bluecrop* в их накоплении на 5–19, 17–21 и 4–11% соответственно. Степень же лигнификации тканей плодов большинства раннеспелых сортов голубики, напротив, оказалась на 14–20% ниже, чем у эталонного сорта, тогда как у среднеспелых сортов – на 8–12% выше. Расхождения тестируемых таксонов голубики с эталонными сортами в макроэлементном составе плодов оказались не столь выразительными, как в содержании рассмотренных выше соединений.

Для параметров накопления большинства исследуемых соединений в плодах интродуцированных сортов *V. vitis-idaea* L. выявлено заметное превышение эталонных значений, имевшее, как правило, общий характер для всех тестируемых таксонов данного вида. Так, большинство из них отличались от сорта *Koralle* достоверно более высокими параметрами накопления в плодах сухих веществ (на 4–8%), свободных органических кислот (на 6–42%), витамина С (на 6–72%), растворимых сахаров (на 6–12%), биофлавоноидов (на 15–48%), фенолкарбоновых, бензойной и тритерпеновых кислот (на 4–32, 5–31 и 4–26% соответственно), дубильных веществ (на 15–85%), растительных липидов (на 8–19%), а также всех макроэлементов. Вместе с тем для подавляющего большинства тестируемых таксонов *V. vitis-idaea* L. было отмечено отставание от эталонного сорта на 5–18% в общем содержании в плодах пектиновых веществ и на 8–24% – в содержании лигнинов. Показано, что при более активном, чем у сорта *Koralle*, накоплении в их плодах растворимых сахаров, более высокое содержание у большинства из них свободных органических кислот обуслови-

ло ухудшение их органолептических свойств, что подтверждалось более низкими значениями сахарокислотного индекса плодов.

Для сортового ряда *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers., представленного всего тремя тестируемыми объектами, в характере различий с эталонным сортом *Stevens* в содержании в плодах большинства полезных веществ также была выявлена определенная общность тенденций, заключающаяся в превышении эталонного уровня накопления свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот на 8–14, 18–32 и 5–8% соответственно, растворимых сахаров – на 14–18%, пектиновых веществ – на 8–13%, антоциановых пигментов – на 14–22%, катехинов – на 18–20%, дубильных веществ – на 5–8%, жирных масел и тритерпеновых кислот – на 4–14 и 7–16% соответственно, а в комплексе макроэлементов – фосфора и магния (на 23 и 12% соответственно). Вместе с тем для части компонентов биохимического состава плодов тестируемых сортов клюквы крупноплодной – содержания в них сухих веществ, сахарозы, флавонолов, бензойной кислоты, лигнинов, азота и кальция, напротив, было показано достоверное отставание от эталонных значений. При этом одновременная активизация у тестируемых таксонов клюквы биосинтеза в плодах растворимых сахаров и свободных органических кислот по сравнению с эталонным сортом обусловила сопоставимость значений их сахарокислотного индекса, указывающую на сходство органолептических свойств.

Для выявления таксонов вересковых, наиболее перспективных для практического использования по показателям качества ягодной продукции, нами предложен оригинальный методический подход, позволивший интегрировать в конечном результате ответ растений на комплексное влияние биотических и абиотических факторов. Логическая основа этого подхода предполагала ежегодное сравнение 26 количественных показателей биохимического состава плодов тестируемых сортов каждого вида с таковыми районированных сортов, принятых в качестве эталонов сравнения. На основании сопоставления усредненных в многолетнем цикле данных о количестве, относительных размерах, амплитуде и соотношениях разноориентированных статистически достоверных различий с последними была определена последовательность исследуемых таксонов в рядах снижения их контрастности с эталонными объектами в содержании в плодах определявшегося набора полезных веществ, а также в рядах снижения степени их преимуществ в качестве ягодной продукции.

Анализ данных рядов показал, что среди таксонов *V. corymbosum* L. наиболее выразительные различия с эталонными объектами в содержании в плодах полезных веществ установлены у сортов *Earliblue*, *Puru*, *Spartan* и *Jersey*, наименьшие – у сортов *Reka*, *Northblue* и *Toro*. При этом абсолютное большинство тестируемых таксонов *V. corymbosum* L. в разной степени превосходило соответствующие их группам скороспелости эталонные сорта *Bluetta*, *Bluecrop* и *Elizabeth* в содержании в плодах определявшихся соединений. Наблюдавшееся у большинства сортов превышение относительных размеров положительных различий с эталонными объектами в биохимическом составе плодов по

сравнению с таковыми отрицательных позволяет считать их весьма перспективными для практического использования, при приоритетном значении сортов *Reka*, *Northblue*, *Duke*, *Weymouth*, *Jersey*, *Northland*, *Patriot* и *Coville*. Наименее же привлекательными в этом плане были признаны сорта *Earliblue*, *Puru* и *Toro*.

Среди таксонов *V. vitis-idaea* L. наиболее выразительные различия с эталонным сортом *Koralle* в содержании в плодах полезных веществ установлены у сортов *Рубин*, *Sanna* и *Red Pearl*, наименее выразительные – у сортов *Erntesegen* и особенно *Sussi*. При этом все тестируемые таксоны брусники обыкновенной с разным отрывом превосходили районированный сорт *Koralle* по совокупности преимуществ в биохимическом составе плодов, что позволяет их считать весьма перспективными для практического использования по данному признаку, при лидирующем положении сортов *Рубин*, *Red Pearl* и *Masovia*. Наименее же привлекательными в этом плане представляются сорта *Sussi* и *Erntesegen*.

Все тестируемые сорта *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. со значительным отрывом и в разной степени превосходили районированный сорт *Stevens* по содержанию в плодах полезных веществ, при лидирующем положении сорта *Pilgrim* и наименее выраженных преимуществах у сорта *Ben Lear*. Преваляирование позитивных отклонений от эталонного уровня параметров накопления в их плодах большинства определявшихся соединений позволяет считать исследуемые сорта клюквы весьма перспективными для практического использования, но приоритет в этом плане остается за сортами *Pilgrim* и *McFarlin*.

На основании сравнения усредненных в четырехлетнем цикле наблюдений уровней вариабельности анализируемых признаков в пределах таксономических рядов исследуемых видов сем. *Ericaceae* определены внутри- и межвидовые различия степени генетической детерминированности количественных характеристик биохимического состава их плодов [6], показавшие, что наименее выраженные генотипические (сортовые) различия у *V. corymbosum* L. характерны для содержания в плодах фруктозы и суммарного количества растворимых сахаров, флавонолов и общего количества биофлавоноидов, содержания бензойной и тритерпеновых кислот, а также большинства макроэлементов, тогда как наиболее выраженные – для содержания в них титруемых кислот, витамина С, сахарозы, отдельных фракций и общего количества антоциановых пигментов, значений сахарокислотного индекса плодов, а также для ряда соотношений – содержания моноз, фракций пектиновых веществ и фракций биофлавоноидов.

Наименее выраженные генотипические различия у *V. vitis-idaea* L. установлены для содержания в плодах сухих веществ, макроэлементов, глюкозы и общего количества растворимых сахаров, содержания пектиновых веществ, в первую очередь гидропектина, тогда как наиболее выраженные – для содержания в них биофлавоноидов, в том числе обеих фракций антоциановых пигментов и катехинов, витамина С, дубильных веществ, соотношений фракций

пектиновых веществ и биофлавоноидов, а также значений сахарокислотного индекса плодов.

Наименее выраженные генотипические различия у *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. установлены для содержания в плодах сухих веществ, азота, калия, кальция, растворимых сахаров, биофлавоноидов, в том числе флавонолов, фенолкарбоновых кислот, дубильных веществ и растительных липидов, тогда как наиболее значительные – для содержания в них сахарозы и соотношений фракций растворимых сахаров, гидропектина и соотношения фракций пектиновых веществ, отдельных фракций и общего количества антоциановых пигментов, а также катехинов и его соотношения с таковым флавонолов.

Вместе с тем для ряда характеристик биохимического состава плодов исследуемых видов вересковых выявлено сходство уровней генотипической изменчивости. Так, независимо от видовой принадлежности интродуцентов, наименее выразительными в сортовых рядах оказались сортовые различия в общем содержании в плодах растворимых сахаров, флавонолов, калия, кальция и магния; у *V. corymbosum* L. и *V. vitis-idaea* L. – в содержании фруктозы; у *V. corymbosum* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – в общем количестве биофлавоноидов; у *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – в содержании азота, фосфора, сухих и пектиновых веществ. Средней степенью изменчивости у всех видов были отмечены лишь параметры накопления в плодах бензойной кислоты и лигнинов; у *V. corymbosum* L. и *V. vitis-idaea* L. – таковые протопектина и тритерпеновых кислот; у *V. corymbosum* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – содержание гидропектина и катехинов; у *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – **соотношения моноз и фракций пектиновых веществ**, а также показатель сахарокислотного индекса плодов. При этом наиболее существенные генотипические различия у всех исследуемых видов вересковых были установлены для параметров накопления в плодах собственно антоцианов, у *V. corymbosum* L. и *V. vitis-idaea* L. – для содержания в них витамина С, лейкоантоцианов и общего количества антоциановых пигментов, а также для соотношения содержания флавонолов и катехинов; у *V. corymbosum* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – **для содержания сахарозы и отношения к ней содержания моноз**.

На основании сравнения уровней изменчивости в многолетнем цикле наблюдений количественных характеристик биохимического состава плодов исследуемых таксонов вересковых определены внутри- и межвидовые различия степени их зависимости от гидротермического режима сезона [2]. Установлено, что у *V. corymbosum* L. наименьшей степенью данной зависимости отличаются параметры накопления в плодах сухих и пектиновых веществ, лигнинов, бензойной кислоты и макроэлементов, за исключением калия, флавонолов и биофлавоноидов в целом, тогда как наибольшей – содержание в них свободных органических кислот, фруктозы, сахарозы, дубильных веществ, отдельных фракций и общее количество антоциановых пигментов, а также значения са-

харокислотного индекса плодов и соотношения в них количеств флавонолов и катехинов, моноз и дисахарида.

У *V. vitis-idaea* L. **наименее выразительные межсезонные различия, указывающие на слабую степень зависимости от погодных факторов, установлены для содержания в плодах сухих веществ, растворимых сахаров, в том числе глюкозы, обеих фракций пектиновых веществ, лигнинов, жирных масел и тритерпеновых кислот, азота, фосфора и кальция, тогда как наиболее выразительные – для содержания в них витамина С, бензойной кислоты, дубильных веществ, сахарозы, антоциановых пигментов, катехинов и их соотношения с флавонолами, а также соотношения моноз и дисахарида.**

Наименьшая степень зависимости от абиотических факторов у *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. установлена для содержания в плодах сухих веществ, витамина С, пектиновых веществ, в том числе гидропектина, лигнинов и всех макроэлементов, тогда как наибольшая – для содержания в них фруктозы, дубильных веществ, антоциановых пигментов, катехинов и флавонолов, а также для показателя сахарокислотного индекса и соотношений фракций растворимых сахаров.

Вместе с тем был обозначен ряд показателей биохимического состава плодов, обладавших наименьшим и соответственно наибольшим уровнями изменчивости в многолетнем цикле наблюдений, либо у всех, либо у пары видов сем. *Ericaceae*. Так, у всех видов интродуцентов наименьший уровень подобной изменчивости, свидетельствующий о слабой зависимости от внешних воздействий, установлен для параметров накопления в плодах сухих и пектиновых веществ, лигнинов, азота, фосфора и кальция, тогда как наибольший – для содержания в них дубильных веществ, флавонолов, катехинов и антоциановых пигментов, в том числе собственно антоцианов, а также соотношений фракций растворимых сахаров. Общий характер для *V. corymbosum* L. и *V. vitis-idaea* L. **имел высокий уровень изменчивости в многолетнем ряду содержания в плодах сахарозы и лейкоантоцианов, тогда как для *V. corymbosum* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – низкий уровень подобной изменчивости для содержания в плодах магния и высокий – для содержания в них фруктозы и показателя сахарокислотного индекса. Общим для *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. явился низкий уровень изменчивости содержания в плодах гидропектина и высокий – содержания в них катехинов.**

На основании сравнения в сортовых рядах интродуцентов средневзвешенных для совокупности анализируемых признаков значений коэффициентов вариации, дающих интегральное представление о степени их изменчивости в многолетнем цикле наблюдений, выявлены таксоны, обладающие наибольшей и соответственно наименьшей устойчивостью биохимического состава плодов в целом к абиотическим факторам. Установлено, что раннеспелые сорта *V. corymbosum* L., особенно *Reka*, *Puru* и *Nui*, обнаружили более высокую, чем позднеспелые и большинство среднеспелых сортов, общую устойчивость биохимического состава плодов к гидротермическому режиму сезона. Наименее

нее же устойчивыми в этом плане в группе ранних сортов голубики оказались сорта *Spartan* и *Northblue*. Среди среднеспелых сортов голубики высокорослой наибольшей стабильностью биохимического состава плодов в многолетнем цикле наблюдений характеризовались сорта *Bluecrop* и *Patriot*, наименьшей – сорта *Northland*, *Toro* и *Jersey*.

В сортовом ряду *V. vitis-idaea* L. наибольшей устойчивостью биохимического состава плодов к абиотическим факторам отмечены сорта *Рубин*, *Koralle* и *Sussi*, тогда как наименьшей, причем одинаковой, – сорта *Erntekrone*, *Erntesege*n и *Masovia*.

Среди таксонов *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. наибольшей стабильностью биохимического состава плодов в многолетнем цикле наблюдений характеризовался сорт *Ben Lear*, тогда как наименьшей – сорт *Stevens*.

При этом среди видов сем. *Ericaceae* наиболее выраженная устойчивость биохимического состава плодов к комплексному воздействию абиотических факторов установлена у *V. vitis-idaea* L., наименьшая – у *V. corymbosum* L.

На основе сравнительного исследования степеней влияния биотического и абиотических факторов на изменчивость 32 количественных характеристик биохимического состава плодов исследуемых таксонов сем. *Ericaceae* в многолетнем цикле наблюдений установлено преобладание влияния на нее генотипа в 24% случаев, тогда как внешних воздействий – в 76% случаев, при частичном совпадении выявленных эффектов у исследуемых видов интродуцентов [5]. При этом проявление более выраженной зависимости от генотипа, нежели от абиотических факторов, у *V. corymbosum* L. установлено для содержания в плодах сухих и пектиновых веществ, витамина С, лигнинов, свободных органических, бензойной и фенолкарбоновых кислот; у *V. vitis-idaea* L. – для содержания в плодах свободных органических кислот, глюкозы, пектиновых и дубильных веществ, лигнинов, азота, антоциановых пигментов и общего количества биофлавоноидов; у *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers – для содержания в плодах фосфора, витамина С, сахарозы, гидропектина и собственно антоцианов.

Подводя итоги сравнительной оценки биохимического состава плодов 30 интродуцированных в условиях Беларуси сортов трех видов сем. *Ericaceae* по 32 показателям в четырехлетнем цикле наблюдений, следует заключить, что из 16 сортов *V. corymbosum* L. (*Bluetta*, *Northblue*, *Weymouth*, *Duke*, *Reka*, *Earliblue*, *Spartan*, *Puru*, *Nui*, *Bluecrop*, *Northland*, *Patriot*, *Toro*, *Jersey*, *Elizabeth* и *Coville*) наиболее перспективными для практического использования по содержанию в плодах полезных веществ представляются сорта *Reka*, *Northblue*, *Duke*, *Weymouth*, *Jersey*, *Northland*, *Patriot* и *Coville*, наименее перспективными – сорта *Earliblue*, *Puru* и *Toro*, при промежуточном положении сортов *Bluetta*, *Spartan*, *Nui*, *Bluecrop* и *Elizabeth*. При этом наибольшей устойчивостью биохимического состава плодов в целом к комплексному воздействию абиотических факторов отмечены сорта *Reka*, *Puru*, *Nui*, *Bluecrop* и *Patriot*, наименьшей – сорта *Spartan*, *Northblue*, *Northland*, *Toro* и *Jersey*. Таким обра-

зом, два наиболее перспективных сорта – *Reka* и *Patriot* – наряду с высоким уровнем питательной и витаминной ценности плодов обладали также повышенной устойчивостью их биохимического состава к гидротермическому режиму вегетационного периода.

Среди 10 сортов *V. vitis-idaea* L. (*Koralle*, *Red Pearl*, *Рубин*, *Erntedank*, *Erntesege*, *Erntekrone*, *Ammerland*, *Masovia*, *Sanna*, *Sussi*) наиболее высоким содержанием в плодах полезных веществ характеризовались *Рубин*, *Red Pearl* и *Masovia*, наименьшим – *Koralle*, *Sussi* и *Erntesege*, при промежуточном положении сортов *Erntedank*, *Erntekrone*, *Ammerland* и *Sanna*. При этом наиболее выраженной устойчивостью биохимического состава плодов в целом к комплексному воздействию абиотических факторов отмечены сорта *Рубин*, *Koralle* и *Sussi*, наименьшей – сорта *Erntekrone*, *Erntesege* и *Masovia*. Таким образом, лишь для одного из наиболее перспективных для практического использования по уровню питательной и витаминной ценности плодов сорта *Рубин* была показана также повышенная устойчивость биохимического состава к гидротермическому режиму вегетационного периода.

Среди четырех таксонов *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – *Stevens*, *Ben Lear*, *McFarlin*, *Pilgrim* – наиболее высоким содержанием в плодах полезных веществ характеризовались сорта *McFarlin* и *Pilgrim*, наименьшим – районированный сорт *Stevens*, при промежуточном положении сорта *Ben Lear*. Вместе с тем наибольшей стабильностью биохимического состава плодов в многолетнем цикле наблюдений обладал сорт *Ben Lear*, наименьшей – сорт *Stevens*. Лидирующие в сортовом ряду по уровню питательной и витаминной ценности плодов сорта *McFarlin* и *Pilgrim* занимали в этом плане промежуточное положение.

На основании результатов этих исследований были изданы и внедрены в системе Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь два вида методических рекомендаций по совершенствованию сортиментов голубики высокорослой и брусники обыкновенной на основе культивирования сортов с высоким содержанием полезных веществ в ягодной продукции [3, 4].

Проведение комплексной оценки биохимического состава плодов *V. corymbosum* L., *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. по столь широкому набору показателей в многолетнем цикле наблюдений позволило провести исследование взаимозависимости его отдельных компонентов с определением силы и направления выявленных между ними парных корреляционных связей [7]. В результате были выявлены показатели, обладающие максимальным количеством наиболее сильных связей с другими показателями, что послужило основанием для использования их в качестве своеобразных «индикаторов», которые, в зависимости от направления связи, можно использовать для прогнозирования возможных изменений в содержании в плодах тех или иных тесно связанных с ними полезных веществ. Это позволило бы существенно сократить объемы дорогостоящих аналитических работ при определении качества ягодной продукции исследуемых видов вересковых.

Установлено, что из более чем 350 статистических связей на долю наиболее сильных положительных связей с абсолютными значениями коэффициента корреляции $r > 0,70$ в плодах *V. corymbosum* L. приходилось 73, или 20,8%; в плодах *V. vitis-idaea* L. – 76, или 21,7%, в плодах *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – 65, или 18,5%, тогда как на долю аналогичных отрицательных связей – соответственно 65, или 18,5%; 58, или 16,5%, и 37, или 10,6%. При этом в структуре корреляционных связей наименьшим долевым участием наиболее тесных из них отличалась клюква крупноплодная, при примерно одинаковом их участии у голубики высокорослой и брусники обыкновенной. В подавляющем большинстве случаев наиболее тесные связи между анализируемыми признаками носили индивидуальный для каждого вида характер, что свидетельствовало об их выраженной видоспецифичности, и лишь для незначительной части из них (примерно по 18%) отмечено их совпадение у двух либо трех видов вересковых. При этом наибольшим и примерно одинаковым числом совпадений отмечены положительные корреляционные связи в плодах голубики и клюквы, а также брусники и клюквы, тогда как отрицательные связи – в плодах голубики и брусники, а также брусники и клюквы. Наличие данной общности, скорее всего, обусловлено сходством тенденций во взаимопревращениях химических соединений в обменных процессах при созревании плодов этих видов. При этом абсолютное количество тесных отрицательных связей, имеющих общий характер для всех либо двух исследуемых видов, оказалось в 1,4 раза меньшим, чем положительных.

Вместе с тем при анализе индивидуальных для каждого исследуемого вида взаимозависимостей компонентов биохимического состава плодов было установлено наличие у каждого анализируемого показателя от 0 до 8 сильных связей с другими показателями. Это позволило, используя признаки с наибольшим количеством связей, обозначить своего рода признаки-«индикаторы», с помощью которых становилось возможным прогнозирование предполагаемых изменений связанных с ними признаков. Определив аналитическим путем содержание в плодах перечисленных соединений в интересующий нас конкретный сезон и ориентируясь на усредненные в многолетнем цикле наблюдений (2006–2009 гг.) показатели биохимического состава плодов участвовавших в биохимическом скрининге таксонов вересковых, используемых в качестве эталонных значений, приведенные в монографии [7], можно установить основные тенденции в изменении содержания в них данных соединений, обозначенных в качестве признаков-«индикаторов». При этом направленность данных изменений будет совпадать с таковой признаков-«индикаторов» при наличии с ними положительной корреляционной связи и будет противоположной по знаку при наличии отрицательной связи.

У *V. corymbosum* L. к наиболее информативным признакам-«индикаторам», характеризваемым наибольшим числом сильных положительных корреляционных связей, следовало отнести параметры накопления в плодах титруемых кислот (7 связей), фруктозы (8), гидропектина (6) и протопектина (7). К наи-

более информативным признакам-«индикаторам», характеризующимся наибольшим числом сильных отрицательных корреляционных связей, можно отнести содержание катехинов (7) и значения сахарокислотного индекса (8).

У *Vaccinium vitis-idaea* L. к наиболее информативным признакам-«индикаторам», характеризующимся наибольшим числом сильных положительных корреляционных связей, отнесены параметры накопления в плодах свободных органических кислот (8 связей), гидропектина (7), сухих веществ (7), витамина С (6) и глюкозы (6). К признакам-«индикаторам» с наибольшим количеством тесных отрицательных связей с другими признаками в плодах *Vaccinium vitis-idaea* L. были отнесены содержание сухих веществ (4) и титруемых кислот (5).

У *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers., характеризовавшейся значительно меньшим, чем у двух предыдущих видов вересковых, количеством тесных корреляционных связей, к наиболее информативным признакам-«индикаторам», обладающим наибольшим числом сильных положительных связей, следовало отнести содержание в плодах фруктозы (7 связей), сахарозы (6) и общее количество растворимых сахаров (6), а также признаки, имеющие по 5 подобных связей – параметры накопления в них витамина С, собственно антоцианов и значения сахарокислотного индекса. К признакам-«индикаторам», обладающим наибольшим количеством тесных отрицательных связей с другими признаками в плодах *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers., следовало отнести содержание гидропектина (5) и глюкозы (4).

Показана возможность прогнозирования у всех видов вересковых предполагаемых изменений в содержании в плодах ряда веществ с помощью разных признаков-«индикаторов», что создает дополнительные возможности для получения наиболее объективной картины данных изменений.

На основании результатов ежемесячного исследования с мая по сентябрь структуры парных корреляционных связей между 27 показателями биохимического состава плодов *V. corymbosum* L., *V. vitis-idaea* L. и *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. и некоторыми характеристиками гидротермического режима сезона – средней температурой воздуха, количеством атмосферных осадков, гидротермическим коэффициентом, а также суммой температур выше 0, 5, 10 и 15 °С, выявлены характеристики, наиболее значимые для прогнозирования возможных изменений в содержании в плодах тех или иных соединений [7].

Установлено, что из 729 статистических связей, выявленных для каждого исследуемого вида, на долю наиболее сильных ($r > 0,70$) приходилось от 22,9% в плодах *V. corymbosum* L. до 26,6% в плодах *V. vitis-idaea* L. Остальная их часть характеризовалась средней, умеренной, слабой и очень слабой силой. При этом в подавляющем большинстве случаев наиболее тесные связи между анализируемыми признаками носили индивидуальный для каждого вида характер, и лишь для незначительной их части (18,3%) отмечено совпадение у двух либо у трех видов вересковых, указывающее на сходство их от-

ветной реакции на изменение того или иного гидротермического параметра. При этом наибольшим количеством совпадений отмечены корреляционные связи в плодах брусники и клюквы (45, или 8,2%), тогда как наименьшим (7, или 1,3%) – в плодах голубики и клюквы, при промежуточном, причем одинаковом количестве совпадений (по 24, или по 4,4%) в плодах голубики и брусники, а также в плодах всех трех видов.

На основании анализа сезонных изменений сильных корреляционных связей между показателями биохимического состава плодов интродуцентов и характеристиками гидротермического режима сезона выявлены доминирующие факторы и обозначены наиболее значимые сроки их воздействия на темпы накопления в плодах наибольшего количества полезных веществ.

Показано, что при практически одинаковом у видов сем. *Ericaceae* количестве выявленных за вегетационный период сильных прямых и обратных корреляционных связей со среднемесячной температурой воздуха (37–38 связей), наибольшее их число у *V. corymbosum* L. приходилось на май–июль, у *Vaccinium vitis-idaea* L – на август, у *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – на июль, что указывало на приоритетное значение данного температурного фактора в формировании биохимического состава их плодов именно в эти сроки. Наименьшее же влияние среднемесячной температуры воздуха на накопление полезных веществ в плодах всех видов вересковых отмечено в сентябре. При этом в мае и сентябре установлена наиболее выраженная зависимость их биохимического состава от суммы температур выше 5 °С, в сентябре – выше 10 °С, в мае – выше 15 °С. Для двух последних градаций температуры наиболее выразительно данная зависимость проявилась в плодах голубики и клюквы. В наименьшей степени сезонные различия в уровне данной зависимости обозначились для суммы температур выше 0 °С.

При общем количестве выявленных за вегетационный период у исследуемых видов тесных связей между содержанием в плодах полезных веществ и количеством атмосферных осадков (от 30 у голубики до 35 и 37 у брусники и клюквы), наибольшее их число у первой из них приходилось на июль и сентябрь, тогда как у вторых – на август.

Показана возможность прогнозирования у всех видов вересковых предполагаемых изменений в темпах накопления в плодах отдельных соединений, в зависимости от изменения соответствующих характеристик гидротермического режима в период формирования их биохимического состава.

Подводя итоги многолетних комплексных исследований качества плодов 30 таксонов трех видов сем. *Ericaceae*, можно заключить, что в условиях интродукции в Белорусском регионе все они характеризовались весьма высокими параметрами накопления широкого набора полезных веществ, что указывает на их значительную питательную и витаминную ценность и свидетельствует о целесообразности широкомасштабного культивирования наиболее перспективных сортов на территории нашей страны.

**КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ:
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ**

Наряду с традиционными методами вегетативного и генеративного размножения растений существует относительно новый метод клонального микроразмножения. Термином «клональное микроразмножение» называют массовое бесполое размножение растений в культуре клеток и тканей, при котором полученные растения генетически идентичны исходному экземпляру. В его основе лежит уникальная способность растительной клетки под экспериментальным воздействием дать начало целому растительному организму.

В исследованиях по культуре клеток и тканей можно выделить два направления: фундаментальное, связанное с углубленным исследованием биологии культивируемой клетки, особенностями ее дифференциации, роста, метаболизма, генетической и эпигенетической изменчивости, и прикладное, ставящее своей целью решение задач, возникающих в генетике, селекции, растениеводстве.

В настоящее время неоспоримо преимущество клонального микроразмножения перед традиционными методами вегетативного и генеративного размножения растений. Разнообразны области его применения: сельское и лесное хозяйство, цветоводство, медицинская и пищевая промышленность. В последнее время намечается тенденция к их расширению: сохранение редких и исчезающих видов растений (охрана окружающей среды). В мировой практике успешно применяется размножение растений в стерильной культуре с целью получения здорового посадочного материала.

Метод клонального микроразмножения взят на вооружение неслучайно – он экономически выгоден. Использование этого метода позволяет увеличить коэффициент размножения до 1 000 000 растений в год с одного маточного экземпляра, что в сотни тысяч раз больше по сравнению с обычными методами размножения. Так, из одного растения герберы, земляники, хризантемы, розы при размножении их посредством культуры ткани можно получить в год свыше 1 млн растений. Этот метод незаменим в селекции, так как сокращает сроки получения товарной продукции до 3–4 лет вместо 10–12 и позволяет получить здоровый посадочный материал, добиться ускоренного перехода от ювенильной фазы развития растения к репродуктивной, поддерживать рост растений круглый год, размножать растения, которые вегетативно не размножаются или размножаются с трудом, экономить площади теплиц, занятые под маточные растения, обеспечивает возможность круглогодичного размноже-

ния посадочного материала независимо от сезона года, продолжительную сохранность его с использованием минимальных объемов холодильных камер, устраняет риск, связанный с питомниководческой практикой (повреждение болезнями, вредителями, заморозками и др.).

Учитывая требования времени, клональное микроразмножение растений как одно из приоритетных направлений биотехнологии успешно развивается в ЦБС НАН Беларуси. С 1987 по 1997 г. координатором данного направления выступал его директор, член-корреспондент НАН Беларуси Е. А. Сидорович, с 1998 по 2009 г. – академик В. Н. Решетников. С 2009 г. по настоящее время работу по координации научных исследований в этой области осуществляет директор ЦБС НАН Беларуси доктор биологических наук В. В. Титок.

Регенерировать растение можно несколькими методами: 1) через активацию пазушных меристем; 2) индукцию соматического эмбриогенеза в каллусной культуре; 3) дифференциацию почек в каллусной культуре; 4) соматический эмбриогенез в ткани экспланта; 5) дифференциацию почек в ткани экспланта [1].

Регенеранты, полученные через каллусную культуру (из соматических зародышей или почек), как правило, вызывают сомнения в их генетической стабильности. К сожалению, в литературе до сих пор не существует четкого разграничения взглядов по вопросу, при каком методе регенерации можно получить генетически стабильный материал, а при каком – вариабельный. Однако, несмотря на всю сложность проблемы, касающейся качества регенерантов, полученных в культуре клеток и тканей, анализ литературного материала позволяет прийти к выводу, что генетически стабильный материал можно получить практически при любом методе регенерации, соблюдая строгий контроль морфогенеза, протекающего в культуре клеток и тканей, с помощью гистологического, кариологического и цитогенетического анализов регенерируемого материала. Наиболее высокий процент выхода генетически стабильных регенерантов можно обеспечить при использовании методов активации пазушных меристем, прямого соматического эмбриогенеза и образования побегов непосредственно из ткани экспланта, минуя стадию каллусообразования на питательной среде.

Следует отметить, что процесс микроразмножения начинается с изолирования экспланта, его стерилизации и посадки на питательную среду. Одна из первостепенных ролей в этом процессе принадлежит подбору стерилизующих соединений, эффективности их концентраций, продолжительности времени обработки с целью освобождения материала от инфекции и получения высокого выхода жизнеспособных эксплантов.

На основании анализа результатов экспериментальных исследований по изучению влияния стерилизующих соединений на выход жизнеспособных эксплантов интродуцированных сортов голубики высокой, брусники обыкновенной, интродуцированных видов рододендронов мы пришли к выводу, что их выход зависит как от типа стерилизующего соединения, так и от сортовой

принадлежности растения, из которого вычленили эксплант. Оптимальными стерилизующими соединениями для эксплантов 14 интродуцированных сортов голубики высокой (*Bluecrop, Blueray, Dixi, Herbert, Rancocas, Covill, Earlyblue, Scammel, Atlantic, Concord, Tifblue, Woodart, Delite, Stanley*) следует считать 0,1%-ные растворы диацета, сулемы, азотнокислого серебра и 0,04%-ный раствор азотнокислой ртути. Для брусники обыкновенной (*Koralle, Masovia, Erntedank, Erntekrone, Erntezegen*) – 0,8%-ный раствор азотнокислого серебра при экспозиции 10 мин [2], для рододендронов – 0,1%-ный раствор азотнокислого серебра при экспозиции 5 мин [3].

Следующим фактором, оказывающим немаловажное значение на процесс клонального микроразмножения, является эксплант, его физиологическое состояние. Физиологическое состояние экспланта тесным образом связано с возрастом материнского растения, органом, из которого вычленен эксплант, а также со временем года. Стадия развития экспланта имеет первостепенное значение в регенерационном процессе, протекающем в культуре клеток и тканей. Анализ литературы по проблеме регенерационной способности ювенильных и зрелых эксплантов дает основание считать, что существуют два аспекта данной проблемы. С одной стороны, экспериментальный материал, полученный многочисленными исследователями, свидетельствует о высокой регенерационной способности, присущей ювенильным эксплантам [4], а с другой – зрелым [5]. Это убеждает нас в том, что только экспериментальным путем можно определить морфогенную способность того или иного экспланта независимо от наших знаний о его физиологическом состоянии.

Исследование регенерационной способности различных типов эксплантов у 14 интродуцированных сортов голубики высокой, 5 сортов брусники обыкновенной, 12 интродуцированных видов рододендронов, позволило определить тип экспланта, обладающего высокой регенерационной способностью, дающего максимальный выход растений-регенерантов, и рекомендовать его в качестве основного для культуры *in vitro*. Максимальным регенерационным потенциалом у исследованных сортов голубики высокой и рододендронов обладают ювенильные экспланты, у сортов брусники обыкновенной – зрелые [6, 7].

Еще один немаловажный фактор, играющий огромную роль в процессе клонального микроразмножения, – время года, в которое был вычленен эксплант. Особую остроту приобретает этот вопрос по отношению к интродуцированным сортам голубики высокой, брусники обыкновенной, интродуцированным видам рододендронов – растений, особенно богатых фенольными соединениями.

Как известно, при вычлениении экспланта происходит механическое повреждение тканей, сопровождаемое резким усилением интенсивности биосинтеза фенольных соединений и их ферментативным окислением, в результате которого образуются токсические соединения – хиноны, вызывающие некроз и гибель экспланта.

Вообще некротическая реакция рассматривается как защитная, сверхчувствительная функция, осуществляемая при помощи полифенольных соедине-

ний, так как продукты окисления фенолов создают на пути распространения инфекции хинонные барьеры, в результате чего возникают защитные некрозы. Однако такие защитные некрозы крайне нежелательны при введении стерильного экспланта в культуру *in vitro*. В связи с этим возникла необходимость в определении наиболее благоприятного времени года для отбора эксплантов, в течение которого некроз их будет минимальным.

Как показал анализ экспериментального материала, полученного для интродуцированных сортов голубики высокой, экспланты, вычлененные в различное время года, по-разному реагировали в культуре *in vitro*. Экспланты, отобранные в декабре, январе, феврале, быстро регенерировали побеги без образования каллуса. Экспланты, отобранные в другое время года, были неспособны к регенерации побегов [8].

С целью выяснения роли генотипа в процессе клонального микроразмножения нами также были проведены экспериментальные исследования. Анализ литературных данных и материалы собственных исследований заставили нас пересмотреть устоявшийся взгляд о влиянии генотипа на регенерацию. Не отрицая значительной роли генотипа в этом процессе, мы считаем, что если какой-либо вид растения или сорт не образует регенерантов в случае применения ряда модификаций питательных сред, это не может быть основанием для утверждения об отсутствии способности к регенерации у данного растения, так как она генетически детерминирована. Это лишь свидетельствует о неправильном сбалансировании компонентов питательной среды и других факторов, необходимых для регенерации того или другого вида растения или сорта. На наш взгляд, при соответствующей оптимизации состава питательных сред, условий культивирования, правильного отбора экспланта, можно вызвать морфогенез и регенерацию у любого генотипа, несмотря на всю сложность этих многофакторных процессов. Следовательно, нельзя недооценивать роль генотипа в клональном микроразмножении растений, равно как и преувеличивать его [9].

Основополагающим моментом в процессе клонального микроразмножения является регенерация растений, в основе которой лежат морфогенетические процессы, протекающие у эксплантов на всех уровнях организации: от отдельной клетки до целого органа. Немаловажное значение в регенерационном процессе имеет состав питательной среды. Исходя из этого нами были проведены исследования, касающиеся изучения регенерационного потенциала интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной в зависимости от содержания гормональных добавок в питательной среде, макро- и микроэлементов, витаминов, углеводов. Эксперименты были проведены на четырех типах питательных сред, представленных 18 различными модификациями. Из 18 исследованных модификаций питательных сред только две (WPW и Андерсена) могут быть использованы для клонального микроразмножения интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной [10].

Принимая во внимание то обстоятельство, что ризогенез у интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной происходил не только на среде для укоренения, содержащей ауксина, но и на среде для побегообразования, содержащей цитокинины, было интересно проследить, произойдет ли образование корней у регенерантов непосредственно в почвенном субстрате, минуя стадию укоренения на питательной среде.

Как показали результаты экспериментальных исследований, для укоренения регенерантов интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной следует использовать субстрат, состоящий из одной части перлита и одной части торфа. Образование корней у сортов голубики отмечено через 20 дней с момента посадки, у брусники – через 14 дней. Это позволило исключить одну из стадий в технологическом процессе *in vitro* – стадию укоренения на питательной среде [7].

В основе клонального микроразмножения растений лежат два принципиально разных этапа: *in vitro* и *ex vitro*.

На первом из них жизнедеятельность размножаемого материала происходит в стерильном замкнутом пространстве, на питательной среде в строго контролируемых условиях. После переноса регенерантов из условий *in vitro* начинается второй этап жизнедеятельности регенерантов в системе *ex vitro*, то есть в условиях оранжереи и открытого грунта, совершенно отличный от условий *in vitro*.

В условиях *ex vitro* растения вынуждены перейти с гетеротрофного типа питания на автотрофный, что сопряжено со структурной и функциональной перестройкой организма в новых условиях. Они должны приспособиться к изменяющимся, не свойственным им факторам внешней среды.

Переход растений от условий *in vitro* к условиям *ex vitro* в большинстве случаев является критическим и связан с гибелью растений. С нашей точки зрения, понять причину гибели растений при адаптации и предотвратить ее поможет сравнительный анализ структурно-функциональных особенностей регенерантов в условиях *in vitro* и *ex vitro*.

Исследования по изучению анатомии листа и водного стресса у растений сливы в условиях *in vitro* и *ex vitro*, показали, что потеря воды происходит в три раза быстрее у растений, полученных в культуре *in vitro*, по сравнению с растениями из теплицы [11]. В регенерантах, выращенных в асептических условиях, толщина палисадных клеток была значительно меньше по сравнению с регенерантами из оранжереи и открытого грунта.

Согласно результатам исследований Е. Sutter, R. W. Langhans [12], у пастьевых, культивируемых *in vitro*, листья лишены воскового налета, а работа устьиц не совершенна в силу нарушения механизма в их открывании и закрывании.

По данным Е. Bunning и Н. Sagromsky [13], J. W. O'Leary и G. N. Knecht [14], W. T. Penfound [15], **на развитие устьиц влияют такие факторы, как концентрация CO₂ в сосуде, водный режим и гормональный уровень.**

Устьица в условиях *in vitro* обычно находятся в открытом состоянии, чего нельзя сказать об устьицах в условиях *ex vitro*. Такое поведение устьиц

в условиях *in vitro*, с нашей точки зрения, вполне оправданно, так как в культуральных сосудах постоянно поддерживается высокий уровень относительной влажности (более 90%), температура и освещенность не подвержены перепадам, поскольку находятся в контролируемых условиях. Однако стоит изменить условия в культуральных сосудах, как последует реакция устьиц на изменения данных условий.

Реальным подтверждением этого являются результаты экспериментальных исследований, полученные P. Schoch et al. [16] в процессе изучения фотосинтеза и дыхания банана в системе *in vitro*. Авторы приходят к выводу, что при выращивании побегов банана в условиях *in vitro* устьица на листьях функционируют нормально, то есть реагируют на свет и закрываются при создании водного стресса. Следовательно, устьица реагируют адекватно тем условиям, в которых находится растение.

С этой точки зрения становится понятной неудача, постигшая некоторых исследователей, стремившихся искусственно вмешаться в четкую работу устьиц, соответствующую тем условиям, в которых они находятся. Например, использование антитранспирантов при переносе растений из условий *in vitro* в условия *ex vitro* способствовало снижению фотосинтеза, что привело к ухудшению роста растений [17].

Согласно исследованиям A. Fabbri и E. Sutter [18], структура листа земляники, сформированного в культуре *in vitro*, характеризовалась относительно тонкой листовой пластинкой, недоразвитыми палисадными клетками, большими воздухоносными полостями, слабо развитым кутикулярным покровом. В то же время лист земляники, сформированный в условиях *ex vitro*, был дифференцирован на столбчатую и губчатую ткань, имел хорошо развитый кутикулярный покров.

Аналогичные результаты были получены D. J. Donnely и W. E. Vidaver [19] при исследовании листьев малины, регенерированных *in vitro*.

S. Waldenmaier и G. Schmidt [20] наблюдали гистологические различия листьев рододендрона *in vitro* и *ex vitro* при их закаливании. Различия эти состояли в отсутствии дыхательных пор, слабо структурированном мезофилле у листьев *in vitro*, а у листьев *ex vitro* происходило изменение анатомического строения листьев: увеличивалась их толщина, число слоев эпидермиса и палисадной ткани, появилась кутикула. Аклиматизация при низкой влажности вела к четкой дифференциации на столбчатую и губчатую паренхиму.

Исследования, проведенные нами по изучению внутреннего строения листа в зависимости от условий культивирования, показали, что регенеранты интродуцированных сортов голубики высокой (*Dixi*, *Bluecrop*) и брусники обыкновенной (*Koralle*), выращенные в условиях *in vitro*, не имели четкой дифференциации мезофилла на столбчатую и губчатую ткань, имели тонкую листовую пластинку, слабо развитый кутикулярный покров, недоразвитый устьичный аппарат, что способствовало постоянному открытию устьиц и чрезмерной транспирации.

Листья, развивающиеся в условиях оранжереи, имели четкую дифференциацию мезофилла на столбчатую и губчатую паренхиму, кутикулярный покров, развитый устьичный аппарат, что способствовало нормальному обеспечению транспирации.

Листья растений, высаженных в открытый грунт, по общему плану строения не отличались от листьев оранжерейных растений. Они имели четко дифференцированную структуру листа на столбчатую и губчатую паренхиму, хорошо развитый кутикулярный покров, устьичный аппарат. Однако следует отметить, что наблюдалась разница в изменении количественных показателей структуры листа. Так, листья из открытого грунта имели более толстую листовую пластинку, больше слоев столбчатой ткани, большую длину клеток, меньший объем межклетников по сравнению с листьями из оранжереи и условий *in vitro* [21].

Исследованные нами сорта растений реагировали на условия культивирования изменением как количественных показателей, так и внутреннего строения листа. Условия открытого грунта с повышенной солнечной инсоляцией и относительно низкой влажностью воздуха способствовали увеличению толщины пластинки листа, коэффициента палисадности, длины клеток столбчатой паренхимы, числа устьиц на 1 мм² поверхности листа, а условия оранжереи с пониженной солнечной инсоляцией и относительно высокой влажностью воздуха приводили к уменьшению величины данных показателей.

Условия культивирования *in vitro*, характеризующиеся относительно высокой влажностью воздуха в культуральных сосудах, пониженной освещенностью и гетеротрофным типом питания, способствовали уменьшению толщины листовой пластинки, сокращению числа устьиц на 1 мм² поверхности листа, отсутствию дифференциации на столбчатую и губчатую паренхиму. Структура листа *in vitro* имеет все признаки листа растения, произрастающего в тени (гомогенный мезофилл, состоящий из клеток только губчатой паренхимы, имеющих изодиаметрическую форму; утонченная листовая пластинка; небольшое число устьиц на 1 мм² поверхности листа; отсутствие кутикулы).

Следует отметить, что различия в структуре листа сопряжены с их функциональными различиями. Примером тому может служить обстоятельное исследование, касающееся сравнительной анатомии и физиологии березы азиатской, выращенной в асептической культуре и в теплице, проведенное М. А. Smith et al. [22]. Авторы приходят к выводу о слабом развитии васкулярной системы в условиях *in vitro* и, как следствие, о повышенной чувствительности таких растений к водному стрессу, характерному для условий *ex vitro*. Ими была обнаружена низкая интенсивность фотосинтеза при очень низком уровне освещенности, что сопряжено с отсутствием четкой дифференциации листа на столбчатую и губчатую ткань в культуре *in vitro*.

После переноса растений в условия *ex vitro* (в теплицу) исследователи наблюдали увеличение интенсивности фотосинтеза и изменения в анатомии листа. По их мнению, растения, выращенные в асептических условиях, в значитель-

ной мере изменяют свои анатомические и физиологические свойства по сравнению со своими двойниками, культивируемыми в условиях *ex vitro*. Различия эти в основном являются результатом воздействия специфической среды в асептической культуре и исчезают после переноса растений в условия *ex vitro* благодаря быстрому восстановлению метаболизма.

Интересные исследования были проведены J. Solarova [23] по изучению суточной изменчивости концентрации CO_2 в культуральных сосудах, в которых выращивались растения-регенеранты, полученные из кусочков листьев. Оказалось, что в темновой период концентрация CO_2 в сосудах увеличивалась и была связана с размером регенерантов и содержанием сахарозы в среде. В течение светового периода концентрация CO_2 в пробирках уменьшилась, и несмотря на низкую освещенность ($100 \text{ мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$) через 3–4 ч освещение достигало точки компенсации.

Автором сделан вывод, что низкая концентрация CO_2 в закрытых сосудах для культивирования растений-регенерантов – основной лимитирующий фактор, сдерживающий их рост.

Таким образом, одной из причин низкой интенсивности фотосинтеза, наблюдаемой у растений-регенерантов в культуре *in vitro*, является пониженная концентрация CO_2 в этих условиях. При переносе растений в условия оранжереи и открытого грунта концентрация CO_2 повышается, что способствует увеличению интенсивности фотосинтеза и, как следствие, ускорению их роста.

На основании сравнительного анализа структурно-функциональных особенностей регенерантов в условиях *in vitro* и *ex vitro*, базирующегося на литературных данных и материалах собственных исследований, мы пришли к выводу, что, во-первых, условия культивирования *in vitro* и *ex vitro* накладывают отпечаток на структуру и функцию регенерантов; во-вторых, структурно-функциональная организация регенерантов – мобильная система и может перестраиваться в соответствии с изменившимися условиями окружающей среды. Это значит, что различия в строении и функции листьев растений, выращенных в асептической культуре, в условиях оранжереи и в открытом грунте, свидетельствуют о пластичности листа – органа, способного перестраивать свою структуру и функцию адекватно условиям культивирования, что теоретически является гарантом успешной адаптации растений при переносе их из условий *in vitro* в условия *ex vitro*.

На практике, как показали наши наблюдения за процессом адаптации интродуцированных сортов голубики высокой (*Dixi*, *Bluecrop*, *Herbert*, *Rancocas*, *Covill*, *Earlyblue*), брусники обыкновенной (*Koralle*, *Masovia*, *Erntedank*), рододендронов, сирени при переносе их из условий *in vitro* в условия *ex vitro*, нам удалось избежать потерь материала в критический для него момент благодаря соблюдению технических приемов, базирующихся на выводах, подтвержденных результатами экспериментальных исследований.

В целях предотвращения гибели материала от чрезмерной транспирации (это касается не только голубики, брусники, рододендронов, сирени), которая

происходит из-за резкого снижения влажности в условиях *ex vitro*, а также из-за несовершенной структурно-функциональной организации листа с точки зрения условий *ex vitro*, в первую очередь необходимо поднять тургор регенерантов до максимальной величины. Обеспечивается это погружением материала в сосуд с дистиллированной водой на 5–6 ч.

Второе непереносимое условие – создание высокой влажности в оранжерее (не ниже 90%) и устранение сильных потоков воздуха, то есть исключение какого бы ни было ветра, так как ветер способствует иссушению листьев из-за быстрой отдачи влаги. Отсутствие ветра и высокая влажность будут способствовать созданию градиента давления пара между листьями и воздухом.

В первые 2–3 недели культивирования регенерантов (до образования корней) в оранжерее необходимо создать условия, идентичные условиям *in vitro*. Это значит, строго контролировать влажность, поддерживать температуру, аналогичную той, при которой культивировались растения в условиях *in vitro*, и относительно низкую интенсивность освещения (500 лк).

Таким образом, высокая влажность воздуха не будет способствовать интенсивной транспирации, что сохранит растение от увядания. Высокая температура и низкая интенсивность освещения (500 лк) являются благоприятными условиями для низкой интенсивности фотосинтеза и приостановки роста регенеранта. Запас имеющихся в регенеранте метаболитов пойдет на образование корней.

После образования корней необходимо постепенно снижать влажность воздуха вокруг регенерантов и увеличивать интенсивность освещения. Это позволит завершить структурную перестройку листа: появится кутикулярный слой, изменят свою форму клетки эпидермиса, произойдут изменения в строении мезофилла листа. Лист приобретет черты ксероморфной структуры, и растению уже будет не страшна низкая влажность воздуха и даже сильный ветер, характерный для условий открытого грунта.

Перечисленные процедуры, строго выполняемые нами при переносе растений интродуцированных сортов голубики высокой, брусники обыкновенной, сирени, рододендронов из условий *in vitro* в условия *ex vitro*, позволили сохранить жизнеспособность растениям и обеспечить 100%-ное их выживание и адаптацию [1, 6].

Подводя итог изложенному, можно заключить, что успех адаптации растений-регенерантов при переходе из условий *in vitro* в условия *ex vitro* зависит от наших теоретических знаний, базирующихся, с одной стороны, на результатах экспериментальных исследований, а с другой – на строгом соблюдении простых технических условий.

Подтверждением этого может служить пример 100%-ной адаптации растений-регенерантов интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной не только в условиях оранжереи, но и в условиях открытого грунта.

Сравнительная характеристика сезонного развития растений голубики высокой, полученных в стерильной культуре, с растениями, размноженными че-

ренкованием, позволила заключить, что их развитие было сходным и зависело от погодных условий и метода размножения. Меристемные растения голубики обладали рядом преимуществ по сравнению со своими двойниками из черенков: повышенной морозоустойчивостью, усиленным образованием базальных побегов, цветочных почек, высоким урожаем. Так, в первый год наблюдений урожай составил 200 г ягод на одно растение, на второй год – 400, на третий – более 700 г, а для растений, выращенных путем черенкования, – соответственно 100, 150, 250 г ягод на одно растение. Однако несмотря на положительную характеристику клонально размноженных растений в литературе иногда можно встретить данные об аномальном их развитии (полегание, недоразвитая корневая система, гибель растений). С нашей точки зрения, причина таких отклонений кроется отнюдь не в самом методе клонального микроразмножения (ибо некоторые авторы склонны приписывать их именно методу и считать, что он не может быть использован для размножения того или иного вида либо сорта растения). По нашему глубокому убеждению, сложившемуся в результате анализа экспериментального материала по морфогенезу, регенерации, а также структурно-функциональной адаптации регенерантов интродуцированных сортов исследованных нами растений, одной из основных ошибок, приводящих к негативным последствиям, является рассмотрение клонального микроразмножения как «инструмента», с помощью которого можно получить материал в неограниченном количестве. Целостная картина клонального микроразмножения может быть получена только в результате рассмотрения его как единого сложного многофакторного процесса, состоящего из двух принципиально разных этапов – *in vitro* и *ex vitro*, базирующегося на единой теоретической основе, с одной стороны – на морфогенезе и регенерации в условиях *in vitro*, с другой – на структурно-функциональной адаптации регенерантов в условиях *ex vitro*, что позволит создать теоретические предпосылки и разработать совершенную технологию для любого вида растения.

В результате комплексного исследования, проведенного по индуцируемому морфогенезу и регенерации, а также структурно-функциональной адаптации регенерантов при переносе их из культуральных сосудов в условия оранжереи и открытого грунта, разработаны технологии клонального микроразмножения для 14 интродуцированных сортов голубики высокой, 5 сортов брусники обыкновенной, 13 видов рододендронов, 5 сортов сирени обыкновенной. Разработанные технологии обладают рядом преимуществ: 1) сокращение технологического цикла в культуре *in vitro* с трех стадий до двух (за счет исключения стадии укоренения на питательной среде); 2) экономия дорогостоящих компонентов питательной среды (гормональных добавок и др.), необходимых для ризогенеза; 3) устранение потерь, связанных с повреждением корневой системы при отмывании ее от агара; 4) сокращение сроков получения товарной продукции с восьми лет до двух-трех.

Разработанные технологии позволяют поставить на промышленную основу производство здорового, экологически чистого посадочного материала таких

ценных растений, как интродуцированные сорта голубики высокой, брусники обыкновенной, сирени, интродуцированные виды рододендронов, обладающие пищевой и лекарственной ценностью, а также радиопротекторным действием (брусника, голубика), и удовлетворить потребности народного хозяйства Беларуси и других регионов СНГ, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, в этой продукции. Рододендронам, кроме декоративных качеств, присущи лекарственные, дубильные, эфирно-масличные, почвозащитные и водорегулирующие свойства. Эти растения с древних времен широко применялись в народной медицине и используются при лечении различных заболеваний в наши дни. Газоустойчивость рододендронов позволяет озеленять ими крупные города и промышленные центры.

Разработаны три метода регенерации интродуцированных сортов голубики высокой, брусники обыкновенной, сирени, интродуцированных видов рододендронов: 1) через активацию пазушных меристем; 2) через пролиферацию каллуса и дальнейшую регенерацию из него растений, 3) непосредственно из ткани листа, минуя стадию образования каллуса. Регенерация непосредственно из ткани листа может быть использована в системе генетической трансформации с целью получения трансгенных растений с новыми свойствами; регенерация через пролиферацию каллуса – в селекционной работе; регенерация через активацию пазушных меристем – для клонального микроразмножения, сохранения редких и исчезающих видов, поддержания биоразнообразия растений, его генофонда.

Благодаря результатам экспериментальных исследований индуцируемого морфогенеза и регенерации растений создан банк генотипов, представленный коллекцией стерильных культур, включающей свыше 30 видов и сортов представителей сем. *Vacciniaceae* S. F. Gray и *Ericaceae* Juss. (рис. 13.1–13.4 см. цв. вклейку), служащий одним из путей сохранения биоразнообразия растений.

Основным препятствием в хранении стерильной культуры брусники, голубики, рододендронов и других растений является их быстрое старение, требующее частых пересадок материала на свежую питательную среду (каждые 4–6 недель).

Этот материал представляет огромный интерес как с практической, так и с научной точки зрения. Его можно использовать в качестве модельных объектов для изучения морфогенетических и регенерационных процессов, протекающих у эксплантов на стандартных и модифицированных питательных средах; факторов, влияющих на эти процессы, а также для изучения генетической и эпигенетической стабильности/вариабельности регенерантов, получения трансгенных растений с новыми ценными свойствами.

Для поддержания коллекции стерильных культур ее необходимо часто пересаживать (каждые 2–3 недели) на свежие питательные среды. Однако такие пересадки крайне нежелательны, поскольку сопряжены с существенными недостатками: во-первых, возможностью появления соматклональной изменчивости (из-за генетической нестабильности часто пересаживаемого материала);

во-вторых, опасностью загрязнения чужеродным генетическим материалом и случайной утерей собственного генетического материала; в-третьих, трудоемкостью процессов, связанных с необходимостью регулярных пересадок на свежие питательные среды; в-четвертых, высокой стоимостью компонентов питательной среды.

В связи с вышеизложенным назрела острая необходимость в разработке технологии депонирования коллекции стерильных культур. Решение этой проблемы потребовало проведения фундаментальных научных исследований, благодаря которым была изменена кинетика роста стерильных культур в сторону замедления, что позволило увеличить интервал между пересадками с 2–3 недель до 1 года и более.

На основании результатов экспериментальных исследований осуществлен подбор компонентов питательной среды (осмотические ингибиторы и ретарданты, регуляторы роста, нетрадиционные добавки), способных изменить кинетику роста стерильной культуры в сторону ее замедления [24, 25]. Решение этой задачи позволило разработать технологию депонирования коллекции стерильных культур, представленной более чем тридцатью видами и сортами, принадлежащими к семейству *Vacciniaceae* и *Ericaceae*, сохранить банк ее генотипов, способствующий решению задач, возникающих в генетике, селекции, растениеводстве, охране окружающей среды (сохранение редких и исчезающих видов растений). Хранение культуры в состоянии замедленного роста дало возможность уменьшить финансовые затраты на этот процесс благодаря увеличению интервала между пересадками до 6–12 мес. и более вместо 2–3 недель. Это позволило освободить время для занятия клональным микроразмножением декоративных, пряно-ароматических, лекарственных, редких и исчезающих видов растений, то есть изучением процессов морфогенеза, регенерации, структурно-функциональной адаптации регенерантов при переносе их из культуральных сосудов в условия оранжереи и открытого грунта.

Научные исследования, проведенные по изучению морфогенеза и регенерации интродуцента адониса (горичвета), весеннего – *Adonis vernalis* L., а также факторов, влияющих на эти процессы, позволили разработать: 1) лабораторный регламент получения стерильной культуры адониса весеннего; 2) лабораторный регламент получения регенерантов адониса весеннего; 3) лабораторный регламент получения каллусной культуры адониса весеннего; 4) технологию клонального микроразмножения адониса весеннего.

Разработанные регламенты могут быть использованы для получения альтернативных источников сырья для фармацевтической промышленности.

Результаты экспериментальных исследований, полученные по индуцируемому морфогенезу и регенерации растений позволили разработать методы регенерации селекционных гибридов в условиях стерильной культуры, создать гибридный фонд, ускорить селекционную работу по выведению новых сортов представителей семейства *Vacciniaceae*.

К настоящему времени в мире разработаны технологии клонального микроразмножения на лабораторном уровне более чем для 2400 видов растений. Однако коммерческих лабораторий, которые могли бы поставить эти технологии на поток, в мире немного (около 130, не считая тех, которые занимаются размножением орхидных).

С нашей точки зрения, созданию коммерческих фирм-лабораторий должно предшествовать прогнозирование рентабельности и социальной необходимости производства данного вида продукции (в данном случае посадочного материала). Стоимость продукции, рыночная цена, емкость рынка, сезонность поставки для плодовых и ягодных растений, выбор видов и сортов растений – все эти факторы должны быть учтены перед принятием решения об организации коммерческой лаборатории.

Следует отметить, что сдерживание темпов внедрения технологий клонального микроразмножения ягодных и декоративных растений в практику в условиях ЦБС НАН Беларуси вызвано недостающим объемом специального оборудования, обученного персонала и финансирования.

СОХРАНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ ТКАНИ *IN VITRO* И ЕГО РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Ботанические сады являются центрами по сохранению биоразнообразия растений. Сохранение генофонда в культуре *in vitro* – важное достижение биотехнологии [1]. Этот подход позволяет уберечь и поддержать неограниченно долго генетические коллекции растений без изменения их наследственной основы. Особый интерес методы культуры *in vitro* представляют для поддержания уникальных генотипов культурных растений (трансгенных растений, линий с цитоплазматической мужской стерильностью, маркированных изогенных линий и др.), а также растений из Красной книги [2].

В отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси создана и постоянно расширяется коллекция асептических культур редких и ценных растений. В настоящее время коллекция представлена 152 видами различных семейств: Orchidaceae Juss., Ericaceae Juss., Oleaceae Hoffmanns., Nyacinthaceae Batsch ex Borkh., Hostaceae B. Mathew., Fabaceae Lindl., Asteraceae Bercht. & J. Presl, Solanaceae Juss., Cactaceae Juss., Scrophulariaceae Juss., Polemoniaceae Juss., Lamiaceae Martinov, Boraginaceae Juss., Iridaceae Juss., Rutaceae Juss. и др. Хранение *in vitro* ценных форм растений – высокоэффективный прием поддержания коллекций. Приоритетны для длительного хранения редкие и исчезающие виды. Разработка методов культивирования *in vitro* различных видов растений создает предпосылки для применения принципиально новых подходов их размножения. В настоящее время разработаны технологии микроклонального размножения, которые особенно актуальны для культур, размножаемых преимущественно вегетативно. Основные приемы сохранения генофонда *in vitro* могут быть применены только к тем видам, для которых разработаны легко воспроизводимые методы размножения [3, 4].

14.1. Декоративные культуры в коллекции растений *in vitro*

Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.) – одно из самых популярных декоративных древесных растений. Наиболее репрезентативные коллекции этой культуры сосредоточены преимущественно в ботанических садах и интродукционных центрах, где, как правило, представлены малым числом экземпляров. В отделе биохимии ЦБС разработаны методики инициации и размножения в асептических условиях культуры побегов 34 сортов сирени обыкновенной. Установлено, что у эксплантов сирени в культуре *in vitro*

происходит реализация органогенного потенциала первичных меристем пазушных почек. Побеги развиваются посредством прямого органогенеза, минуя стадию каллусообразования. При культивировании эксплантов сирени на разных питательных средах (B5, WPM, SC, MS и их модификациях) показано, что клонирование всех исследуемых сортов наиболее эффективно происходит на модифицированной среде Мурасиге–Скуга (MS) с повышенным содержанием макросолей. Среди трех регуляторов роста с цитокининовой активностью (кинетин, 6-бензиламинопурин (6-БАП), 2-изопентиладенин (2иП), действие которых было проанализировано, только 6-БАП и 2иП оказали эффективное влияние на развитие побегов сирени на этапе размножения (табл. 14.1) [5, 6].

Таблица 14.1. Влияние различных типов и концентраций цитокининов на эффективность размножения сирени обыкновенной

Сорт	Тип цитокинина	Концентрация цитокинина, мг/л	Коэффициент размножения, шт.	Длина побегов, мм
Флора	6-БАП	3	5,1 ± 0,2	66,4 ± 0,6
		5	5,7 ± 0,2	55,2 ± 9,4
	2иП	1	5,5 ± 0,2	61,5 ± 4,1
		5	6,5 ± 0,9	56,6 ± 4,1
Красавица Москвы	6-БАП	3	6,5 ± 0,1	47,9 ± 5,5
		5	6,0 ± 0,2	75,1 ± 1,7
	2иП	1	6,8 ± 0,6	27,3 ± 1,9
		5	6,3 ± 0,3	55,9 ± 1,9
Нестерка	6-БАП	1	4,6 ± 0,1	22,2 ± 3,8
		3	5,3 ± 0,4	60,6 ± 1,8
	2иП	1	5,0 ± 0,3	36,0 ± 3,4
		5	6,3 ± 0,3	55,9 ± 1,9
Лунный Свет	6-БАП	1	4,3 ± 0,5	52,6 ± 4,3
		3	5,1 ± 0,2	54,8 ± 2,3
		5	5,9 ± 0,5	66,9 ± 5,9
	2иП	1	5,2 ± 0,3	60,8 ± 3,1
		5	5,3 ± 0,3	61,1 ± 4,6

Выявлена зависимость морфогенетической реакции на экзогенный цитокинин от генотипа экспланта, которая выражалась в специфической потребности сортов либо в 6-БАП, либо в 2иП. Это согласуется с результатами работ по культивированию сирени *in vitro* других исследователей [7, 8]. Также заметное влияние на рост и развитие побегов оказывали условия освещения и температура. Процесс адаптации растений сирени к нестерильным условиям не только является очень важным технологическим этапом, но и служит оценкой качества всей предлагаемой технологии. Разработаны условия укоренения побегов сирени *in vitro* и *ex vitro*, а также их адаптации в условиях оранжереи.

Высокий процент адаптированных растений (95–100%) достигнут при укоренении клонированных побегов сирени *ex vitro* на агроперлите, пропитанном раствором индолилмасляной (ИМК) или индолилуксусной кислоты (ИУК) в концентрации 1 мг/л. Длительность периода укоренения и адаптации соста-

вила около 1,5 мес. Укорененные саженцы пикировали в отдельные емкости. Почвенным субстратом служила смесь нейтрализованного торфа и речного песка или перлита в соотношении 3:1. Через 1–1,5 мес. после пикировки были получены растения, готовые к высадке в открытый грунт.

Род *Rhododendron L.* – крупнейший в семействе вересковых (Ericaceae Juss.). Рододендроны относятся к плохо укореняемым растениям, поэтому вегетативное размножение при помощи черенков или отводков малоэффективно и значительно ограничивается сезонным ростом. Эффективная технология микроклонального размножения рододендронов может обеспечить необходимое количество здорового, свободного от патогенов растительного материала [9]. С целью оптимизации основных этапов микроклонального размножения изучены особенности морфогенеза *in vitro* 17 сортов *Rhododendron × hybridum hort.* Основными характеристиками для отбора сортов служили декоративность и зимостойкость.

При инициации стерильных культур сортов рододендрона гибридного в качестве эксплантов использовали черенки с двумя-тремя пазушными почками, которые помещали на модифицированную среду WPM, содержащую 15 мг/л 2иП и 4 мг/л ИУК (вечнозеленые формы) или 3 мг/л зеатина (листопадные формы) [10]. Время первого субкультивирования в зависимости от сорта составило 6–12 недель. Способность к регенерации у различных сортов определяли прямым органогенезом из апикальных и аксиллярных почек, а также интенсивностью пролиферации (коэффициент размножения). Результаты экспериментов выборочно представлены в табл. 14.2 и на рис. 14.1 (см. цв. вклейку).

Таблица 14.2. Коэффициент размножения различных сортов *Rhododendron × hybridum hort.* в зависимости от концентрации фитогормонов и их соотношения

Сорт	Концентрация регуляторов роста		
	15 мг/л 2иП, 4 мг/л ИУК	10 мг/л 2иП, 2 мг/л ИУК	5 мг/л 2иП, 1 мг/л ИУК
PJM Elite	26,4 ± 2,1	19,4 ± 1,1	17,1 ± 1,2
Blutopia	17,3 ± 1,4	12,9 ± 0,9	10,8 ± 0,8
Klondyke	21,3 ± 1,6	18,4 ± 0,6	15,6 ± 0,9
Silver Slipper	16,1 ± 1,2	12,3 ± 0,7	10,4 ± 1,1
Fireball	29,5 ± 1,1	21,7 ± 1,6	14,1 ± 1,7
Naaga	27,4 ± 1,9	19,5 ± 0,9	16,7 ± 0,7
Hellikki	29,5 ± 1,1	21,7 ± 1,6	14,1 ± 1,7
Helsinki University	31,3 ± 2,3	24,3 ± 1,2	16,8 ± 0,9
Peter Tigerstedt	23,8 ± 1,6	16,1 ± 1,5	12,9 ± 1,4

Оптимизированы условия укоренения *in vitro* исследуемых сортов рододендрона гибридного. Наиболее интенсивно процессы адвентивного корнеобразования протекали у листопадных форм – на среде, содержащей 1,0 мг/л ИУК, у вечнозеленых – на среде с добавлением 1 мг/л ИМК. В результате проведенных исследований разработана эффективная технология микроклонального размножения интродуцированных сортов *Rhododendron × hybridum hort.*

Gerbera jamesonii Adlam – одна из наиболее активно используемых в срезке декоративных культур закрытого грунта. В мировой практике при производстве посадочного материала герберы широко применяются методы размножения *in vitro* [11, 12]. Растения, полученные таким способом, отличаются более мощным ростом и обильным цветением, высокой урожайностью среза цветов, свободны от инфекции. Исходными эксплантами служили меристемные ткани молодых цветочных бутонов и семена. Для массового развития побегов экспланты культивировали на питательной среде, содержащей 2–3 мг/л 6-БАП (рис. 14.2, см. цв. вклейку). Растения герберы укоренялись и имели максимальное число корней при использовании питательной среды с ИМК, ИУК в концентрациях 0,3 мг/л.

В лаборатории клеточной биотехнологии разработана технология адаптации пассированного материала, а точнее – получения из него рассады, пригодной для выращивания в оранжерее [13, 14]. Наилучшие результаты по всем показателям развития и жизнеспособности были получены на ионитном субстрате Биона 112, приживаемость в котором составила 96%. Полностью адаптированные в оранжерее растения зацветали в следующем сезоне.

Гладиолус (*Gladiolus × hybridus hort.*) – один из основных представителей луковичных орнаментальных растений. Традиционно гладиолусы размножают посевом клубнелуковичек, делением клубнелуковиц и семенами. Техника клонирования *in vitro* сокращает продолжительность жизненного цикла гладиолуса в несколько раз по сравнению с развитием в естественных условиях, при этом коэффициент размножения повышается на порядок. В стерильную культуры были введены части клубнелуковиц, содержащие латеральную меристему, и клубнелуковички гладиолусов российской селекции сортов Диво Дивное, Большое искушение и Московитянин [15]. Рассмотрены способы микроклонального размножения, основанные на подборе типа экспланта и оптимального состава питательной среды, через каллусную культуру, а также пролиферацию первичных и адвентивных меристем (табл. 14.3).

Таблица 14.3. Количество регенерирующих побегов в культуре ткани латеральной меристемы клубнелуковицы и клубнелуковички в зависимости от концентрации 6-БАП в среде культивирования

Концентрация 6-БАП в среде MS, мг/л	Число побегов на эксплант гладиолуса сорта Диво Дивное, шт.		Число побегов на эксплант гладиолуса сорта Большое искушение, шт.	
	латеральная меристема клубнелуковицы	меристема клубнелуковички	латеральная меристема клубнелуковицы	меристема клубнелуковички
0,5	6,3 ± 0,4	3,2 ± 0,3	7,6 ± 0,8	4,1 ± 0,3
1,0	8,2 ± 0,8	10,5 ± 1,4	10,3 ± 1,1	8,5 ± 0,8
1,5	12,6 ± 1,7	15,4 ± 1,8	11,2 ± 1,7	10,7 ± 2,4
2,0	10,4 ± 1,8	14,2 ± 0,7	14,6 ± 1,9	15,2 ± 1,9
2,5	7,2 ± 0,6	10,1 ± 0,8	8,3 ± 0,9	11,2 ± 1,8

При индукции побегообразования из латеральной меристемы клубнелуковицы и меристемы клубнепочки наиболее эффективны концентрации 6-БАП 1–2 мг/л, позволяющие получать от 10 до 16 побегов. Получена также регенерация побегов и растений из меристемы клубнепочки. Полученные результаты по микрочлонуальному размножению гладиолусов возможно использовать в производственных масштабах, что позволит сократить расходы за счет увеличения коэффициента размножения, а так же сократить сроки получения посадочного материала ценных сортов.

14.2. Редкие и исчезающие виды в коллекции растений *in vitro*

Orchidaceae Juss. Коллекция орхидных *in vitro* – часть коллекционного фонда асептических культур отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси. Работы по формированию коллекции были инициированы в 1997 г., однако активное пополнение коллекционных фондов происходило в течение последних пяти лет. В настоящее время *in vitro* коллекция орхидных насчитывает более 60 таксонов, 84% составляют виды и гибриды орхидных из зон тропического и субтропического климата. Доля природных видов среди них составляет 33%. Остальная часть представлена хозяйственно ценными гибридами.

При получении асептических культур видов и гибридов первого поколения использовали посев семян. С помощью этого метода получены *in vitro* культуры следующих видов: *Bletilla striata* [Thumb.] Rchb., *Cattleya bowringiana* Veitch, *Cymbidium finlaysonianum* Lindl., *C. lowianum* Rchb., *Stanhopea tigrina* var. *nigroviolacea* Morren и др. В качестве основной среды культивирования использовали среду MS без регуляторов роста [16]. При получении *in vitro* культур хозяйственно ценных гибридов и сортов орхидных использовали вегетативные органы, содержащие меристематические ткани: апикальные и пазушные почки побегов, спящие почки цветоносов. Основной средой для культивирования была среда MS в различных модификациях. Для преодоления отрицательного воздействия фенольных эксудатов в среды добавляли активированный уголь в концентрации 1 г/л или поливинилпирролидон в концентрации 150 мг/л. Адаптацию размноженных *in vitro* культур проводили в микропарничках в условиях оранжереи. В качестве основного субстрата для первого этапа адаптации использовали сфагновый мох. При адаптации *Phalaenopsis* hybr. × *hybridum* hort. к условиям *ex vitro* возможна замена чистого сфагнома на смесь сфагнум: торф 1:1 [17].

Нами были отработаны приемы введения в культуру *in vitro* и адаптации *ex vitro* орхидных из зон умеренного климата, произрастающих на территории Республики Беларусь и сопредельных государств. Полученные асептические культуры включены в состав коллекции отдела. Из видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, в коллекции представлены: *D. majalis* Rchb., *Malaxis monophyllos* Sw., *Cypripedium calceolus* L. Введение в культуру *in vitro* осуществляли с помощью посева зрелых и незрелых семян. При ини-

циации асептических культур орхидных умеренного климата использовали среды Fast [18] для *Dactylorhiza*, *Platanthera*, *Malaxis* и BM [19] для *Cypripedium*. После того как в апикальной части протокорма начинал развиваться побег, их разделяли и пикировали на среды для доращивания. Культивирование посевов проводили по общеизвестным методикам [20].

Помимо орхидных на сегодняшний момент получены асептические культуры ряда других охраняемых растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

***Adenophora liliifolia* (L.) A. DC. (Бубенчик лилиелистный)** – многолетнее травянистое растение сем Campanulaceae Juss. В Беларуси этот вид находится за северной границей ареала. Внесен в Приложение II к Директиве Европейского союза о местах обитания. Для получения асептических культур *A. liliifolia* использовали посев предварительно отстерилизованных семян. В качестве основной среды культивирования была использована среда MS. Существенное влияние на всхожесть *A. liliifolia* оказывало культивирование посевов на свету. В целом показатель всхожести был выше в условиях постоянной освещенности по сравнению с культивированием в темноте. Предварительная обработка гиббереллинами также существенно повышает всхожесть семян *A. liliifolia*. Причем оптимальным является использование ГК₃ в концентрации 50 мг/л и выше. Полученные проростки переносят в колбы на среду MS с добавлением 0,2 мг/л 6-БАП и 0,02 мг/л ИУК для последующего размножения. Культивирование побегов осуществляют при стандартных условиях.

В семействе **Ирисовых (*Iridaceae* Juss.)** более 70 родов дикорастущих и декоративных видов. Ирис сибирский (*Iris sibirica* L.) включен в Красную книгу Республики Беларусь. Изучены особенности регенерационных процессов в культуре ткани ириса сибирского и разработаны методики микроклонального размножения. Установлено, что оптимальная концентрация 6-БАП на этапе клонирования ириса сибирского – 1 мг/л [21]. На этапе укоренения *in vitro* использовали нафтилуксусную кислоту (НУК), ИМК, ИУК в концентрациях 0,1; 0,3; 0,6; 1,0 мг/л, наиболее эффективны были ауксины в концентрации 0,3 мг/л. Адаптированные растения высаживали в открытый грунт на участок коллекционных декоративных растений. На зиму растения первого года укрывали с целью защиты от вымерзания. В следующем сезоне растения зацвели.

14.3. Лекарственные растения в коллекции культур *in vitro*

Растительное сырье служит источником более трети всех лекарственных средств. В лаборатории клеточной биотехнологии разработаны условия культивирования в составе коллекции *in vitro* руты душистой (*Ruta graveolens* L.), многоколосника морщинистого (*Agactache rugosa* (Fisch. et Mey.) Kuntze), шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), кадила сарматского (*Melitis sarmatica* Klokov), воровейника лекарственного (*Lithospermum officinale* L.), трех видов наперстянки

рода *Digitalis* L., стевии (*Stevia rebaudiana* Bertoni), зверобоя кустарникового (*Hipericum* Hidcote), полыни белойлочной (*Artemisia hololeuca* Bieb. ex Bess).

Использование клеточных биотехнологий позволяет создать научно-теоретическую базу для разработки современных приемов повышения содержания ценных метаболитов в растениях, используемых в фармацевтической, пищевой промышленности и сельском хозяйстве [22].

Многоколосник морщинистый *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) Kuntze – многолетнее травянистое растение, которое относится к роду *Agastache* Clayt. Ex Gronow семейства *Lamiaceae* Martinov. Это растение входит в десятку наиболее используемых трав восточной медицины, обладая иммуномодулирующим, бактерицидным, антиоксидантным свойствами [23, 24]. Введение в культуру *in vitro* многоколосника осуществляли семенами. Разработаны методики культивирования *A. rugosa* на среде MS (табл. 14.4).

Таблица 14.4. Развитие представителей семейства *Lamiaceae* в культуре *in vitro* в зависимости от типа и концентрации цитокинина

Вид	Цитокинин, мг/л	Число побегов на эксплант, шт.	Длина побега, см	Образование корней, %
<i>Agastache rugosa</i>	Контроль	1,0 ± 0,1	5,6 ± 0,3	56,3
	6-БАП			
	0,5	3,2 ± 0,6	2,7 ± 0,9	0
	1,5	3,7 ± 0,9	1,8 ± 0,3	0
	2,0	8,1 ± 1,4	0,9 ± 0,4	0
	Кинетин			
	0,5	1,1 ± 0,1	4,9 ± 0,9	66,0
	1,5	1,6 ± 0,8	4,4 ± 0,5	33,3
	2,0	2,6 ± 1,2	4,3 ± 1,4	16,6
	<i>Melittis sarmatica</i>	Контроль	1,0 ± 0,2	6,4 ± 1,5
6-БАП				
0,5		1,8 ± 0,3	4,7 ± 1,0	32,0
1,5		2,4 ± 0,3	3,5 ± 1,1	12,0
2,0		3,5 ± 0,7	3,8 ± 1,2	0
Кинетин				
0,5		1,0 ± 0,2	4,1 ± 0,5	34,0
1,5		1,2 ± 0,3	3,2 ± 0,8	40,0
2,0		1,3 ± 0,1	3,8 ± 0,3	37,0
<i>Salvia officinalis</i>		Контроль	1,0 ± 0,1	2,9 ± 0,4
	6-БАП			
	0,5	1,8 ± 0,4	1,4 ± 0,4	0
	1,5	4,3 ± 0,9	2,1 ± 0,6	0
	2,0	3,4 ± 0,8	1,5 ± 0,7	0

Для изучения морфогенетической активности многоколосника морщинистого и получения растений-регенерантов использовали листовые и стеблевые экспланты, которые в виде сегментов одинакового размера высаживали на питательную среду MS, дополненную цитокининами и ауксинами (рис. 14.3) [25].

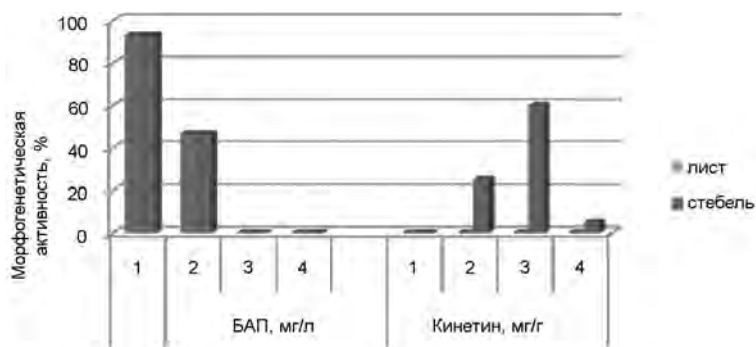


Рис. 14.3. Морфогенетическая активность листовых и стеблевых эксплантов многоколосника морщинистого в культуре *in vitro* на средах с добавлением 6-БАП и кинетина

В результате проведенных исследований получены растения-регенеранты. Биохимический анализ регенерантов показал отличия по содержанию суммы фенольных соединений, флавонолов, дубильных веществ и акацетина (рис. 14.4). Получены соматоклоны, превосходящие исходную форму по количеству вторичных метаболитов [26].

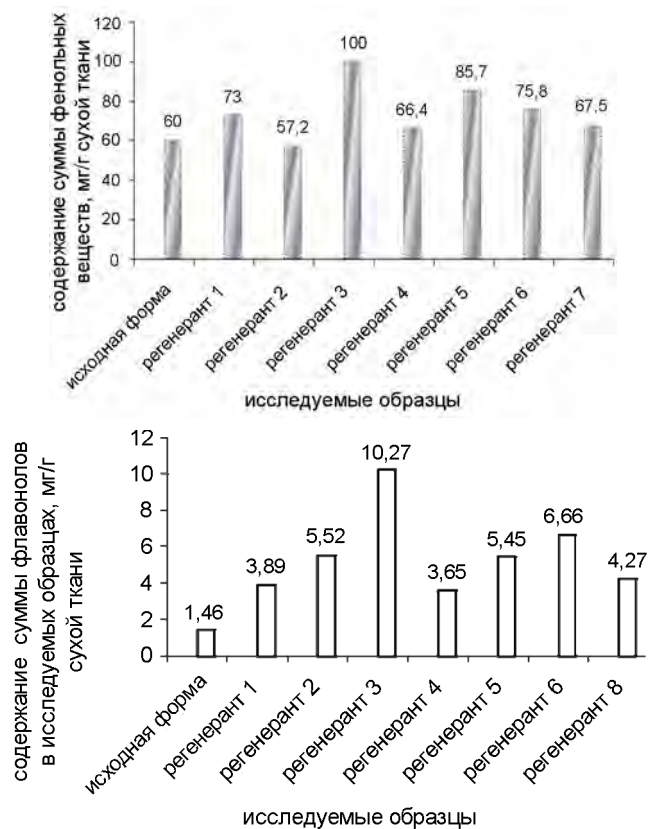


Рис. 14.4. Содержание вторичных метаболитов в соматоклонах многоколосника морщинистого

Шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi) – одно из древнейших растений традиционной медицины восточных стран, включен в региональные Красные книги. Главные действующие вещества шлемника – флавоноиды, в составе которых производные апигенина, лютеолина, скутелляреина, изоскутелляреина, картемидина и изокартемидина [27]. Установлено, что препараты флавоноидов шлемника байкальского проявляют противовоспалительное, антитромбическое и антибактериальное действие [28, 29].

Разработаны методики культивирования *S. baicalensis*. Получена каллусная культура шлемника байкальского из листовых и стеблевых эксплантов на модифицированных питательных средах. **Максимальная интенсивность каллусообразования** наблюдается при применении сред с концентрациями 2,4-Д 0,3 мг/л, и 0,5 мг/л [30]. Культивирование каллусной ткани *Scutellaria baicalensis* производилось на питательной среде со следующим сочетанием фитогормонов: 0,1 мг/л 6-БАП+ 0,5 мг/л 2,4-Д.

Кадило сарматское (*Melittis sarmatica* Klokov). В сырье содержатся эфирное масло, кумарины, флавоноиды. Учитывая ограниченные природные запасы растения и сложность его размножения семенами, проведены исследования по введению кадила сарматского в культуру *in vitro* с разработкой методов его микрклонального размножения (см. табл. 14.4). Коэффициент размножения для *M. sarmatica* составлял от 1,8 до 3,5. Присутствие 6-БАП в среде культивирования также привело к увеличению высоты побегов почти в 2 раза по сравнению с контрольными вариантами.

Воробейник лекарственный (*Lithospermum officinale* L.). Надземные части растения содержат органические и фенольные кислоты, флавоноиды, нафтохиноны. Для введения в культуру *in vitro* воробейника лекарственного использовали семена. Для поддержания активно растущей культуры *in vitro* воробейника лекарственного использовали черенки полученной стерильной культуры путем пересадки на питательные среды с различным содержанием гормонов (рис. 14.5, см. цв. вклейку).

Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) характеризуется высоким содержанием эфирных масел (0,5–2,5%), фенольных соединений, дубильных веществ, флавоноидов, растительного антибиотика сальвинона и витамина Р. Культивирование на среде MS с содержанием цитокининов позволило значительно повысить коэффициент размножения (см. табл. 14.4). Определены факторы, которые влияют на морфогенетический потенциал и сохранение стабильности генотипа полученных микропобегов. Установлено, что на характер развития растений *in vitro* оказывает влияние гормональный состав среды и тип экспланта. Для стимуляции ризогенеза в среду культивирования добавляли ауксины – ИУК и ИМК. Методы культивирования шалфея лекарственного в культуре *in vitro* позволяют разработать технологию получения каллусных и суспензионных культур с высоким выходом биомассы и синтеза биологически активных веществ (БАВ).

Рута душистая (*Ruta graveolens* L.) – многолетнее травянистое растение, богатое БАВ. В ней содержатся фурукумарины, алкалоиды, флавоноиды и 0,3–0,4% сложного по химическому составу эфирного масла. Для получения активно растущей культуры *in vitro* руты душистой стерильные черенки высаживали на питательные среды с различным содержанием гормонов (табл. 14.5). Добавление в питательную среду ауксинов в разных концентрациях эффективно повлияло на процессы корнеобразования. На средах с добавлением ИМК и 1,5 и 2,0 мг/л ИУК наблюдали 100%-е укоренение черенков [31, 32].

Таблица 14.5. Влияние ауксинов (ИУК и ИМК) на процесс укоренения черенков *Ruta graveolens*

Концентрация ауксина, мг/л	Укоренившиеся растения, %	Количество корней на побег, шт	Средняя длина корней, см	Каллус в основании побега, +/-
Контроль	56,8	8,3 ± 0,8	1,5 ± 0,2	–
ИМК				
0,5	100	10 ± 0,8	13,8 ± 0,8	–
1,0	100	8,2 ± 0,4	8,9 ± 0,7	+
2,0	100	7,1 ± 0,3	7,2 ± 0,6	+
ИУК				
0,5	85,7	2,6 ± 0,5	2,2 ± 0,7	–
1,0	100	4,7 ± 0,8	1,8 ± 0,5	–
2,0	100	4,5 ± 0,6	2,5 ± 0,1	–

При введении в культуру *in vitro* **наперстянки (*Digitalis* L.)**, являющейся природным источником стероидных соединений карденолидов, обладающих кардиотонической активностью, были использованы семена трех видов рода *Digitalis* L.: наперстянка шерстистая (*D. lanata* Ehrh.), наперстянка пурпурная (*D. purpurea* L.) и наперстянка крупноцветковая (*D. grandiflora* Mill.). Разработаны методы культивирования, микрклонального размножения, регенерации побегов в культуре ткани представителей рода *Digitalis* L.

В ботанических садах мира созданы банки культур растений *in vitro* и используются различные методические подходы для их сохранения [33–35]. В одних случаях хранение культур осуществляется без нарушения процесса роста, в других при замедлении (депонирование) или при полной остановке роста (криосохранение). Замедления роста культур в условиях *in vitro* можно достигнуть разными методами: культивированием растений при пониженных температурах; добавлением в культуральные среды гормональных и осмотических ингибиторов. Культивирование растений при пониженных температурах (1–10 °С) способствует замедленному росту растений с более продолжительным периодом между пересадками – 6–24 мес. (рис. 14.6, см. цв. вклейку). Часто для депонирования растений в коллекции *in vitro* используют *ретарданты* – вещества, способные тормозить удлинение стеблей растения.

14.4. Хозяйственно ценные растения рода *Vaccinium* L. в коллекции растений *in vitro*

В отделе биохимии и биотехнологии ЦБС НАН Беларуси с 1990-х гг. проводят комплексные исследования ценных в фармакологическом и пищевом отношении культур голубики высокорослой, клюквы крупноплодной и брусники обыкновенной на основе биотехнологических, биохимических и генетических подходов. Проведены исследования по оптимизации протокола микроклонального размножения 27 сортов голубики высокой, 2 сортов голубики низкорослой, 1 сорта голубики узколистной, 7 сортов брусники обыкновенной и 8 сортов клюквы крупноплодной. Оптимизированы условия инициации и культивирования асептических культур побегов интродуцированных сортов древесно-кустарниковых видов рода *Vaccinium* L. Подобраны тип первичного экспланта и условия его стерилизации, минеральный и гормональный состав питательных сред для инициации асептических культур, минеральный и гормональный состав питательных сред на этапе стабилизации культур *in vitro* (первое-третье субкультивирование). Исследована зависимость эффективности регенерации побегов из первичных меристем от генотипа, экзогенных регуляторов роста и физических условий культивирования на этапе размножения. Интенсифицированы процессы укоренения и адаптации размноженных *in vitro* регенерантов.

В качестве эксплантов для инициации стерильных культур использовали черенки с 2–3 пазушными почками или апикальной почкой активно растущих зеленых побегов. Оптимальной средой для инициации стерильной культуры стала модифицированная нами среда **Woody Plant Medium (WPM)**, содержащая: 5 мг/л зеатина – для всех исследуемых генотипов голубики, 15 мг/л 2иП и 4 мг/л ИУК – для брусники обыкновенной, 2 мг/л 2иП – для клюквы крупноплодной. Нами определены продолжительность и оптимальные условия стабилизации культур побегов интродуцированных сортов голубики, брусники обыкновенной и клюквы крупноплодной. Оптимальной средой на этапе стабилизации асептической культуры голубики является модифицированная среда WPM, содержащая 3 мг/л зеатина. Для брусники обыкновенной на этапе стабилизации культуры экспланты целесообразно выращивать на модифицированной среде WPM, дополненной 15 мг/л 2иП и 4 мг/л ИУК. Оптимальной средой для стабилизации культуры клюквы является модифицированная среда WPM, содержащая 2 мг/л 2иП. Наиболее высокий коэффициент размножения и наименьшее количество развития аномалий получены на модифицированной среде WPM, содержащей: 5 мг/л 2иП и 1 мг/л ИУК – для всех исследуемых генотипов голубики и брусники обыкновенной, 0,2 мг/л 2иП – для клюквы крупноплодной. Высокая интенсивность пролиферации побегов характерна для голубики высокой сортов Элизабет, Блюкроп, Легаси, брусники обыкновенной сорта Коралл, клюквы крупноплодной сорта Франклин. Один из главных физических факторов, воздействующих на органогенез, – световой

режим культивирования. Установлено, что у всех исследуемых генотипов интенсивность регенерационных процессов была выше при освещении 2000 лк.

Одна из важнейших задач при разработке эффективной методики микроклонального размножения – интенсификация укоренения размноженных *in vitro* регенерантов. Перспективно укоренение побегов в асептических условиях. Существенное влияние на реализацию морфогенетического потенциала в процессе укоренения оказала видовая и сортовая принадлежность исходного экспланта. Наиболее интенсивно (95–100% укоренения) процессы адвентивного корнеобразования протекали у клюквы крупноплодной – на среде, содержащей 0,5 мг/л ИМК, у голубики высокой – на средах с добавлением 1 мг/л ИУК или 1 мг/л ИМК, у брусники обыкновенной – на средах с добавлением 2 мг/л ИУК.

Результатом многолетней масштабной работы стали разработанные эффективные технологии микроклонального размножения интродуцированных сортов голубики, брусники обыкновенной и клюквы крупноплодной [36–39].

Создание коллекций растений – наиболее эффективный путь сохранения, обогащения и рационального использования генетического разнообразия. Возможности пополнения генофонда растений Беларуси новыми полезными образцами далеко не исчерпаны, во всем мире не прекращаются работы по созданию новых форм и сортов растений. Поэтому привлечение, описание и включение в коллекционные фонды нового генетического материала продолжает оставаться важнейшей задачей держателей ботанических коллекций, в особенности ботанических садов, демонстрирующих биоразнообразие растительного мира. В основе методических подходов изучения коллекций лежит принцип максимального охвата генетического разнообразия, включая дикорастущие виды, интродуцированные растения, а также коллекционный фонд растений, культивируемых *in vitro*. В результате исследований разработаны эффективные методы микроклонального размножения и получения растений-регенерантов в культуре ткани *in vitro* с оценкой морфогенетического потенциала различных культур при отборе на селективных средах. Коллекция растений *in vitro* пополнена ценными и перспективными для Беларуси генотипами растений. Дана оценка адаптационному потенциалу клонированных растений. Коллекция растений *in vitro* позволяет сохранять и неограниченно долго поддерживать генетические коллекции растений без изменения их наследственной основы. Сохранение генофонда в культуре *in vitro* – важное достижение биотехнологии.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАРКЕРЫ В ТАКСОНОМИИ,
СИСТЕМАТИКЕ, МЕТАБОЛОМ-НАПРАВЛЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ**

Ботанические сады составляют основу системы сохранения биоразнообразия растений *ex situ*. Собранные в садах генофонды поддерживаются в коллекциях генетических ресурсов. Главная предпосылка изучения генетического фонда растительного мира – поиск и привлечение новых видов и форм, а также глубокое исследование уже имеющегося материала для использования в будущем в хозяйственной деятельности, как правило, посредством вовлечения в процесс направленной селекции.

Коллекции генетических ресурсов растений ботанических садов – составная часть государственной системы сохранения и рационального использования биоразнообразия, установления наиболее уникальных генотипов. В соответствии со своим предназначением они подразделяются на следующие категории: национальные базовые коллекции, активные рабочие коллекции, дублетные коллекции, генетические коллекции, стержневые коллекции, гербарные коллекции, коллекции меристем, коллекции ДНК и РНК [1, 2]. В коллекционных фондах ЦБС НАН Беларуси объединены более 30 самостоятельных коллекций, которые зарегистрированы в Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, их состав уточняется и анализируется с помощью современных методов исследования, которые проводит отдел биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси. Отдельное направление деятельности отдела – создание, поддержание и пополнение коллекции асептических культур хозяйственно полезных растений ЦБС НАН Беларуси, коллекции трансгенных и модифицированных растений, ДНК коллекции. Весь введенный в коллекцию материал уникален. Такой клеточный материал ценен как для фундаментальных исследований, в которых ткани и клетки *in vitro* являются модельной системой для изучения клеточных процессов, так и для решения прикладных задач в области расширенного воспроизводства оздоровленного и омоложенного материала, создания новых сортов, производства лекарственных препаратов и др. К основным задачам следует отнести массовое промышленное производство востребованных хозяйственно ценных растений для целей озеленения, наработку суспензионной культуры с повышенным содержанием физиологически активных соединений, создание новых сортов растений, сохранение биоразнообразия растений. Для ботанических

садов весьма актуальны цели сохранения редких таксонов, их морф, сортов, *ex situ*; консервации редких в природе видов, документирования образцов. На всех этапах сохранения, начиная с гербаризирования, воспроизведения, сохранения, реинтродукции и др., необходимо осуществлять строгое документирование и сертификацию образцов. Активное использование сертификации образцов/коллекций на основе молекулярных маркеров – неотъемлемый этап сохранения и поддержания коллекций с необходимой точностью [3].

Развитие молекулярных методов исследований позволило создать новые тест-системы, позволившие анализировать генетический полиморфизм на уровне продуктов генов (белковый или биохимический полиморфизм) и на уровне генетического материала клетки (полиморфизм ДНК) [4, 5]. Определение генетической конституции отдельных особей и последующую оценку генетического разнообразия в пределах той или иной группы можно вести двумя путями: либо косвенно, по проявлению фенотипических или биохимических признаков, либо напрямую, определяя различия на генетическом уровне. Во втором случае широко применяются молекулярные маркеры.

Молекулярные маркеры представляют собой последовательность аминокислот в белковой молекуле или нуклеотидов в молекуле ДНК и характеризуются определенной структурой и наследуемостью [6–8]. Недавние достижения молекулярной биологии обеспечили революционные технологии для решения научных задач таксономии, эволюции, экологии и сохранения биологического разнообразия, в том числе растительных ресурсов на основании широкого использования молекулярных маркеров [9].

В каждом конкретном случае необходим выбор метода, наиболее подходящего для решения поставленных задач. Так, например, при всех достоинствах изоферментов, у них есть и ряд недостатков – ограниченное количество маркеров и средняя разрешающая способность в выявлении изменчивости. В то же время преимуществом группы ДНК-методов является непосредственный анализ структуры ДНК. Кроме того, ДНК-маркеры характеризуются рядом методических преимуществ: возможность определения в любых тканях, возможность определения на любых стадиях развития, длительность хранения образцов ДНК, возможность использования гербарного материала, ископаемых остатков и т. п., отсутствие ограничений в числе маркеров на образец, наличие маркеров для белок-кодирующих последовательностей, наличие маркеров для некодирующих последовательностей (интронные, межгенные, регуляторные области и т. п.), наличие маркеров для повторяющихся последовательностей [10].

При выборе маркерной системы, оптимально отвечающей на поставленные вопросы при оценке генетического разнообразия, необходимо учитывать, что идеальные маркеры должны обладать рядом важных характеристик, поэтому классификация ДНК-маркеров осуществляется на основании различных критериев [11]:

1) по уровню изменчивости (мономорфность, гипервариабельность) маркер должен обладать высокополиморфной природой для оценки генетического разнообразия;

2) по характеру наследования (доминантный, кодоминантный), что позволяет определять гомозиготное и гетерозиготное состояние диплоидного организма;

3) по механизму передачи (обоеполое наследование, наследование только по материнской или отцовской линии);

4) по локализации в геноме (ядерная ДНК, хлоропластная ДНК и др.), кроме того, маркер должен быть равномерно и часто распределен по геному;

5) должен обладать селективной нейтральностью: последовательности ДНК любого организма нейтральны по отношению к условиям окружающей среды и применяемым методам;

6) надежность и доступность при получении (легко, быстро и дешево) и оценке;

7) должен обладать высокой воспроизводимостью; позволять легкий обмен данными между лабораториями.

Для оценки генетического разнообразия популяций, коллекций и т. п. проводят генотипирование или генетическую паспортизацию особей или форм, составляющих популяцию, коллекцию или иную группу. Это означает, что для каждой особи или формы проверяют наличие или характер проявления у нее множества молекулярно-генетических маркеров. В конечном счете количество анализируемых локусов должно быть настолько велико, чтобы по ним можно было отличить любые особи или формы в коллекции (популяции).

В данной работе представлены исследования отдела биохимии и биотехнологии растений, осуществляемые с 2002 г. по генеральному документированию коллекций ЦБС НАН Беларуси и их молекулярной сертификации. Объектами разработок были ботанические коллекции видов и сортов таких культур, как голубика высокая (*Vaccinium corymbosum* L.), амарант (*Amaranthus* spp.), курильский чай кустарниковый (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, син. *Potentilla fruticosa* L., или *Dasiphora*). Работа с каждой культурой проводится с целью разработки набора уникальных генетических маркеров, позволяющих с наименьшими временными и финансовыми затратами проводить точную молекулярно-генетическую идентификацию и сертификацию генотипов хозяйственно ценных растений. Результат такой работы – генетический паспорт каждого отдельного генотипа (особи, сорта, формы, вида). Такие паспорта позволяют не только отличать образцы друг от друга, но и определять степень генетического сходства между ними, выявлять наиболее уникальные генотипы [5, 12], выяснять пути эволюции и распространения диких видов [13, 14], выбирать исходный материал для селекции, следить за генетической чистотой и однородностью сортов, патентовать сорта и защищать авторские права селекционеров [15].

Голубика высокая (*Vaccinium corymbosum* L.) Культура голубики высокой является коммерчески важной и успешно возделывается в странах Северной Америки и Европы [16]. Существует большое разнообразие сортов голубики высокой (около 200), в основном селекции США, а также Германии, Польши и др. Работа по интродукции культуры в Беларуси начата в ЦБС

НАН Беларуси в 1980-х гг. [17]. В ЦБС поддерживается коллекция из 49 сортов голубики, в том числе в коллекции *in vitro* – 12 сортов.

Для видов *Vaccinium* предпринят ряд филогенетических исследований на основе использования молекулярно-генетических маркеров, в том числе для распознавания сортов культур. На основе RAPD-маркеров было проведено дифференцирование сортов и диких форм *Vaccinium* [18–22], а также опубликована карта сцепления диких диплоидных видов рода [22, 23]. Для голубики высокой были проведены исследования по идентификации сортов с помощью произвольных праймеров [21], разработаны микросателлитные (SSR) маркеры на основе EST-локусов [24] и проведена SSR-сертификация сортов [25].

Для исследований межсортового полиморфизма, выявления генетического сходства/отдаленности генотипов сортов с целью их дифференцирования нами был выбран комплексный подход совместного использования двух методик, основанных на RAPD (**R**andom **a**mplified **p**olymorphic **D**NА) и ISSR (**I**nter **s**imple **s**equenсe **r**epeats) ПЦР. Это продиктовано очевидными преимуществами данных методов, к тому же совместное использование этих маркерных систем позволяет значительно расширить зоны покрытия, получить генетические маркеры в двух независимых срезах. Цель данного исследования состояла в разработке и стандартизации комплексного RAPD + ISSR генотипирования сортов голубики высокой, внесенных в Государственный реестр Республики Беларусь, создании их уникальных RAPD + ISSR сертификатов.

В связи с высокой актуальностью культуры, возникновением нового направления – промышленного голубиководства, а также высокой востребованностью и эффективностью фармакологических субстанций из растительного сырья голубики [26], стоит задача строгой сертификации сортности коллекционного и посадочного материала и коллекций *in vitro* на основе современных молекулярно-биологических и генетических методов, разработки методологии проведения анализа и его стандартизации. Создание генетического паспорта сорта – стратегическая необходимость при оценке качества растительного материала: подтверждения сортности, стабильности генотипа при микроклональном размножении и т. д. Для обнаружения генетической варибельности и с целью выявления взаимосвязей между семью сертифицированными сортами голубики высокой был проведен скрининг ряда праймеров. Три RAPD- и два ISSR-праймера были отобраны после первичного скрининга как выявляющие наибольший полиморфизм между исследованными генотипами голубики высокой, они и были использованы в настоящей работе. Все использованные праймеры позволили получить четкие воспроизводимые ампликоны, набор которых для каждого исследуемого сорта характеризовался уникальностью, т. е. праймеры обнаруживали полиморфизм между сортами, и таким образом позволили их дифференцировать. На рис. 15.1 представлено разделение ампликонов синтезированных в результате ПЦР геномной ДНК сортов *V. corymbosum* с произвольным праймером ОРА-08, проведенное на приборе Bioanalyzer 2100.

Всего было сгенерировано 46 дискретных RAPD-маркеров (в среднем 15 маркеров на праймер) и 40 ISSR-маркеров (20 маркеров на праймер). Число амплифицированных фрагментов составляло от 13 (праймер OPA-08) до 19 (OPA-09). ISSR-праймерами было сгенерировано по 20 ампликонов. RAPD- и ISSR-маркеры обладали размерами в областях 270–2500 bp и 225–1775 bp соответственно. Праймеры OPA-09, OPA-20 и UBC-818 обнаружили 100%-ный полиморфизм между проанализированными сортами и позволили различить все генотипы. Все использованные RAPD- и ISSR-праймеры позволили разработать сорто-специфические (уникальные) маркеры. Праймеры OPA-20 и UBC-824 были наиболее эффективными для получения данных, которые могут послужить основой для создания SCAR-маркеров и маркирования генов биосинтеза вторичных метаболитов культуры.

Коэффициенты подобия Nei & Li были рассчитаны для семи генотипов *V. corymbosum* на основе ISSR- и RAPD-анализов, как по отдельности, так и совместно (RAPD + ISSR) [27]. Дистанционные матрицы на основе рассчитанных RAPD- и ISSR-маркеров для сортов голубики (данные не представлены) были использованы для построения дендрограмм по методу UPGMA (данные не представлены).

Поскольку дендрограммы, основанные на данных RAPD- и ISSR-анализа, показали довольно схожую кластеризацию генотипов голубики высокой ($r = 0,908$), данные были объединены и получена сводная RAPD + ISSR матрица (данные не представлены). Используя UPGMA-алгоритм была построена консенсусная дендрограмма (RAPD + ISSR), представленная на рис. 15.2. В соответствии с RAPD + ISSR дендрограммой была уточнена и детализирована

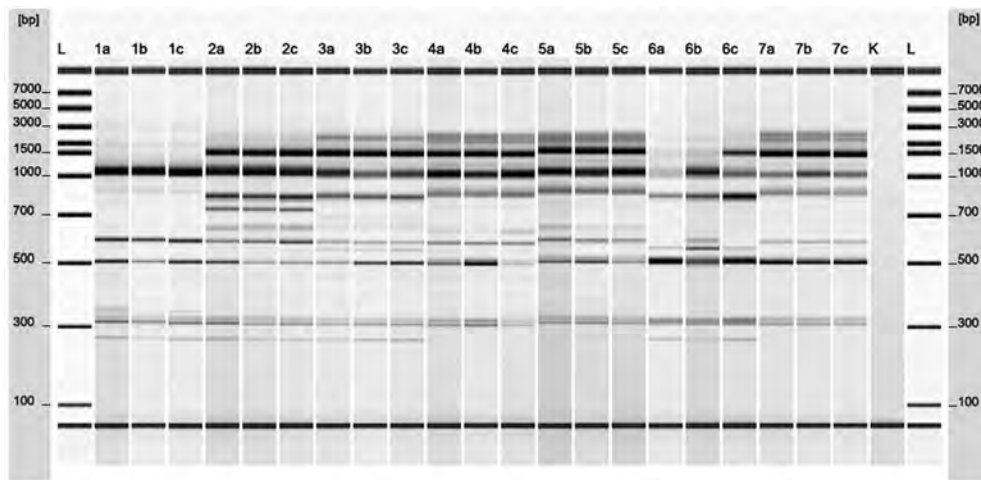


Рис. 15.1. Разделение ампликонов геномной ДНК сортов *V. corymbosum* с произвольным праймером OPA-08 на Bioanalyzer 2100. Сорта: 1 – Bluecrop, 2 – Elisabeth, 3 – Earlyblue, 4 – Northland, 5 – Duke, 6 – Patriot, 7 – Bluetta; a, b, c – повторности; K – контроль; L – стандарт длин фрагментов (bp)

на кластеризация генотипов, полученная на основе RAPD- и ISSR-данных в отдельности. В целом распределение ветвей в RAPD + ISSR дендрограмме повторяет таковое в ISSR-дендрограмме и сходно с дендрограммой на основе RAPD-маркеров. Были получены бóльшие величины поддержки ветвей по сравнению с данными RAPD- или ISSR-анализов для сортов Duke/Northland.

Поскольку произвольные последовательности и простые повторы, использованные в качестве зондов при анализе, сканируют различные участки генома, мы считаем, что объединение данных двух анализов детализирует RAPD- и ISSR-результаты. Поэтому данные кластеризации сортов Bluecrop, Patriot, Earlyblue и Elisabeth в RAPD + ISSR-дендрограмме принимаем как уточненные (рис. 15.2).

На основании полученных данных RAPD, ISSR и RAPD + ISSR анализов и проведенного кластерного анализа на их основе были получены данные о генетическом родстве исследованных генотипов голубики высокой. Можно предположить, что сорта Northland и Duke, а также Bluetta и Elisabeth имеют сходные родительские формы, использованные при селекции. Отдельно отстоящие сорта Bluecrop и Patriot, наиболее родственные между собой, а также Earlyblue, вероятно, имеют в своих родословных общую предковую форму. Величины Bootstrap анализа, показывающие относительную поддержку кластеров, колебались от 32 до 100%. Требуется включение еще нескольких праймеров для повышения разрешающей способности анализа.

Генотипические паспорта, полученные с помощью RAPD- и ISSR-праймеров для сортов голубики высокой, представленные в табл. 15.1, будут служить

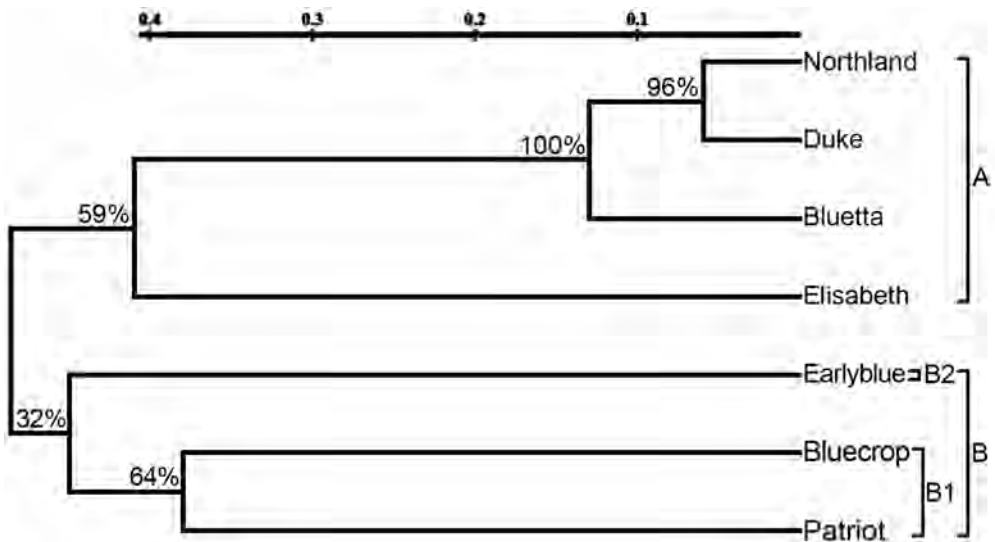


Рис. 15.2. Консенсусная дендрограмма, сгенерированная с использованием UPGMA-алгоритма и генетических дистанций Nei & Li, на основе 46 RAPD-маркеров и 40 ISSR-маркеров. Горизонтальная шкала позволяет определить дистанцию между сортами. Числа под ветвями отражают величины поддержки, основанные на 2000 реплик Bootstrap-анализа

основой для проведения строгой сертификации сортности посадочного материала голубики высокой и их поддержания в *in vitro* коллекции. Разработанные уникальные спектры для каждого сорта (паспорта) можно использовать как эталоны для проведения идентификации образцов и подтверждения сортности культуры.

Таблица 15.1. Мультилокусные генетические паспорта сортов голубики высокорослой

Праймер	Ампликоны
<i>Corn Bluecrop</i> (рис. 15.3, см. цв. вклейку)	
OPA-08	OPA08 ₃₁₀ , OPA08 ₃₂₅ , OPA08 ₅₀₅ , OPA08 ₅₉₀ , OPA08 ₁₀₇₅
OPA-09	OPA09 ₃₂₅ , OPA09 ₄₃₅ , OPA09 ₄₇₅ , OPA09 ₆₅₀ , OPA09 ₆₈₅ , OPA09 ₈₂₅ , OPA09 ₁₀₆₀
OPA-20	OPA20 ₅₁₀ , OPA20 ₅₄₀ , OPA20 ₅₅₅ , OPA20 ₆₇₅ , OPA20 ₇₆₀ , OPA20 ₉₈₅ , OPA20 ₁₁₂₀ , OPA20 ₁₄₁₅
UBC-818	UBC818 ₂₂₅ , UBC818 ₃₀₀ , UBC818 ₃₇₅ , UBC818 ₄₆₅ , UBC818 ₅₃₀ , UBC818 ₆₁₅ , UBC818 ₆₆₀ , UBC818 ₁₂₁₀ , UBC818 ₁₇₇₅
UBC-824	UBC824 ₅₂₅ , UBC824 ₅₄₅ , UBC824 ₆₃₀ , UBC824 ₆₄₅ , UBC824 ₆₇₀ , UBC824 ₉₉₀ , UBC824 ₁₆₅₅
<i>Corn Bluetta</i>	
OPA-08	OPA08 ₃₁₀ , OPA08 ₃₂₅ , OPA08 ₅₀₅ , OPA08 ₅₉₀ , OPA08 ₈₇₅ , OPA08 ₁₀₇₅ , OPA08 ₁₅₁₅ , OPA08 ₂₂₀₅ , OPA08 ₂₄₈₀
OPA-09	OPA09 ₃₁₀ , OPA09 ₃₂₅ , OPA09 ₅₀₀ , OPA09 ₅₃₀ , OPA09 ₅₆₅ , OPA09 ₅₉₀ , OPA09 ₆₁₅ , OPA09 ₆₅₀ , OPA09 ₆₈₅ , OPA09 ₇₄₅ , OPA09 ₈₆₀
OPA-20	OPA20 ₃₀₀ , OPA20 ₅₁₀ , OPA20 ₅₅₅ , OPA20 ₆₇₅ , OPA20 ₇₆₀ , OPA20 ₈₂₀ , OPA20 ₉₈₅ , OPA20 ₁₁₂₀ , OPA20 ₁₂₅₀
UBC-818	UBC818 ₃₀₀ , UBC818 ₃₇₅ , UBC818 ₄₆₅ , UBC818 ₅₅₀ , UBC818 ₅₇₀ , UBC818 ₇₃₀ , UBC818 ₈₈₀ , UBC818 ₉₆₀ , UBC818 ₁₂₁₀ , UBC818 ₁₄₁₀
UBC-824	UBC824 ₄₄₀ , UBC824 ₅₂₅ , UBC824 ₆₇₀ , UBC824 ₈₁₅ , UBC824 ₉₉₀ , UBC824 ₁₃₅₀ , UBC824 ₁₇₇₅
<i>Corn Duke</i>	
OPA-08	OPA08 ₃₁₀ , OPA08 ₃₂₅ , OPA08 ₅₀₅ , OPA08 ₅₉₀ , OPA08 ₈₇₅ , OPA08 ₁₀₇₅ , OPA08 ₁₅₁₅ , OPA08 ₂₂₀₅ , OPA08 ₂₄₈₀
OPA-09	OPA09 ₃₂₅ , OPA09 ₅₀₀ , OPA09 ₅₃₀ , OPA09 ₅₆₅ , OPA09 ₅₉₀ , OPA09 ₆₅₀ , OPA09 ₆₈₅ , OPA09 ₇₄₅ , OPA09 ₈₆₀
OPA-20	OPA20 ₅₁₀ , OPA20 ₅₅₅ , OPA20 ₈₂₀ , OPA20 ₉₈₅ , OPA20 ₁₁₂₀ , OPA20 ₂₀₁₅
UBC-818	UBC818 ₃₀₀ , UBC818 ₃₇₅ , UBC818 ₄₆₅ , UBC818 ₅₀₅ , UBC818 ₅₅₀ , UBC818 ₅₇₀ , UBC818 ₇₃₀ , UBC818 ₈₈₀ , UBC818 ₉₆₀ , UBC818 ₁₂₁₀ , UBC818 ₁₄₁₀
UBC-824	UBC824 ₄₄₀ , UBC824 ₅₂₅ , UBC824 ₆₇₀ , UBC824 ₈₁₅ , UBC824 ₉₉₀ , UBC824 ₁₃₅₀ , UBC824 ₁₆₅₅
<i>Corn Earlyblue</i>	
OPA-08	OPA08 ₃₁₀ , OPA08 ₃₂₅ , OPA08 ₅₀₅ , OPA08 ₅₉₀ , OPA08 ₈₄₅ , OPA08 ₁₀₇₅ , OPA08 ₁₅₁₅ , OPA08 ₂₃₂₀
OPA-09	OPA09 ₅₀₀ , OPA09 ₅₃₀ , OPA09 ₅₆₅ , OPA09 ₅₉₀ , OPA09 ₆₀₅ , OPA09 ₆₅₀ , OPA09 ₆₈₅ , OPA09 ₈₂₅ , OPA09 ₈₆₀ , OPA09 ₁₄₇₅
OPA-20	OPA20 ₅₄₀ , OPA20 ₅₅₅ , OPA20 ₆₇₅ , OPA20 ₇₀₀ , OPA20 ₈₂₀ , OPA20 ₁₁₂₀ , OPA20 ₁₄₁₅
UBC-818	UBC818 ₃₀₀ , UBC818 ₃₇₅ , UBC818 ₄₂₀ , UBC818 ₄₆₅ , UBC818 ₅₃₀ , UBC818 ₆₁₅ , UBC818 ₆₆₀ , UBC818 ₈₈₀ , UBC818 ₁₀₀₅ , UBC818 ₁₂₈₀
UBC-824	UBC824 ₄₄₀ , UBC824 ₅₂₅ , UBC824 ₅₆₅ , UBC824 ₆₃₀ , UBC824 ₆₈₅ , UBC824 ₉₂₀ , UBC824 ₁₀₃₀ , UBC824 ₁₂₂₀ , UBC824 ₁₆₅₅

Праймер	Ампликоны
<i>Сорт Elisabeth</i>	
OPA-08	OPA08 ₃₁₀ , OPA08 ₃₂₅ , OPA08 ₅₀₅ , OPA08 ₅₉₀ , OPA08₆₄₅ , OPA08₇₄₅ , OPA08 ₈₄₅ , OPA08 ₁₀₇₅ , OPA08 ₁₅₁₅
OPA-09	OPA09 ₄₃₅ , OPA09 ₅₀₀ , OPA09 ₅₃₀ , OPA09 ₅₉₀ , OPA09 ₆₅₀ , OPA09 ₆₈₅ , OPA09 ₈₂₅ , OPA09 ₈₆₀ , OPA09₈₉₅ , OPA09₉₂₅
OPA-20	OPA20 ₅₅₅ , OPA20 ₆₇₅ , OPA20 ₈₂₀ , OPA20₉₂₀ , OPA20 ₉₈₅ , OPA20 ₁₁₂₀ , OPA20 ₁₄₁₅ , OPA20 ₂₀₁₅
UBC-818	UBC818 ₃₀₀ , UBC818 ₃₇₅ , UBC818 ₄₆₅ , UBC818₅₉₅ , UBC818 ₆₁₅ , UBC818 ₆₆₀ , UBC818 ₉₆₀
UBC-824	UBC824 ₄₄₀ , UBC824 ₅₂₅ , UBC824 ₆₄₅ , UBC824₆₆₀ , UBC824 ₉₁₅ , UBC824 ₉₉₀ , UBC824 ₁₃₅₀ , UBC824₁₄₈₅
<i>Сорт Northland</i>	
OPA-08	OPA08 ₃₁₀ , OPA08 ₃₂₅ , OPA08 ₅₀₅ , OPA08 ₅₉₀ , OPA08 ₈₇₅ , OPA08 ₁₀₇₅ , OPA08 ₁₅₁₅ , OPA08 ₂₂₀₅ , OPA08 ₂₄₈₀
OPA-09	OPA09 ₃₂₅ , OPA09 ₅₀₀ , OPA09 ₅₃₀ , OPA09 ₅₆₅ , OPA09 ₅₉₀ , OPA09 ₆₀₅ , OPA09 ₆₅₀ , OPA09 ₆₈₅ , OPA09 ₈₆₀
OPA-20	OPA20 ₅₁₀ , OPA20 ₅₅₅ , OPA20 ₈₂₀ , OPA20 ₉₈₅ , OPA20 ₁₁₂₀
UBC-818	UBC818 ₃₀₀ , UBC818 ₃₇₅ , UBC818 ₄₆₅ , UBC818 ₅₅₀ , UBC818 ₅₇₀ , UBC818 ₆₁₅ , UBC818 ₆₆₀ , UBC818 ₇₃₀ , UBC818 ₈₈₀ , UBC818 ₉₆₀ , UBC818 ₁₂₁₀ , UBC818 ₁₄₁₀
UBC-824	UBC824 ₄₄₀ , UBC824 ₅₂₅ , UBC824 ₆₇₀ , UBC824 ₈₁₅ , UBC824 ₉₉₀ , UBC824 ₁₃₅₀ , UBC824 ₁₆₅₅
<i>Сорт Patriot</i>	
OPA-08	OPA08 ₅₀₅ , OPA08 ₈₄₅ , OPA08 ₁₀₇₅
OPA-09	OPA09 ₃₂₅ , OPA09 ₄₇₅ , OPA09 ₅₀₀ , OPA09 ₅₃₀ , OPA09 ₅₉₀ , OPA09 ₆₀₅ , OPA09 ₆₅₀ , OPA09 ₆₈₅ , OPA09 ₇₄₅ , OPA09 ₈₂₅ , OPA09 ₁₀₆₀
OPA-20	OPA20 ₅₄₀ , OPA20 ₅₅₅ , OPA20 ₈₂₀ , OPA20 ₁₁₂₀ , OPA20 ₂₀₁₅
UBC-818	UBC818 ₃₀₀ , UBC818 ₄₆₅ , UBC818 ₅₃₀ , UBC818 ₆₁₅ , UBC818 ₆₆₀ , UBC818 ₁₂₁₀ , UBC818 ₁₄₁₀
UBC-824	UBC824₄₀₅ , UBC824 ₄₄₀ , UBC824 ₅₂₅ , UBC824 ₅₄₅ , UBC824 ₆₃₀ , UBC824 ₉₁₅ , UBC824 ₁₆₅₅

Амарант, или Щиріца (*Amaránthus*) – распространенный род преимущественно однолетних травянистых растений, относится к семейству Амарантовых, широко используется в ряде стран как овощная (*A. gangeticus*, *A. mangostanus* и др. виды), зерновая (*A. caudatus*, *A. paniculatus*) и декоративная (*A. caudatus*, *A. hypochondriacus* и др.) культура.

Актуальность культуры *Amaranthus* [28] и наличие сортов и видов в коллекции ЦБС НАН Беларуси, а также проведение работ по получению субстанций из растительного сырья амаранта ставит задачу строгой сертификации коллекционного материала на основе современных молекулярно-биологических и генетических методов с целью сохранения, дальнейшей селекции, обмена генетическим материалом с другими ботаническими садами и держателями коллекций [29, 30].

В средней полосе в основном культивируются четыре вида амаранта: *A. paniculatus*, *A. hypochondriacus*, *A. caudatus* и *A. tricolor*. На сегодняшний день

предприняты попытки использования молекулярных маркеров для изучения взаимоотношений различных видов амаранта, генетического разнообразия видов амаранта и их филогенетического анализа, эволюционного происхождения культуры: изоферментный анализ, RAPD, AFLP, SSR, SCAR, ITS-регион, ISSR-генотипирование [31–36]. Однако не существует данных по изучению генетической дифференциации сортов амаранта. Следовательно, предстояло решить задачу по идентификации генотипов амаранта на внутривидовом уровне с использованием RAPD- и ISSR-техник. Для исследований внутривидового полиморфизма, определения генетического сходства/отдаленности генотипов сортов с целью их дифференцирования нами был использован комплексный подход использования двух методик, основанных на RAPD и ISSR ПЦР.

Использованные праймеры OPA-20, OPA-16, OPA-18 и OPB-03 позволили получить четкие воспроизводимые ампликоны, набор которых для каждого исследуемого сорта характеризовался уникальностью, т. е. обнаружили полиморфизм между сортами и таким образом позволили дифференцировать все генотипы. Праймеры OPE-14 и OPD-07 также генерировали четкие воспроизводимые ампликоны и позволили различить практически все генотипы. Однако праймер OPE-14 не выявил отличий между генотипами сортов Прелюдия (*A. caudatus*), Чародей (*A. hybridus*) и Зеленая сосулька (*A. caudatus*). OPD-07 не позволил различить сорта Прелюдия (*A. caudatus*), Чародей (*A. hybridus*) и Зеленая сосулька (*A. caudatus*), а также генерировал идентичные спектры для сортов Рубин (*A. paniculatus*) и Ультра (1) (*A. paniculatus*). Исходя из данных о видовой принадлежности следует сделать вывод, что праймеры OPE-14 и OPD-07 не могут быть использованы для дифференциации генотипов на внутривидовом уровне для видов *A. caudatus*, *A. hybridus* и *A. paniculatus*, однако могут быть использованы для генетической паспортизации сортов видов *A. hypochondriacus* и *A. tricolor*.

Для проведения ISSR-анализа сортов *Amaranthus* spp. были использованы четыре микросателлитных праймера, выбранных на основании существующих литературных данных. Все исследованные праймеры, кроме UBC-866 были использованы для дальнейшего генотипирования сортов *Amaranthus* spp. Праймер UBC866, хотя и выявлял воспроизводимые полосы, все же не позволил дифференцировать исследованные генотипы, так как не выявлял закономерного внутри- и межвидового полиморфизма. Праймеры UBC-846, ISSCR-4 и UBC-857 обнаруживали полиморфизм между всеми исследованными генотипами, т. е. позволили получить четкие воспроизводимые ампликоны, набор которых для каждого исследуемого сорта характеризовался уникальностью, и таким образом позволили дифференцировать все сорта.

Разделение продуктов ПЦР тотальной ДНК сортов амаранта с произвольным праймером UBC-846 приведено на рис. 15.4.

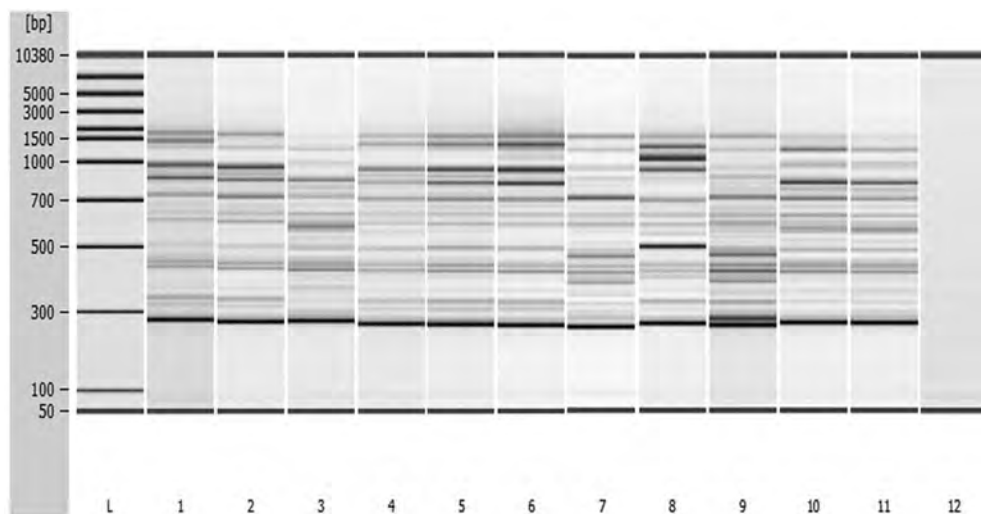


Рис. 15.4. Разделение ампликонов геномной ДНК *Amaranthus* spp. с микросателлитным праймером UBC 846 на приборе 2100 Bioanalyzer (Agilent). Сорта: 1 – Кизлярец, 2 – Крепыш, 3 – Зеленая сосулька, 4 – Сэм, 5 – Ультра (1), 6 – Валентина, 7 – Жемчужина, 8 – Рубин, 9 – Чародей, 10 – Прелюдия, 11 – Ультра (2); 12 – отрицательный контроль; L – стандарт длины фрагментов

Проведенный генетический анализ 10 сортов *Amaranthus* на основе 6 RAPD и 3 ISSR-маркеров позволил дифференцировать все исследованные генотипы, разработать и составить уникальные профили для каждого из них (табл. 15.2), рассчитать генетические дистанции родства/отдаленности, обнаружить уникальные для ряда сортов маркеры.

Таблица 15.2. Мультилокусные генетические паспорта сортов амаранта

Праймер	Ампликоны
<i>Сорт Крепыш</i> (рис. 15.5, см. цв. вклейку)	
OPA-16	OPA16 ₄₈₅ ^o , OPA16 ₅₂₅ ^o , OPA16 ₇₉₅ ^o , OPA16 ₉₂₀ ^o , OPA16 ₁₃₄₀ ^o , OPA16 ₁₈₀₀
OPA-18	OPA18 ₃₈₀ ^o , OPA18 ₄₃₀ ^o , OPA18 ₅₃₅ ^o , OPA18 ₆₂₅ ^o , OPA18 ₆₈₀ ^o , OPA18 ₇₄₅ ^o , OPA18 ₈₈₀ ^o , OPA18 ₉₈₅ ^o , OPA18 ₁₁₈₀ ^o , OPA18 ₁₃₅₀ ^o , OPA18 ₁₉₀₅ ^o , OPA18 ₂₄₀₅ ^o , OPA18 ₂₈₄₅
OPA-20	OPA20 ₅₅₀ ^o , OPA20 ₆₈₀ ^o , OPA20 ₉₂₀ ^o , OPA20 ₁₁₅₅ ^o , OPA20 ₁₅₁₀
OPB-03	OPB03 ₂₇₀ ^o , OPB03 ₃₉₅ ^o , OPB03 ₄₀₅ ^o , OPB03 ₄₂₅ ^o , OPB03 ₅₁₀ ^o , OPB03 ₁₄₄₀
OPD-07	OPD07 ₄₇₅ ^o , OPD07 ₉₇₅ ^o , OPD07 ₁₆₃₀
OPE-14	OPE14 ₅₇₅ ^o , OPE14 ₇₅₀ ^o , OPE14 ₉₀₅ ^o , OPE14 ₉₈₅ ^o , OPE14 ₁₁₅₀
ISSCR-04	ISSCR4 ₂₅₅ ^o , ISSCR4 ₂₇₅ ^o , ISSCR4 ₁₂₅₀ ^o , ISSCR4 ₁₃₄₀
UBC-846	UBC846 ₂₇₀ ^o , UBC846 ₃₁₅ ^o , UBC846 ₃₃₅ ^o , UBC846 ₄₃₀ ^o , UBC846 ₄₄₅ ^o , UBC846 ₄₉₅ ^o , UBC846 ₆₀₅ ^o , UBC846 ₆₄₀ ^o , UBC846 ₆₇₅ ^o , UBC846 ₇₂₀ ^o , UBC846 ₈₄₅ ^o , UBC846 ₉₀₀ ^o , UBC846 ₉₅₀ ^o , UBC846 ₁₃₁₅ ^o , UBC846 ₁₆₄₅
UBC-857	UBC857 ₂₃₀ ^o , UBC857 ₂₄₅ ^o , UBC857 ₂₇₀ ^o , UBC857 ₃₃₀ ^o , UBC857 ₃₇₅ ^o , UBC857 ₄₀₅ ^o , UBC857 ₄₃₅ ^o , UBC857 ₄₈₀ ^o , UBC857 ₅₆₅ ^o , UBC857 ₆₁₀ ^o , UBC857 ₆₇₀ ^o , UBC857 ₈₇₀ ^o , UBC857 ₉₅₀

Праймер	Ампликоны							
<i>Сорт Зеленая сосулька</i>								
OPA-16	OPA16 ₂₆₀	OPA16 ₄₈₅	OPA16 ₅₂₅	OPA16 ₆₉₀	OPA16 ₇₉₅	OPA16 ₈₉₀	OPA16 ₁₂₅₀	
OPA-18	OPA18 ₃₅₀	OPA18 ₄₇₀	OPA18 ₆₂₅	OPA18 ₆₉₀	OPA18 ₉₈₅	OPA18 ₁₁₈₀	OPA18 ₁₄₃₀	OPA18 ₂₈₄₅
OPA-20	OPA20 ₂₆₀	OPA20 ₃₇₅	OPA20 ₄₀₆	OPA20 ₄₇₀	OPA20 ₅₀₀	OPA20 ₆₈₀	OPA20 ₇₈₅	OPA20 ₉₂₀
	OPA20 ₁₁₅₅	OPA20 ₁₃₃₅	OPA20 ₁₅₁₀					
OPB-03	OPB03 ₄₂₅	OPB03 ₈₂₀	OPB03 ₁₄₄₀					
OPD-07	OPD07 ₄₇₅	OPD07 ₉₀₅	OPD07 ₉₇₅	OPD07 ₁₆₃₀				
OPE-14	OPE14 ₄₂₅	OPE14 ₄₆₅	OPE14 ₅₇₅	OPE14 ₇₅₀	OPE14 ₈₂₀	OPE14 ₉₀₅	OPE14 ₉₈₀	
ISSCR-04	ISSCR4 ₂₅₅	ISSCR4 ₂₇₅	ISSCR4 ₇₃₀					
UBC-846	UBC846 ₂₇₀	UBC846 ₃₄₀	UBC846 ₃₇₀	UBC846 ₄₀₅	UBC846 ₄₃₀	UBC846 ₄₄₅	UBC846 ₄₉₅	UBC846 ₄₉₅
	UBC846 ₅₃₅	UBC846 ₅₈₀	UBC846 ₆₄₀	UBC846 ₆₇₅	UBC846 ₇₃₀	UBC846 ₇₉₅	UBC846 ₈₄₅	UBC846 ₈₄₅
	UBC846 ₉₈₅	UBC846 ₁₂₇₀						
UBC-857	UBC857 ₂₃₀	UBC857 ₂₄₅	UBC857 ₂₇₀	UBC857 ₄₃₅	UBC857 ₄₉₀	UBC857 ₅₆₅	UBC857 ₆₁₀	UBC857 ₆₁₀
	UBC857 ₆₇₀	UBC857 ₇₀₀	UBC857 ₈₇₀					
<i>Сорт Ультра</i>								
OPA-16	OPA16 ₂₆₀	OPA16 ₄₈₅	OPA16 ₅₂₅	OPA16 ₅₆₀	OPA16 ₇₉₅	OPA16 ₉₂₀	OPA16 ₁₈₀₀	
OPA-18	OPA18 ₂₉₀	OPA18 ₃₈₀	OPA18 ₅₃₅	OPA18 ₅₇₀	OPA18 ₆₂₅	OPA18 ₆₈₀	OPA18 ₇₄₅	OPA18 ₈₈₀
	OPA18 ₉₈₅	OPA18 ₁₁₈₀	OPA18 ₁₃₅₀	OPA18 ₁₉₀₅	OPA18 ₂₄₀₅	OPA18 ₂₈₄₅		
OPA-20	OPA20 ₄₇₀	OPA20 ₅₅₀	OPA20 ₆₈₀	OPA20 ₉₂₀	OPA20 ₁₁₅₅			
OPB-03	OPB03 ₂₇₀	OPB03 ₄₀₅	OPB03 ₄₂₅	OPB03 ₅₁₀	OPB03 ₉₀₅	OPB03 ₁₀₉₀	OPB03 ₁₄₄₀	
OPD-07	OPD07 ₄₇₅	OPD07 ₉₇₅	OPD07 ₁₆₃₀					
OPE-14	OPE14 ₅₇₅	OPE14 ₇₁₀	OPE14 ₇₅₀	OPE14 ₈₁₅	OPE14 ₉₀₅	OPE14 ₉₈₅	OPE14 ₁₁₅₀	OPE14 ₁₇₇₀
ISSCR-04	ISSCR4 ₂₅₅	ISSCR4 ₂₇₅	ISSCR4 ₁₁₈₅	ISSCR4 ₁₃₀₅				
UBC-846	UBC846 ₂₇₀	UBC846 ₃₁₅	UBC846 ₃₃₅	UBC846 ₄₀₅	UBC846 ₄₃₀	UBC846 ₄₄₅	UBC846 ₄₉₅	UBC846 ₄₉₅
	UBC846 ₆₀₅	UBC846 ₆₄₀	UBC846 ₆₇₅	UBC846 ₇₂₀	UBC846 ₈₄₅	UBC846 ₉₀₀	UBC846 ₉₅₀	UBC846 ₉₅₀
	UBC846 ₁₃₇₀	UBC846 ₁₆₄₅						
UBC-857	UBC857 ₂₃₀	UBC857 ₂₄₅	UBC857 ₂₇₀	UBC857 ₃₃₀	UBC857 ₃₇₅	UBC857 ₄₀₅	UBC857 ₄₃₅	UBC857 ₄₃₅
	UBC857 ₄₈₀	UBC857 ₄₉₀	UBC857 ₅₆₅	UBC857 ₆₁₀	UBC857 ₆₇₀	UBC857 ₈₇₀	UBC857 ₉₅₀	UBC857 ₉₅₀
<i>Сорт Валентина</i>								
OPA-16	OPA16 ₂₆₀	OPA16 ₄₈₅	OPA16 ₅₂₅	OPA16 ₇₉₅	OPA16 ₉₂₀	OPA16 ₁₃₄₀	OPA16 ₁₈₀₀	
OPA-18	OPA18 ₂₃₀	OPA18 ₂₉₀	OPA18 ₃₈₀	OPA18 ₄₃₀	OPA18 ₅₃₅	OPA18 ₅₇₀	OPA18 ₆₂₅	OPA18 ₆₈₀
	OPA18 ₇₄₅	OPA18 ₈₈₀	OPA18 ₉₈₅	OPA18 ₁₁₈₀	OPA18 ₁₃₅₀	OPA18 ₁₉₀₅	OPA18 ₂₄₀₅	OPA18 ₂₈₄₅
OPA-20	OPA20 ₅₅₀	OPA20 ₆₈₀	OPA20 ₇₈₅	OPA20 ₉₂₀	OPA20 ₁₁₅₅	OPA20 ₁₅₁₀	OPA20 ₁₇₆₅	OPA20 ₂₆₂₅
OPB-03	OPB03 ₂₇₀	OPB03 ₄₂₅	OPB03 ₄₆₅	OPB03 ₅₁₀	OPB03 ₇₂₅	OPB03 ₁₄₄₀		
OPD-07	OPD07 ₄₇₅	OPD07 ₉₇₅	OPD07 ₁₆₃₀					
OPE-14	OPE14 ₅₇₅	OPE14 ₇₁₀	OPE14 ₇₅₀	OPE14 ₈₁₅	OPE14 ₉₀₅	OPE14 ₉₈₅	OPE14 ₁₁₅₀	OPE14 ₁₇₇₀
ISSCR-04	ISSCR4 ₂₅₅	ISSCR4 ₂₇₅	ISSCR4 ₄₆₀	ISSCR4 ₈₀₅	ISSCR4 ₈₇₀	ISSCR4 ₁₁₈₅	ISSCR4 ₁₃₀₅	
UBC-846	UBC846 ₂₇₀	UBC846 ₃₁₅	UBC846 ₃₃₅	UBC846 ₄₃₀	UBC846 ₄₄₅	UBC846 ₄₉₅	UBC846 ₆₀₅	UBC846 ₆₀₅
	UBC846 ₆₄₀	UBC846 ₆₇₅	UBC846 ₇₂₀	UBC846 ₈₄₅	UBC846 ₉₀₀	UBC846 ₁₀₇₅	UBC846 ₁₃₇₀	UBC846 ₁₃₇₀
	UBC846 ₁₆₄₅							
UBC-857	UBC857 ₂₃₀	UBC857 ₂₄₅	UBC857 ₂₇₀	UBC857 ₃₃₀	UBC857 ₃₇₅	UBC857 ₄₀₅	UBC857 ₄₃₅	UBC857 ₄₃₅
	UBC857 ₄₈₀	UBC857 ₄₉₀	UBC857 ₅₆₅	UBC857 ₆₁₀	UBC857 ₆₇₀	UBC857 ₈₇₀	UBC857 ₉₅₀	UBC857 ₉₅₀

Данные по RAPD- и ISSR-генотипированию сортов привели к сходным результатам по выявленной степени родства изучаемых сортов: кластеризация в консенсусных, RAPD и ISSR дендрограммах сохраняется, однако есть небольшие отличия в субкластеризации некоторых сортов (данные не приведены). На основании 91 RAPD и 69 ISSR маркеров была сгенерирована консенсусная RAPD + ISSR дендрограмма, представленная на рис. 15.6. Комплексный RAPD + ISSR анализ данных позволил осуществить более тонкий анализ различий генотипов исследуемых образцов, уточнить генетические взаимосвязи исследуемых сортов *Amaranthus* spp.

Так, сорта Кизлярец, Крепыш и Сэм, относящиеся к виду *A. hypochondriacus* формируют отчетливый кластер, обозначенный на рис. 15.6 как A₁. Тем не менее, сорт Сэм отстоит от сортов Кизлярец и Крепыш, которые образуют единый субкластер. Полученные данные хорошо согласуются с тем, что эти сорта созданы в разных селекционных центрах (сорта Кизлярец и Крепыш – ВНИИССОК (Россия), сорт Сэм – ХНАУ им. В. В. Докучаева).

Сорт Валентина (ВНИИССОК, Россия), относящийся к виду *A. tricolor*, располагается так же, как и сорт Ультра (1) (*A. hybridus*), в кластере, обозначенном на рис. 15.6 как A₂, формирующем с кластером A₁ (*A. hypochondriacus*) метакластер А. Таким образом, использованная система RAPD + ISSR маркирования позволила различить сорта видов *A. hypochondriacus* и *A. tricolor* и получить свидетельства в пользу их родства.

Вид *A. hybridus* – сложная в таксономическом отношении группа, представители которой являются результатом процесса межвидового скрещивания

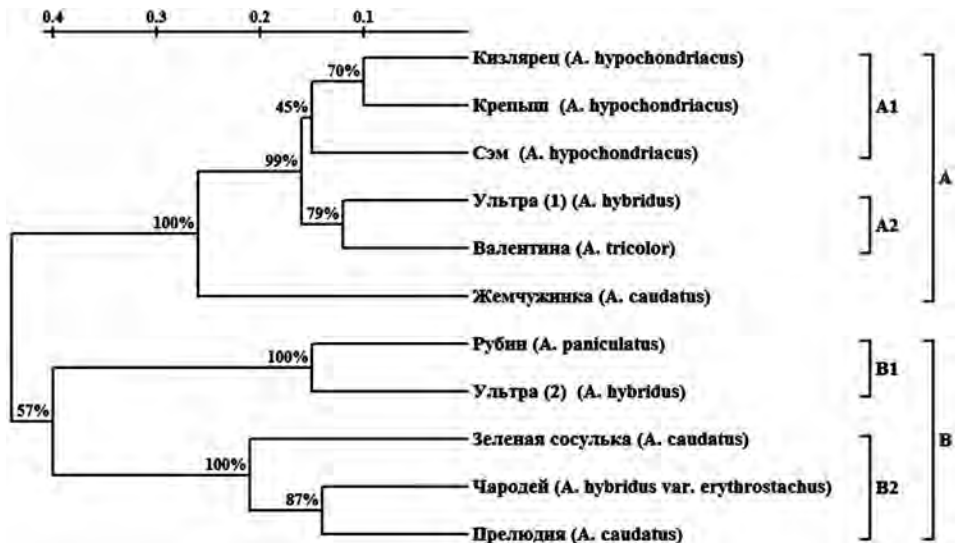


Рис. 15.6. Консенсусная RAPD + ISSR дендрограмма, отражающая степень генетического сходства/различия между сортами *Amaranthus* spp., полученная на основании 160 маркеров, сгенерированных праймерами OPA20, OPA16, OPA18, OPE-14, OPD-07 и OPB-03, UBC-846, ISSCR-4 и UBC 857. Значения Bootstrap указаны над соответствующей ветвью (%)

различных видов рода *Amaranthus* (*A. paniculatus*, *A. caudatus*, *A. hypochondriacus*, *A. hybridus* var. *erythrostachus*, *A. cruentus* и др.) [32, 34], поэтому таксономия этой группы нуждается в серьезной ревизии. В связи с этим можно предположить, что генотип сорта Ультра (1) – результат межвидов гибридизации *A. hypochondriacus* и, возможно, *A. tricolor*.

Сорта Рубин (*A. paniculatus*, ЦБС НАН Беларуси) и Ультра (2) (*A. hybridus*) образуют кластер В₁ в метакластере В (рис. 15.6), что дает основание предположить принадлежность сорта Ультра (2) к разновидности *paniculatus* вида *A. hybridus*.

Кластер В₂ формируют сорта Зеленая сосулька и Прелюдия, относящиеся к виду *A. caudatus*, а также сорт Чародей, который по предоставленной селекционером информации относиться к виду *A. hybridus* var. *erythrostachus*. Расположение сорта Чародей в окружении представителей вида *A. caudatus* и высокие значения *Bootstrap* в данном кластере позволяют предположить, что форма *erythrostachus* вида *A. hybridus* может состоять в родстве с видом *A. caudatus*.

Расположение сорта селекции ЦБС Жемчужинка (*A. caudatus*) отдельной ветвью в метакластере А (объединяющем генотипы *A. hypochondriacus* и *A. tricolor*), а не в В₂, требует проведения дополнительного генотипирования эталонной линией сорта и родительских форм, чтобы исключить вероятность того, что исследованный образец сорта Жемчужинка не является результатом перепыления.

Род *Potentilla*, к которому до сих пор ряд систематиков относят **курильский чай кустарниковый**, является довольно сложным в систематическом отношении, что связано с его широким распространением, нередкими случаями апомиксиса, полиплоидизации и отдаленной гибридизации [38–40]. Род разделен на несколько секций, внутри которых таксономические отношения запутаны. Использование морфологических признаков для систематики этого рода затруднено из-за их большой изменчивости, конвергенции и проблемы выбора морфологических признаков для сравнения [40, 41]. Поэтому вопросу применения молекулярно-генетических маркеров при изучении систематики, филогении и исторической биогеографии рода *Potentilla* посвящен ряд исследований в различных европейских странах [38–41], которые помогли нам при выборе методов исследования и маркирующих праймеров, так как до настоящего времени нет данных по генетической паспортизации культуры *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz.

Изначально для работы было отобрано 8 RAPD и 6 ISSR праймеров, но после предварительной проверки праймеры ОРА-11 и ОРХ-08 были исключены из дальнейшей работы, так как либо вовсе не давали ПЦР-продуктов, либо получаемые маркеры были малочисленными и нечеткими. Таким образом, для паспортизации коллекции были использованы 6 RAPD и 6 ISSR праймеров. На основе полученных данных были построены дендрограммы, отражающие результаты кластерного анализа UPGMA (рис. 15.7).

Совместное использование двух методов маркирования (RAPD и ISSR) позволило провести достаточно тщательное и разностороннее изучение генетического разнообразия коллекции курильского чая ЦБС НАН Беларуси. Данные, полученные при паспортизации форм Фонарик и Румянец, сортов Gold Star,

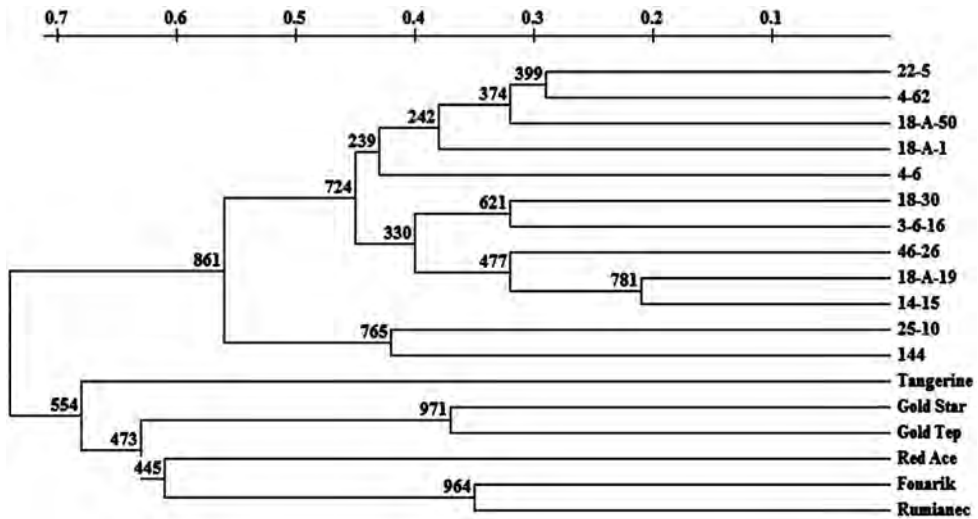


Рис. 15.7. RAPD + ISSR дендрограмма на основе UPGMA-анализа, отражающая степень генетического сходства между формами и сортами *P. fruticosa*. Горизонтальная шкала – относительное генетическое расстояние между формами. В точках разветвления указаны результаты Bootstrap-анализа

Gold Terrich и Red Ace двумя методами, не имели достоверно высокого коэффициента корреляции (0,58 при уровне значимости менее 0,05), при этом был отмечен одинаковый характер кластеризации всех пяти образцов.

Наблюдаемые различия между данными двух методов, полученными при паспортизации всей коллекции, объясняются разным распределением RAPD- и ISSR-ампликонов по геному: если RAPD-ампликоны распределены относительно равномерно, то ISSR-ампликоны ассоциированы с участками микросателлитной ДНК, характер изменчивости которой имеет свои особенности. Генотипирование всей коллекции RAPD- и ISSR-маркерами привело к схожим данным. Полученные генетические паспорта для форм курильского чая могут использоваться для идентификации и патентования особо ценных форм (это особенно важно для заявленных в ЦБС НАН Беларуси сортов Румянец и Фонарик) и для поддержания всей коллекции (табл. 15.3).

Таблица 15.3. Мультилокусные генетические паспорта сортов курильского чая селекции ЦБС НАН Беларуси

Праймер	Ампликоны
<i>Сорт Фонарик (рис. 15.8, см. цв. вклейку)</i>	
OPA-05	OPA05 ₃₆₄ , OPA05 ₅₅₃ , OPA05 ₆₆₉ , OPA05 ₉₅₄ , OPA05 ₁₀₉₆ , OPA05 ₁₃₅₅
OPC-02	OPC02 ₇₂₀ , OPC02 ₁₁₀₀
OPD-08	OPD08 ₄₂₅ , OPD08 ₅₅₅ , OPD08 ₆₂₅ , OPD08 ₁₀₄₀ , OPD08 ₁₅₆₂
OPG-08	OPG08 ₅₄₀ , OPG08 ₇₀₀ , OPG08 ₈₄₀
OPX-08	OPX08 ₅₄₁ , OPX08 ₇₁₄ , OPX08 ₉₅₈

Праймер	Ампликоны
<i>Сорт Румянец</i>	
ОРА-05	ОРА05 ₈₈₀ , ОРА05 ₁₃₀₀ , ОРА05 ₁₄₀₀ , ОРА05 ₁₈₀₀ , ОРА05 ₂₅₀₀
ОРС-02	—
ОПД-08	ОПД08 ₃₄₀ , ОПД08 ₁₀₃₀ , ОПД08 ₁₃₄₀ , ОПД08 ₁₅₆₀
ОПГ-08	ОПГ08 ₃₀₀ , ОПГ08 ₃₆₀ , ОПГ08 ₄₇₀ , ОПГ08 ₈₄₀ , ОПГ08 ₉₉₀ , ОПГ08 ₁₆₀₀
ОРХ-08	—
<i>Сорт Снежинка (36–16)</i>	
ОРА-05	ОРА05 ₅₅₃ , ОРА05 ₆₁₃ , ОРА05 ₇₄₀ , ОРА05 ₈₃₀ , ОРА05 ₉₅₄ , ОРА05 ₁₀₉₆ , ОРА05 ₁₃₅₅
ОРС-02	ОРС02 ₇₂₀ , ОРС02 ₁₇₇₅ , ОРС02 ₁₉₇₀
ОПД-08	ОПД08 ₅₀₅ , ОПД08 ₉₁₅ , ОПД08 ₁₀₃₀ , ОПД08 ₁₅₆₂
ОПГ-08	ОПГ08 ₃₆₀ , ОПГ08 ₅₄₀ , ОПГ08 ₆₇₀ , ОПГ08 ₉₃₄
ОРХ-08	ОРХ08 ₆₂₀ , ОРХ08 ₇₁₄ , ОРХ08 ₉₅₈

На основании полученных данных сделаны детальные заключения о генетических различиях исследованных форм, которые являются весьма ценными для дальнейшего процесса селекции. Проведенные исследования показывают принципиальную возможность совместного применения RAPD- и ISSR-маркеров для точного и достоверного генотипирования сортов курильского чая. Проведенное RAPD- и ISSR-маркирование предоставило серьезные дополнительные аргументы в пользу выделения форм Фонарик и Румянец в самостоятельные сорта.

Таким образом, для оценки генетического разнообразия ботанических коллекции ЦБС НАН Беларуси предложен комплексный подход основанный на ПЦР с использованием RAPD- и ISSR-праймеров для проведения сертификации генотипов культур (сортов, форм, гибридов, видов).

Оформлены генотипические сертификаты для исследованных культур (голубика высокая, амарант, курильский чай кустарниковый), поддерживающихся в коллекциях ЦБС НАН Беларуси. Эталонные спектры позволяют дифференцировать генотипы культур (сорта, формы, виды).

Разработаны маркеры (видо- и сортоспецифические) для создания уникальных генотипических профилей исследованных хозяйственно ценных культур. Разработанные сортоспецифические маркеры совместно с детальной характеристикой ряда биохимических параметров предоставляют перспективу маркирования ценных признаков различных сортов хозяйственно ценных культур, в том числе генов биосинтеза вторичных метаболитов (пектинов, флавоноидов, антоцианов, сквалена и др.) и полимеров (белков, липидов, крахмала и др.).

Проведено пополнение полученными молекулярно-генетическими данными комплексной интерактивной информационной системы для управления данными о разнообразии растений – информационно-поисковой системы Hortus Botanicus Centralis – Info (№ ГР 20053449 от 14.11.2005 г.), в том числе официального сайта ЦБС НАН Беларуси.

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА:
ЭФИРНЫЕ МАСЛА РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *PINACEAE***

Растения синтезируют большое число соединений, относящихся к веществам так называемого специализированного обмена клетки. У хвойных растений такими соединениями являются прежде всего терпены и терпеноиды эфирных масел.

Терпеновые соединения выполняют защитную функцию в растениях, обеспечивая выживание растений при контакте с бактериями, вирусами, грибами, насекомыми и при воздействии неблагоприятных условий окружающей среды. По числу отдельных представителей с установленной химической структурой терпеноиды превосходят все другие классы природных соединений (на сегодняшний день их насчитывается более 10 тыс.).

Соединения группы терпенов, полученные из хвойных пород деревьев, благодаря своим уникальным фармакологическим свойствам находят все более широкое применение при лечении различных патологических состояний. Терпеноидсодержащие лекарственные средства на основе веществ, синтезируемых хвойными, успешно используются при лечении ожогов, ран и гнойно-воспалительных процессов, стимулируют неспецифический иммунный ответ, нормализуют гемодинамику пораженной области и активизируют процессы регенерации тканей [1]. Установлено, что терпеновые соединения могут проявлять обезболивающее, противовоспалительное, ранозаживляющее, антимикробное, противовирусное, антигистаминное, иммуномодулирующее, противоопухолевое, спазмолитическое, успокаивающее действие [1].

Видовой состав хвойных растений Беларуси беден, хотя природные условия достаточно благоприятны для произрастания хвойных пород [2]. Поэтому интродукция в Беларусь различных видов хвойных растений, начавшаяся со второй половины XVIII в., продолжается до настоящего времени. В течение многих лет проводятся работы по интродукции хвойных растений в ЦБС НАН Беларуси. В результате эколого-биологического изучения особенностей интродуцированных древесных растений развиты теоретические положения о влиянии географического происхождения растений на их сезонное развитие и продуктивность, выявлены основные закономерности адаптации древесных растений при интродукции в Беларусь (Мельник С. П., Нестерович Н. Д., Шкутко Н. В., Гаранович И. М. и др.).

В отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси (заведующий – академик, д-р биол. наук В. Н. Решетников) активно ведется иссле-

дование биологически активных веществ хвойных пород. В результате выполнения ряда научно-исследовательских работ и грантов, в том числе в сотрудничестве с учеными Белорусского государственного университета, получен обширный массив данных по составу и биологической активности эфирных масел хвойных растений, интродуцированных в ЦБС. В данной работе приведены результаты скрининга состава эфирных масел ряда хвойных пород семейства *Pinaceae*, перспективных для широкого использования в экономике и лесном хозяйстве Беларуси, в том числе в качестве источника получения терпеновых соединений. Проанализированы эфирные масла 21 вида семейства *Pinaceae*, в том числе 13 видов рода *Pinus*, 4 видов рода *Abies*, 3 видов рода *Larix* и 1 вида рода *Tsuga*. В результате их газохроматографического анализа установлены особенности состава и распределения терпеновых соединений.

Состав эфирных масел рода *Pinus*. Отличительной чертой эфирных масел сосен считается высокое содержание пиненов. Среди изученных образцов эфирных масел различных представителей рода *Pinus* (*P. sibirica* Du Tour (сосна кедровая сибирская), *P. pumila* (Pall.) Regel (с. кедровая стланиковая), *P. koraiensis* Sieb. et Zucc. (с. кедровая корейская), *P. peuce* Griseb. (с. румелийская), *P. peuce* Griseb. × *P. strobus* L., *P. strobus* L. (с. Веймутова), *P. mugo Turra* (с. горная), *P. ponderosa Douglas* (с. твердая), *P. × schwerinii* Fitschen. (с. Шверина), *P. contorta Douglas ex Louden* (с. скрученная), *P. griffithii* Hoff ex Thomson (с. Гриффита), *P. sylvestris* L. (с. обыкновенная), *P. rigida* Mill. (с. жесткая)) можно выделить виды с высоким содержанием данных бициклических монотерпенов, такие как сосна твердая, где их количество превышало 65%, сосны румелийская, сибирская и Веймутова, где содержание пиненов составляло более половины от общего количества идентифицированных компонентов эфирного масла. В то же время такие виды, как сосна горная, кедровый стланник и сосна Шверина, были в значительной степени обеднены пиненами: содержание суммы этих соединений не превышало в данных видах 20%. В остальных изученных образцах количество пиненов составляло 24,3–46,3%, что сравнимо с содержанием данных монотерпенов в эфирных маслах пихт, другого рода *Pinaceae*. Для представителей рода *Pinus* количественное соотношение α - и β -пиненов было индивидуальным в зависимости от видовой принадлежности растения. Так, если для сосны Веймутовой и сосны жесткой α/β -пинен-соотношение было приблизительно равным 1, то для сосен горной, Гриффита, корейской, обыкновенной, сибирской показано преобладание α -пинена, а для сосны твердой, напротив, в подавляющем количестве присутствовал β -пинен (β/α -пинен-соотношение для этого вида равнялось 6).

Содержание лимонена в изученных образцах сосен было относительно невысоким и сравнимым с его количеством в эфирных маслах пихт, только у сосны Шверина биосинтез лимонена отличался высокой интенсивностью, содержание этого моноциклического монотерпена составляло около 22%.

У ряда видов сосен установлено присутствие значительного количества Δ -3-карена. Причем у сосны горной, кедрового стланника, сосны скрученной

содержание данного соединения составляло более 20%. В то же время в эфирном масле сосны жесткой не было обнаружено Δ -3-карена, а у сосен корейской, румелийской и сибирской его было менее 2%.

В целом терпеноиды сосен не отличались разнообразием: в их составе обнаружено лишь 3 представителя класса спиртов, 4 – эфиров и 1 кетон – крптон, установленный лишь у сосен Веймутовой, жесткой и скрученной.

В изученных 13 образцах эфирного масла сосен было установлено наличие лишь двух ациклических монотерпенов: β -мирцена и цис- β -оцимена, причем последнее соединение присутствовало лишь у четырех представителей рода *Pinus*. В группу карбоциклических монотерпенов наибольший количественный вклад вносили бициклические монотерпены, в том числе пинены и Δ -3-карен, накапливавшиеся в 9 видах изученных сосен в количестве более 50%. Особенно выделялась по содержанию этого класса монотерпенов сосна твердая (82%), в составе которой преобладал β -пинен.

В составе эфирных масел в аналитически значимых количествах обнаружено 7 моноциклических монотерпенов, среди которых основными являлись лимонен, β -фелландрен и α -терпинолен, при этом два вида сосны, сосна Шверина и сосна кедровая корейская, отличались повышенным биосинтезом как лимонена, так и α -терпинолена. Кедровый стланик отличался относительно равномерным распределением этих трех монотерпенов, а в эфирных маслах сосны горной и сосны скрученной (подрод *Pinus*) преобладал β -фелландрен.

В классе сесквитерпенов количественно преобладали бициклические сесквитерпены, максимальное содержание их установлено в эфирном масле сосны жесткой (22,2%). При этом количественное распределение индивидуальных сесквитерпеновых компонентов эфирных масел было специфическим для каждого вида сосны. Кроме того, ряд соединений был установлен лишь у отдельных представителей рода *Pinus*. Так, β -бизаболен был обнаружен лишь в эфирном масле кедрового стланика, транс- α -бергамотен в эфирном масле сосны твердой, а 3,7-гваядиен – в эфирном масле сосны скрученной.

В целом следует отметить, что количество терпенов во всех изученных эфирных маслах превышало 77%, доходя в случае кедрового стланика до 96,6%.

Установлены некоторые различия в составе эфирных масел рода *Pinus* из коллекции ЦБС НАН Беларуси по сравнению с литературными данными по присутствию терпеновых соединений в эфирных маслах сосен различного происхождения. Масло, полученное гидродистилляцией из хвои *P. koraiensis* [3], содержало в качестве доминирующих компонентов лимонен (27,9%), α -пинен (23,4%) и β -пинен (12,9%). В образце эфирного масла из ЦБС НАН Беларуси также преобладали лимонен и α -пинен, однако количество β -пинена было значительно ниже (4,02%).

В эфирном масле сосны румелийской из Македонии установлено наличие большого количества α -пинена (36,5%) и гермакрена D (11,4%). [4]. В образце эфирного масла сосны румелийской из ЦБС НАН Беларуси содержание α -пинена было значительно выше, а содержание гермакрена D, наоборот, ниже

(4,3%). Также в образце эфирного масла из ЦБС высоким было содержание борнилацетата по сравнению с образцом македонского происхождения (6,8%).

В образце эфирного масла сосны румелийского греческого происхождения [4] установлено присутствие значительного количества цитронеллола (13,4%), тогда как в эфирном масле из ЦБС наличие данного компонента не наблюдалось. Также существенные отличия образцов греческого и белорусского происхождения заключались в содержании α -пинена. Образец эфирного масла сосны обыкновенной из ЦБС НАН Беларуси выделялся значительным содержанием α -пинена (40%) по сравнению с образцом, проанализированным в статье [5]. Еще более существенные отличия установлены в накоплении кадиненов: их содержание в образце из ЦБС не превышало 2,2%.

Состав эфирных масел представителей рода *Abies*. К настоящему времени наиболее изученным является эфирное масло пихты сибирской, оно широко применяется в различных отраслях. В работе [6] в составе эфирного масла пихты сибирской показано присутствие больших количеств борнилацетата (49,8%), α -пинена (6,8%), камфена (18,8%), борнеола (4,8%).

В литературе отсутствуют сведения об особенностях состава эфирных масел пихт при их культивировании на территории Беларуси, в том числе не изучен выход и состав эфирных масел пихт, интродуцированных в ЦБС НАН Беларуси.

Как установлено в результате газохроматографического анализа, всем изученным представителям рода *Abies* (пихта белая (*Abies alba* Mill.), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ldb.), пихта почкочешуйная (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.), пихта корейская (*Abies koreana* Wils.)) при интродукции в условиях Беларуси присущ ограниченный спектр структурных типов соединений терпеновой природы. Единственным представителем ациклических монотерпенов, присутствующим в значимом количестве в исследованных образцах эфирного масла, был мирцен. В целом среди изученных образцов эфирного масла содержание моноциклических монотерпенов было наибольшим в эфирном масле пихты белой (13,06%), тогда как в эфирном масле пихты сибирской этот показатель был на 36% ниже.

Состав группы бициклических монотерпенов отличался разнообразием и имел ярко выраженные различия в количественном накоплении отдельных соединений среди изученных представителей рода *Abies*. Так, весьма характерным являлось высокое содержание Δ -3-карена в эфирном масле пихты сибирской (более 6%), тогда как эфирные масла других видов пихты содержали лишь небольшое количество этого соединения.

Соотношение α - и β -пиненов в эфирных маслах исследованных пихт зависело от вида таксона. Так, содержание β -пинена в эфирном масле пихты почкочешуйной более чем в 2 раза превышало количество α -пинена, также соотношение β/α -пинен было больше 1,0 у пихты белой. В остальных случаях биосинтез α -пинена доминировал, причем если у пихты корейской накопление α -пинена было больше на 20%, то у пихты сибирской биосинтез α -пинена протекал почти в 5 раз активнее. Установлено, что общее содержание бицикличе-

ских монотерпенов в эфирном масле пихты корейской почти в 2 раза меньше, чем у пихты сибирской.

Общее количество сесквитерпенов в эфирных маслах изученных видов пихт было невысоким. Эфирные масла пихты сибирской и пихты почкочешуйной содержали соединения этого класса терпенов в количестве, не превышающем 1,6%. На этом фоне выделялись образцы эфирных масел пихты белой и пихты корейской, в которых количество сесквитерпенов составляло соответственно 8,20 и 5,96%.

Среди ациклических сесквитерпенов установлено присутствие незначительного количества β -фарнезена в эфирном масле пихты белой и следов этого соединения в эфирных маслах пихты корейской и пихты почкочешуйной. Показано наличие в эфирных маслах пяти моноциклических сесквитерпенов, причем продукт 1,6-циклизации неролидилдифосфата γ -бизаболен присутствовал в эфирных маслах пихты белой и пихты почкочешуйной в виде двух изомерных форм. Наиболее обедненным этим классом сесквитерпенов было эфирное масло пихты сибирской, где обнаружены лишь три моноциклических сесквитерпена.

Среди бициклических сесквитерпенов в эфирном масле пихты белой доминировал β -кариофиллен. В целом количество бициклических сесквитерпенов было достаточно высоким в эфирных маслах пихты белой (4,42%) и пихты корейской (3,72%).

Интересно наличие продуктов последовательной 1,3- и 6,1-цикликации неролидилдифосфата – α - и β -гимахаленов, а также трициклического сесквитерпена α -лонгипинена и тетрациклического сесквитерпена лонгициклена, которые присутствовали в наибольшем количестве в эфирном масле пихты белой.

Терпеноиды эфирных масел исследованных видов пихт отличались разнообразием. Общее количество терпеноидов было наибольшим в эфирном масле пихты корейской (34,99%), а наименьшим – в эфирном масле пихты белой (18,21%). Установлено присутствие 9 монотерпеновых и 6 сесквитерпеновых спиртов, 11 эфиров, 6 монотерпеновых альдегидов и кетонов. Основным терпеноидом, определяющим качество эфирных масел пихты, является борнил-ацетат. Наибольшее количество этого эфира выявлено в эфирном масле пихты корейской (28,68%), что практически в два раза превышало его содержание в эфирных маслах других пихт. Борнеол и его производные присутствовали во всех образцах эфирного масла и доминировали среди терпеноидов изученных видов пихт. Необычным было присутствие метилэвгенола в эфирном масле пихты почкочешуйной, нехарактерного для эфирных масел древесных пород фенольного соединения. Также эфирное масло этого растения выделялось относительно высоким содержанием элемола и сафрола.

Состав эфирных масел представителей родов *Larix* и *Tsuga*. Установлены особенности состава терпеновых соединений у трех видов рода *Larix* (лиственница американская (*Larix laricina* K. Koch.), лиственница даурская (*Larix dahurica* Turcz. et Trautv.), лиственница японская (*Larix leptolepis* Siebold et Zucc.) Endl. В эфирном масле лиственницы американской содержание лимонена более чем

в 5 раз превышало его количество в других видах этого рода. Содержание Δ -3-карена в эфирном масле лиственницы даурской (0,73%) было в значительной степени снижено по сравнению с его накоплением в других таксонах этого рода. В эфирном масле лиственницы японской идентифицированы α -кариофиллен (0,34%), Δ -кадинен (1,27%), в то время как в других видах этого рода наличия аналитических количеств этих веществ не установлено. 1,8-цинеол присутствовал в двух таксонах рода *Larix* и отсутствовал у лиственницы даурской.

Таким образом, анализ образцов эфирных масел различных видов рода *Pinus*, интродуцированных в ЦБС НАН Беларуси, показал, что представители этого рода имеют ряд общих особенностей в накоплении терпеновых соединений эфирных масел. Основными терпенами сосен являются пинены, у ряда видов установлено присутствие значительных количеств Δ -3-карена.

Эфирные масла четырех видов пихт, интродуцированных в ЦБС НАН Беларуси близки по набору входящих в их состав терпенов, отличия имеются лишь в количественном содержании компонентов. Качественный состав кислородсодержащих производных моно- и сесквитерпенов эфирных масел изученных видов пихт имеет существенные различия. В наибольшем количестве в эфирных маслах присутствуют бициклические монотерпены. Основными компонентами эфирных масел пихты являются пинены, камфен и борнил-ацетат. Значительное содержание отдельных терпеновых соединений (например, Δ -3-карена в эфирном масле пихты сибирской) может быть использовано в качестве химических маркеров в хемосистематике рода *Abies* и при анализе качества эфирных масел пихт.

Эфирные масла трех видов рода *Larix* имеют существенные отличия в составе терпеновых соединений, в частности в содержании Δ -3 карена, α -кариофиллена, 1,8-цинеола. В эфирном масле лиственницы американской содержание лимонена в условиях Беларуси более чем в 5 раз превышает его количество в других видах этого рода.

Эфирные масла, извлеченные из охвоенных ветвей произрастающих либо успешно интродуцированных в условиях Беларуси растений семейства *Pinaceae*, согласно полученным данным, содержат в аналитически значимых количествах более 50 терпеновых соединений разнообразного строения, что позволяет рассматривать их как ценный источник биологически активных соединений для химической, фармацевтической, косметической промышленности.

**ГЕНОМИКА, ПРОТЕОМИКА
И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ РАСТЕНИЙ:
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Геномика, протеомика, метаболомика, транскриптомика и биоинформатика – новые направления биологической науки, задача которых заключается в интегрировании информации, получаемой в результате различных исследований, в единую систему. Эти науки определяют начало XXI века, так же, как молекулярная биология, иммунология и биотехнология определяли конец XX века.

17.1. Геномика растений

Геномика – это комплексная наука, посвященная изучению геномов и отдельных генов живых организмов. Геномика сформировалась как особое направление в 1980–90-х гг. вместе с возникновением первых проектов по секвенированию геномов живых организмов [1]. Для отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси исследования в области геномики растений являются новыми. Первые исследования были проведены кандидатом биологических наук А. Б. Власовой, аспирантом Н. А. Шугалей под руководством кандидата биологических наук Е. В. Спиридович на сортах сои белорусской селекции с разной активностью пероксидазы в оболочках семян. Ранее из растений сои, различающихся по накоплению и активности пероксидазы в оболочках семян, был клонирован ген пероксидазы и в нем обнаружен Ер-локус, ответственный за экспрессию данного фермента [2]. Установлено, что неспособность растений сои накапливать в семенных оболочках пероксидазу является результатом мутации (делеции) структурного гена. А. Б. Власова, Н. А. Шугалей, Е. В. Спиридович провели скрининг 39 сортов (генотипов) сои белорусской и зарубежной селекции по активности пероксидазы оболочек семян. Были выделены два сорта сои белорусской селекции, контрастные по накоплению и активности данного фермента: сорт Припять (с высокими показателями) и Ясельда (с низкими показателями). **РТ-ПЦР-анализ исследуемых сортов сои с помощью специфичных к Ер-локусу праймеров показал наличие теоретически рассчитанного фрагмента амплификации 225 bp у сорта Припять и отсутствие его у сорта Ясельда.** Данные исследования были проведены в рамках сотрудничества с лабораторией нехромосомной наследственности Института генетики и цитологии НАН Беларуси (заведующий – член-корреспондент НАН Беларуси О. Г. Давыденко), которая предоставила сорта сои для исследований.

В настоящее время сотрудниками отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси (канд. биол. наук А. Б. Власова, канд. биол. наук О. В. Чижик, канд. биол. наук Е. В. Спиридович, А. Н. Юхимук, А. М. Деева) по заданию «Характеристика, анализ и маркирование ДНК-локусов, кодирующих устойчивость к экзогенным факторам и синтез биологически активных веществ у природных форм и культурно возделываемых представителей рода *Vaccinium*» (научный руководитель – академик В. Н. Решетников), входящем в ГПНИ «Фундаментальные основы биотехнологий» (2011–2015 гг.), проводится сравнительная генетическая паспортизация различных культурно возделываемых генотипов (сортов, таксонов, форм) и видов дикой флоры рода *Vaccinium*. Выделены сорта голубики высокорослой с повышенным содержанием антоцианов в ягодах. В будущем планируется идентифицировать области генома, отвечающие за биосинтез вторичных метаболитов. На основе полученных результатов будет разработана система генетических и биохимических маркеров биосинтеза биологически активных веществ, которые найдут применение в селекции *Vaccinium*.

17.2. Общая протеомика растений

С 2000 г. в биологии растений наступила постгеномная эра: после завершения секвенирования первого растительного генома (арабидопсиса) необходимым стал анализ его экспрессии, и протеомика приобрела новое значение [3]. Идентификация белков, кодируемых геномами, является основной задачей современной протеомики растений. Геном и транскриптом (совокупность мРНК) растений относительно стабильны, тогда как протеом постоянно меняется, реагируя на воздействия целого ряда экзогенных и эндогенных факторов (условия произрастания, стрессы, воздействие регуляторов, регуляция экспрессии генов и т. д.), поддерживая физиологическое равновесие в клетке [4]. Результаты комплексных сравнительных исследований геномов, транскриптомов, протеомов и метаболомов взаимно дополняют друг друга и способствуют формированию наиболее полной картины клеточных процессов, происходящих в растении.

Отдел биохимии и биотехнологии растений ЦБС первым в Беларуси в 1968 г. начал протеомные исследования, с момента освоения В. Н. Решетниковым метода электрофореза белков в полиакриламидном геле. К сегодняшнему дню в отделе разработаны методические подходы протеомного анализа общего пула и суборганелльных белков растительной клетки с использованием разных типов 1D- и 2D-электрофореза, включая самый высокоразрешающий вид электрофореза, состоящий из изоэлектрофокусирования (ИЭФ) и электрофореза в денатурирующей системе (с додецилсульфатом натрия, ДСН) в щелочных условиях (ДСН-электрофорез). Выполненные сотрудниками отдела исследования были подчинены двум стратегическим целям современной протеомики и состояли в следующем:

разработка схем выделения общего пула белков клетки, а также схем фракционирования ядерных и хлоропластных белков с целью наиболее точного и полного отражения белкового состава каждой фракции и клеточной органеллы в целом;

выявление изменений протеома клетки, субпротеомов ядра и хлоропластов, происходящих в процессе развития растения и при воздействии внешних факторов, для исследования механизмов эпигенетического контроля экспрессии генов.

17.2.1. Протеомные исследования клеточных ядер растений

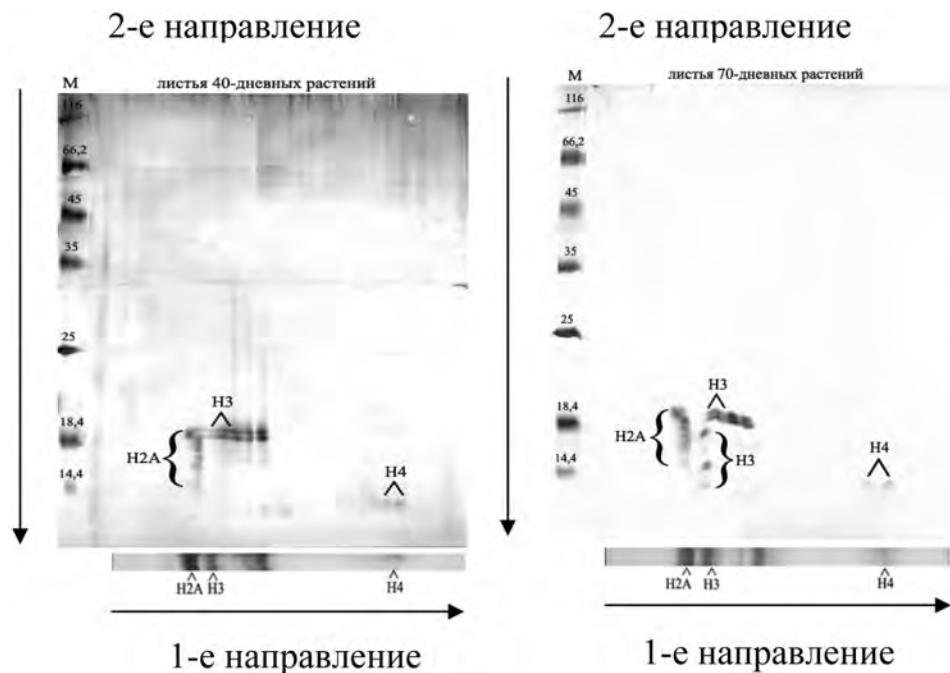
Клеточное ядро растений, будучи сложной и динамичной органеллой, содержит различные субструктуры, которые характеризуются отсутствием разделяющих их мембран, но имеют особые субпротеомы и функции. Данные субструктуры можно рассматривать как «компарменты», морфологически различимые при микроскопии [5]. Для выделения функциональных компарментов ядер растений сотрудниками отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС используются пять схем фракционирования ядер, основанных на применении водных растворов различной ионной силы и детергентов, а также с применением дифференциального центрифугирования. Применяя схему избирательной (ступенчатой) экстракции белковых комплексов ядер для проростков озимой ржи, группой исследователей (академик В. Н. Решетников, канд. биол. наук О. К. Лаптева, канд. биол. наук Е. В. Спиридович, канд. биол. наук О. В. Чижик, канд. биол. наук Т. Ф. Сосновская, канд. биол. наук Л. В. Гончарова) получены, разделены методом 1D-электрофореза (ДСН-электрофореза) и окрашены раствором азотнокислого серебра: 1) нуклеоплазматические белки; 2) белки слабо связанного с матриксом хроматина (диффузный хроматин или эухроматин I, в основном нуклеосомные фибриллы); 3) диффузный хроматин или эухроматин II (в основном 30 нм-фибриллы); 4) белки прочно связанного с матриксом хроматина (компактный хроматин, гетерохроматин); 5) белки ядерного матрикса [6]. Установлено, что прорастание зерновки озимой ржи (активация экспрессии генома) сопровождается увеличением гетерогенности ядерного протеома.

Применив вышеописанную схему эксперимента, было изучено (канд. биол. наук П. С. Шабуня, канд. биол. наук А. А. Кузовкова) накопление белков теплового шока (БТШ) в ядрах проростков озимой ржи Пуховчанка в условиях высокотемпературного стресса. Установлено, что кратковременный тепловой шок стимулирует в ядрах синтез низко- и высокомолекулярных БТШ. Наибольшим разнообразием БТШ обладали клеточные ядра проростков озимой ржи на стадиях прорастания и развития coleoptila, при этом большая часть ядерных БТШ была свободно локализована в нуклеоплазме озимой ржи, а остальные были связаны с хроматином и ядерным матриксом [7].

Для более детального исследования компарментов ядра сотрудники отдела применяют методики выделения отдельных групп белков (например,

гистонов, НМГ и других негистоновых белков). Так, О. В. Чижик, используя 2D-электрофорез (1-е направление – электрофорез в кислых условиях с мочевиной, 2-е – электрофорез в щелочных условиях с ДСН), провела сравнительный анализ компонентного состава гистонов озимой ржи Верасень и секалотритикума S206 и выявила для каждого вида маркерные субфракции гистона Н1. Белковые маркеры широко применяются при идентификации видов, сортов, гибридов зерновых культур [8, 9]. Традиционно в качестве белковых маркеров зерновых культур используют запасные белки семян. В. Н. Решетников, О. В. Чижик предложили для этой же цели использовать фракцию гистона Н1, который в эволюционном отношении не отличается консерватизмом, как это показано для коровых гистонов [10].

Используя АУТ-электрофорез в качестве 1-го направления, а ДСН-электрофорез – в качестве 2-го направления 2D-электрофореза, группой исследователей (канд. биол. наук А. А. Кузовкова, канд. биол. наук П. С. Шабуня, канд. биол. наук О. В. Чижик) проведен сравнительный анализ кислоторастворимых ядерных белков 40- и 70-дневных растений табака. Установлено (рис. 17.1), что в листьях табака разного возраста экспрессируются различные субфракции гистона Н3. Данный факт был подтвержден MALDI-TOF-TOF масс-спектро-



М – белки-маркеры молекулярных весов в кДа
 H2A, H2B, H3 и H4 – гистоны

Рис. 17.1. 2D-электрофорез кислоторастворимых ядерных белков 40- и 70-дневных растений табака

метрией и последующим анализом базы данных Mascot, в ходе которого искомые белки показали гомологию с гистонами H3 *Glycine tabacina*, *G. falcata*, *G. max*, *G. tomentella*, *G. clandestina*, *Teramnus labialis*, *Dumasia villosa*, *Pseude-minia comosa*, *Marchantia polymorpha* [11].

Однако наиболее чувствительным на настоящий момент является изофокусирование (ИЭФ) в ПААГ с иммобилизованным градиентом pH, а в качестве 2-го — ДСН-электрофорез. Использование иммобилизованного в ПААГ градиента pH позволяет преодолеть проблемы воспроизводимости результатов, разрешения и разделения сильно кислых и/или основных белков, определяемые амфолитами, формирующими градиент pH. Данный тип электрофореза был применен сотрудниками отдела (А. Б. Власова, Е. В. Спиридович, А. А. Кузовкова) для разделения широкой группы ДНК-связывающих белков, которые были выделены по методу Giavalisco [12] напрямую из 72-часовых проростков озимой ржи Верасень, выращенных из контрольных и обработанных электромагнитным излучением миллиметрового диапазона нетепловой интенсивности (КВЧ-излучением) зерновок. Субпротеом опытных проростков озимой ржи отличался по компонентному составу полипептидов от такового контрольных растений (рис. 17.2). С помощью MALDI-TOF-TOF масс-спектрометрии в опытных растениях был идентифицирован один из дифференциально экспрессируемых белков (на рис. 17.2 обозначен овалом). Результаты исследований показали гомологию искомого белка с 30 растительными белками, 19 из которых являются БТШ 70 различных видов растений. Процент гомологии достигал 62–89%.

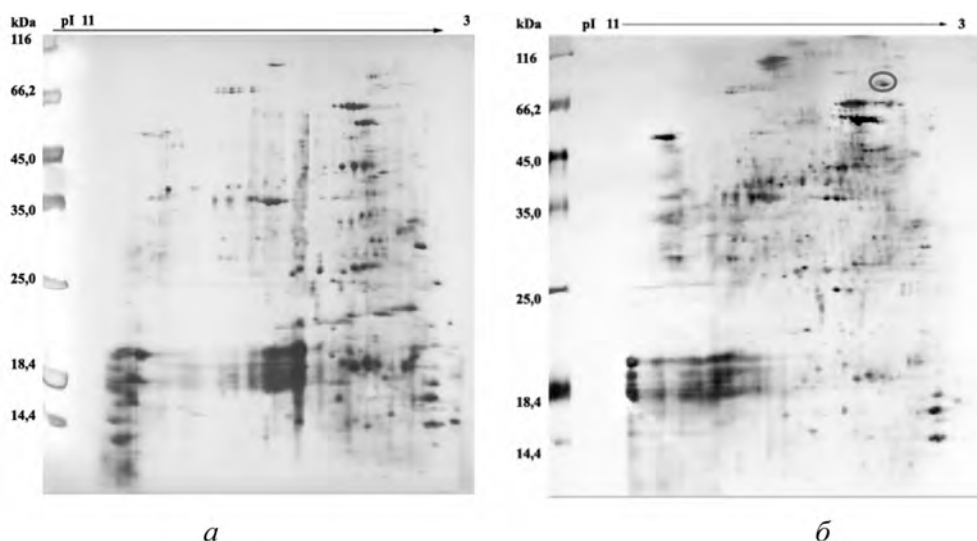


Рис. 17.2. 2D-электрофореграммы ядерных ДНК-связанных белков 72-часовых проростков озимой ржи Верасень, выращенных из контрольных (а) и обработанных КВЧ-излучением (б) зерновок

17.2.2. Протеомные исследования хлоропластов растений

Кандидатом биологических наук А. А. Кузовковой разработаны методические подходы к протеомному анализу хлоропластов озимой ржи с использованием 2D-электрофореза (ИЭФ на ПААГ-стрипах с иммобилизованным градиентом pH и ДСН-электрофорез) [13]. В ходе первичного протеомного анализа во фракции легкорастворимых хлоропластных белков 168-часовых проростков озимой ржи Верасень выявлено около 250 белков (рис. 17.3). Некоторые группы белков, содержащиеся в больших количествах, были предположительно идентифицированы, основываясь на представленных в литературе 2D-электрофореграммах хлоропластных белков *Arabidopsis* [14], гороха [15] и кукурузы [16]. В частности, это изоформы полифенолоксидазы (PPO), большие субъединицы рибулозобифосфаткарбоксилазы (RbcL), белки АТФ-синтетазного (CF α,β -cluster) и кислородвыделяющих (OEC 33-cluster, OEC 23-cluster, OEC 16) комплексов, пластоцианины (PLAS) и белок PsaN из фотосистемы I. Во фракции труднорастворимых хлоропластных белков 168-часовых проростков озимой ржи выявлено около 100 белков.

Вышеописанный подход к проведению протеомного анализа хлоропластов А. А. Кузовкова применила при исследовании влияния КВЧ-излучения на физиолого-биохимическое состояние злаковых. Обработка зерновок озимой ржи КВЧ-излучением в течение 15 мин изменила экспрессию ряда хлоропластных

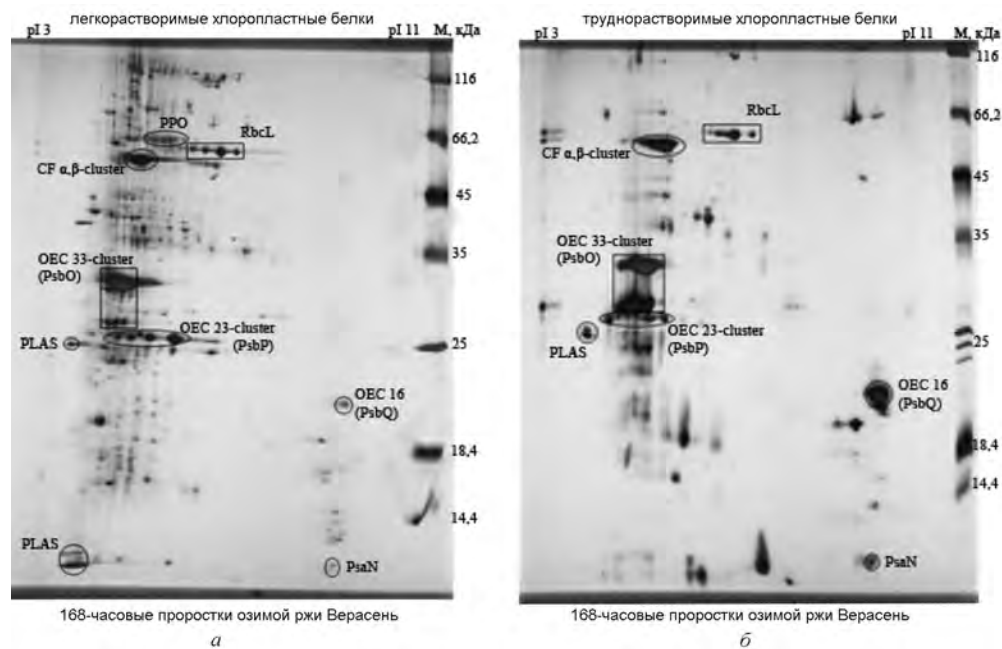


Рис. 17.3. 2D-электрофореграммы легко- (а) и труднорастворимых (б) хлоропластных белков 168-часовых проростков озимой ржи Верасень

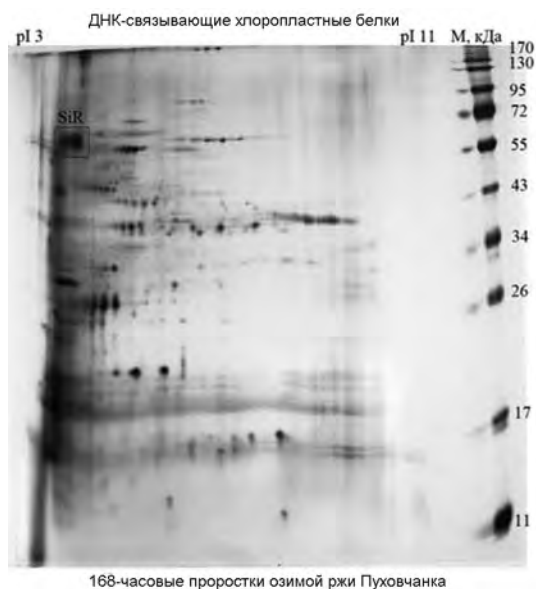


Рис. 17.4. 2D-электрофореграмма ДНК-связывающих нуклеоидных хлоропластных белков 168-часовых проростков озимой ржи Лота

которые компактизируют ДНК в структуры, известные как нуклеоиды. В отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси исследованием ДНК-белковых комплексов хлоропластов злаковых впервые занялись в 1980-е гг. (канд. биол. наук А. М. Ялошевич, канд. биол. наук И. В. Голденкова, под руководством академика В. Н. Решетникова). Позже исследования нуклеоидов злаковых были продолжены А. А. Кузовковой. ДНК-связывающие и другие (остаточные) нуклеоидные белки 168-часовых проростков озимой ржи Лота были разделены 2D-электрофорезом (ИЭФ на ПААГ-стрипах с иммобилизованным градиентом рН и ДСН-электрофорез), и была предпринята попытка первичного анализа субпротеомов нуклеоидов озимой ржи (рис. 17.4). Выявлено около 70 четко различимых белковых зон. Главным мажорным белком субпротеома ДНК-связывающих нуклеоидных белков хлоропластов озимой ржи является белок с молекулярной массой около 68 кД, обладающий, по сведениям G. C. Cannon et al. [17], способностью компактизировать хлоропластную ДНК.

17.2.3. Прикладные исследования протеома растений

Протеом семян растений. Начиная с 1990-х гг. в отделе биохимии и биотехнологии растений по инициативе В. Н. Решетникова используется электрофоретическое разделение запасных белков для характеристики и маркирования форм и сортов сельскохозяйственных культур, что позволяет при селекционном процессе осуществлять внутрисортовой отбор и выделять биотипы с необходимыми свойствами, а также находить применение в паспортиза-

белков 7-суточных проростков озимой ржи. В частности, была снижена экспрессия белков из CF α, β -cluster и ОЕС 33-cluster, но при этом усилена экспрессия одного из белков ОЕС 23-cluster. Также вследствие КВЧ-излучения модифицирована экспрессия отдельных изоформ RbcL (измененный рисунок шлейфа белковых пятен) и некоторых неидентифицированных нами хлоропластных белков.

Пластиды высших растений имеют кольцевой геном (пластом), который содержит гены, кодирующие белки, участвующие в фотосинтезе и транспорте электронов, а также компоненты, необходимые для транскрипции и трансляции внутри органеллы. Пластом организован с помощью белков, кото-

ции растений. Сотрудниками отдела (канд. биол. наук А. А. Веевник, канд. биол. наук Е. В. Спиридович, канд. биол. наук Л. В. Гончарова, канд. биол. наук Н. Ю. Королева) проведен анализ протеома и ферментных комплексов (амилаз, протеаз и ингибиторов протеаз) зерновок разных сортов и форм ячменя, ржи, пшеницы, тритикале и секалотритикума, созданных селекционерами РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» [8, 18].

Сотрудниками отдела И. П. Кондрацкой, канд. биол. наук Т. И. Фоменко по заданию ГПОФИ «Селекция, семеноводство и генетика» совместно с лабораторией многолетних трав РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» исследован общий пул и запасные белки зерновок новых отдаленных гибридов овсяницы луговой и тростниковой и выделены гибриды, являющиеся генисточниками улучшения кормовых показателей овсяницы. По результатам исследований подана заявка на получение авторского свидетельства на новый сорт овсяницы тростниковой «Таямница» (рис. 17.5).

Протеомный статус клеток лекарственных растений. ЦБС НАН Беларуси, располагая богатейшим генофондом местной и интродуцированной флоры (около 10 тыс. таксонов), имеет возможности и перспективы развития протеомных исследований наиболее ценных видов из коллекционных фондов, в том числе в культуре *in vitro*. Сегодня сотрудниками отдела (канд. биол. наук А. А. Кузовкова, канд. биол. наук О. В. Чижик, Т. В. Мазур) по заданию «Структурные и регуляторные белки клетки и компартментов органелл как показатель физиологического состояния и уровней накопления вторичных метаболитов дедифференцированными тканями лекарственных растений» (научные руководители – академик В. Н. Решетников, канд. биол. наук Е. В. Спиридович), входящем в ГПНИ «Фундаментальные основы биотехнологий» (2011–2015 гг.), проводится сравнительный анализ протеомного и метаболомного статуса дифференцированных тканей (лист, стебель, корень) полевых, оранжерейных и *in vitro* растений многоколосника морщинистого (*Agastache rugosa*), а также дедифференцированных (каллусных) клеток, полученных из листовых, стеблевых и корневых эксплантов, с целью идентифицировать ключевые белки, ответственные за биосинтез биологически активных веществ, и разработать подходы к направленной регуляции метаболизма данного лекарственного растения.

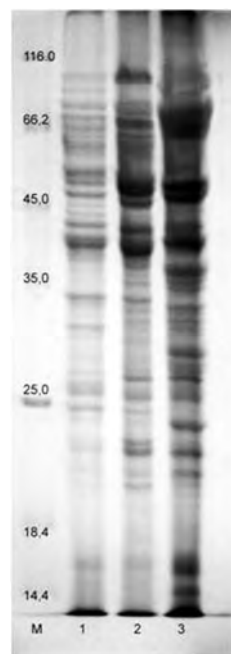


Рис. 17.5. 1D-электрофореграммы общих белков семян межродовых гибридов и их родительских форм: 1 – овсяница тростниковая дикая из Франции; 2 – межродовой гибрид – сорт Таямница (получен при скрещивании овсяницы луговой сорта Зорка и овсяницы тростниковой дикой из Франции); 3 – овсяница луговая сорта Зорка; М – белки-маркеры молекулярных весов в кД

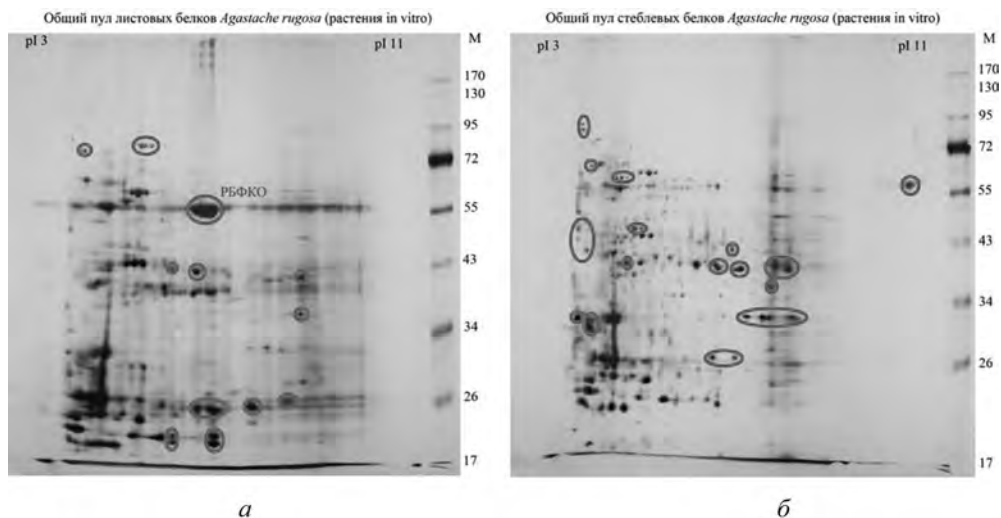


Рис. 17.6. 2D-протеомные карты дифференцированных тканей листа (а) и стебля (б) *A. rugosa*

На сегодняшний день сотрудниками отдела биохимии и биотехнологии растений (канд. биол. наук А. А. Кузовкова, канд. биол. наук О. В. Чижик) получены 2D-протеомные карты дифференцированных тканей листа и стебля *in vitro* растений многоколосника морщинистого (рис. 17.6), а также дедифференцированных (каллусных) клеток, иницированных из листовых и стеблевых эксплантов. Проведен первичный анализ протеомных карт и выявлены отличия в экспрессии ряда белков (на картах показаны овалами).

17.3. Генетическая инженерия растений

Первыми трансгенными растениями, созданными сотрудниками отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС, были растения *Nicotiana tabacum* cv Samsun, экспрессирующие ген β -1,4-глюканазы из термофильной бактерии *Clostridium thermocellum*. Данные растения были получены канд. биол. наук В. Т. Василевко на базе Института молекулярной генетики РАН (г. Москва) под руководством профессора Э. С. Пирузян. Введение в геном табака бактериального гена β -1,4-глюканазы повысило устойчивость растений к фитопатогену *Erwinia caratovora* и одновременно увеличило чувствительность к *Pseudomonas fluorescens*. Созданные трансгенные растения являются модельными и могут быть использованы для изучения влияния бактериального гена на экспрессию генов растения [19].

Другие модельные трансгенные растения *N. tabacum* cv Samsun были получены научными сотрудниками Л. Г. Бердичевец и М. К. Малюш под руководством канд. биол. наук Т. И. Фоменко на базе отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС. Для агробактериальной трансформации использовали штамм *A. tumefaciens*, несущий плазмиду E35S-licBSK с геном *licB*,

кодирующим фермент β -1,3-1,4-эндоглюканазу (лихеназу). Данный ген был клонирован из анаэробной грамположительной термофильной бактерии *S. thermocellum* и встроен в плазмиду E35S-licBSK сотрудниками лаборатории генетической инженерии растений Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН под руководством проф. Э. С. Пирузян [20,21]. В настоящее время трансгенные растения табака поддерживаются в коллекции культур *in vitro* отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси.

Следующими объектами для агробактериальной трансформации стали декоративные и древесно-ягодные растения, такие как гиацинт восточный, брусника обыкновенная и клюква крупноплодная. Для развития генной инженерии растений в отделе была сформирована новая тематическая группа, сотрудники которой (канд. биол. наук Е. А. Попович, В. Л. Филипня, канд. биол. наук О. В. Чижик, канд. биол. наук Т. В. Антипова, В. И. Горбачевич, магистрант Е. Скриган) разработали эффективные технологии адвентивной регенерации побегов, транзиентной и стабильной трансформации гиацинта, брусники и клюквы. Ими впервые в Беларуси получены трансгенные растения гиацинта восточного, брусники обыкновенной и клюквы крупноплодной, в которых стабильно экспрессируются трансгены.

17.3.1. Генетическая трансформация гиацинта восточного

В экспериментах по генетической трансформации гиацинта восточного (*Hyacinthus orientalis* L.) Е. А. Попович и В. Л. Филипня использовали стабилизированные асептические культуры сортов Edison, Peter Stuyvensan и Chine Pink из коллекции ЦБС НАН Беларуси. Генетическую трансформацию проводили супервирулентным штаммом *A. tumefaciens* СВЕ 21, содержащим бинарный вектор pBIT_{hau}35 с геном белка тауматина II из плодов *Thaumatococcus danielli* L. под контролем промотора 35S РНК CaMV, любезно предоставленным директором станции искусственного климата «Биотрон» С. В. Долговым в рамках договора о научно-исследовательской деятельности между Филиалом Института биоорганической химии РАН и ЦБС НАН Беларуси [22]. В результате Е. А. Попович и В. Л. Филипня получили 4 линии трансгенных растений (Но140 сорта Edison и Но7401, Но7402, Но7403 сорта Chine Pink) с подтвержденным ПЦР-анализом встраиванием кассеты в геном и доказанным вестерн-блоттингом синтезом белка (рис. 17.7).

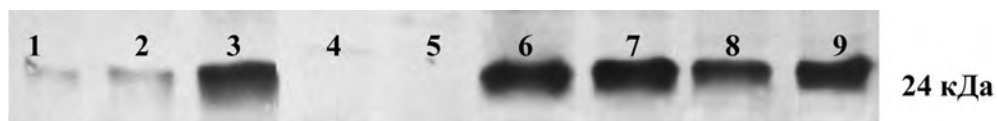


Рис. 17.7. Иммунологический анализ экспрессии тауматина в побегах трансгенных линий и контрольных растений гиацинта восточного: 1, 2, 3 – разведения коммерческого препарата тауматина (Sigma) в количестве 5, 10, 15 нг на дорожку соответственно; 4 – контроль сорт Edison; 5 – контроль сорт Chine Pink; 6 – трансгенная линия Но140; 7 – трансгенная линия Но7401; 8 – трансгенная линия Но7402; 9 – трансгенная линия Но7403

Трансгенные линии гиацинта с экспрессирующимся белком тауматином II были тестированы на устойчивость к патогенам *Fusarium oxisporum*, *F. culmorum*, *Botrytis cinerea* и *E. corotovora*. У луковиц трансгенных линий проявлялась большая толерантность к *F. oxisporum*, *F. culmorum*, *B. cinerea*, чем у побегов тех же линий. Линии Но7401 и Но7402 сорта Chine Pink отличались большей толерантностью к грибным патогенам, чем линия Но140 сорта Edison. В настоящее время трансгенные растения гиацинта восточного поддерживаются в коллекции культур *in vitro* отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси.

17.3.2. Генетическая трансформация брусники обыкновенной

Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) относится к труднотрансформируемым видам, поэтому сотрудники отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси (Т. В. Антипова, В. Л. Филипена, О. В. Чижик, Е. Скриган) технологию ее агробактериальной трансформации разрабатывали с использованием транзientной экспрессии в листовых эксплантах репортерного гена *gus*, кодирующего фермент β-глюкуронидазу. Экспланты брусники обыкновенной сортов Red Pearl, Koralle и Ammerland инфицировали штаммом *A. tumefaciens* CBE21, содержащим бинарный вектор p35SGUSint (штамм любезно предоставлен нам директором станции искусственного климата «Биотрон» С. В. Долговым в рамках договора о научно-исследовательской деятельности между филиалом Института биоорганической химии РАН и ЦБС НАН Беларуси). Транзientную экспрессию анализировали сразу же после кокультивирования эксплантов с *A. tumefaciens* подсчетом числа экспрессирующих GUS зон, проявляющихся как голубые очаги и локусы на эксплантах. Для повышения частоты трансформации листовых эксплантов в среду для инокуляции добавляли ацетосирингон (рис. 17.8, см. цв. вклейку).

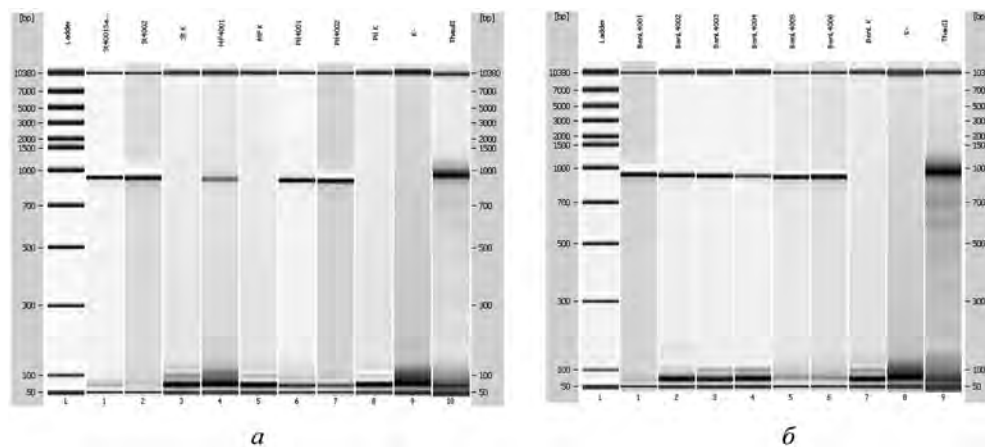
В итоге после успешной агробактериальной трансформации брусники сорта Red Pearl и селекции регенерантов на среде с канамицином (рис. 17.9, см. цв. вклейку) были отобраны 11 линий, из которых произвольно выбрали две (RPgus28 и RPgus36) для подтверждения наличия генов неомицинофосфотрансферазы и β-глюкуронидадсинтетазы методом ПЦР.

Функциональность экспрессирующей кассеты 35S-*uidA*-3'-nos, интродуцированной в растения брусники обыкновенной анализировалась гистохимическим окрашиванием листовых пластинок с черешками трансгенных растений. Трансгенные линии RPgus28 и RPgus36 брусники обыкновенной сорта Red Pearl были подвергнуты летальной селекции на среде со 100 мг/л канамицина и прошли 2 субкультивирования после отделения от первичного экспланта. Активность GUS визуально детектировалась в листьях и стеблях всех трансгенных линий брусники, в то время как голубого окрашивания не наблюдалось в контрольных нетрансформированных побегах. В настоящее время трансгенные растения брусники обыкновенной поддерживаются в коллекции культур *in vitro* отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси.

17.3.3. Генетическая трансформация клюквы крупноплодной

Клюква крупноплодная также является трудным объектом для генетической трансформации. Впервые в мире в отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси научным сотрудником В. Л. Филипеней с помощью генно-инженерных подходов созданы трансгенные растения клюквы крупноплодной, экспрессирующие смысловой ген белка тауматина II (PR-5-белок) из плодов *Thaumatococcus danielli* L. под контролем промотора 35S РНК CaMV. В экспериментах по агробактериальной трансформации клюквы крупноплодной В. Л. Филипеня использовала стабилизированные асептические культуры сортов Ben Lear, McFarlin, Pilgrim, Stevens, Franclin из коллекции ЦБС НАН Беларуси [23, 24]. Коллекция *in vitro* сортовой клюквы крупноплодной также была создана В. Л. Филипеней. Генетическую трансформацию проводили супервирулентным штаммом *A. tumefaciens* CBE 21, содержащим бинарный вектор pBIThau35 с геном белка тауматина II под контролем промотора 35S РНК CaMV, любезно предоставленным С. В. Долговым.

В результате было получено 11 линий трансгенных растений клюквы крупноплодной сортов Ben Lear (BeanL 4001, BeanL4002, BeanL4003, BeanL4004, BeanL4005, BeanL4006), McFarlin (MF4001), Pilgrim (Pil4001, Pil4002), Stevens (St4001, St4002), которые устойчиво росли на среде с высокой дозой канамицина (200 мг/л Km) без признаков хлороза и некроза [25]. Трансгенные растения



а: 1–2 – линии St4001, St4002; 4 – линия MF4001; 6, 7 – линии Pil4001, Pil4002; 3, 5, 8 – геномная ДНК нетрансформированных растений (отрицательный контроль); 9 – H₂O; 10 – ДНК *A. tumefaciens* CBE 21/pBIThau35 (положительный контроль); L – маркер размеров ДНК (DNA 7500, Agilent)

б: 1–6 – линии BenL4001, BenL4002, BenL4003, BenL4004, BenL4005, BenL4006; 7 – геномная ДНК нетрансформированных растений (отрицательный контроль); 9 – H₂O; 10 – ДНК *A. tumefaciens* CBE 21/pBIThau35 (положительный контроль); L – маркер размеров ДНК (DNA 7500, Agilent)

Рис. 17.10. ПРЦ-анализ трансгенных линий клюквы крупноплодной на присутствие *thauII* гена: *а* – сорта McFarlin, Pilgrim, Stevens; *б* – сорт Ben Lear

клюквы были акклиматизированы к условиям контролируемого закрытого грунта (*ex vitro*) и протестированы В. Л. Филипеней, Т. В. Антиповой и О. В. Чижик методом ПЦР на присутствие целевого гена, кодирующего белок тауматин II, гена *nptII* и гена *virG*, который находится вне области переносимой Т-ДНК (детектирование отсутствия/наличия агробактериальной инфекции). Результаты ПЦР-анализа показали, что в геноме всех 11 линий трансгенных растений и в положительном контроле присутствует фрагменты, соответствующие генам *thauII* (рис. 17.10) и *nptII*. В геноме нетрансформированных растений (отрицательный контроль) данные последовательности не обнаружены. В то же время в трансгенных растениях и отрицательном контроле не присутствовала последовательность гена *virG*, что свидетельствует об отсутствии латентной агробактериальной инфекции.

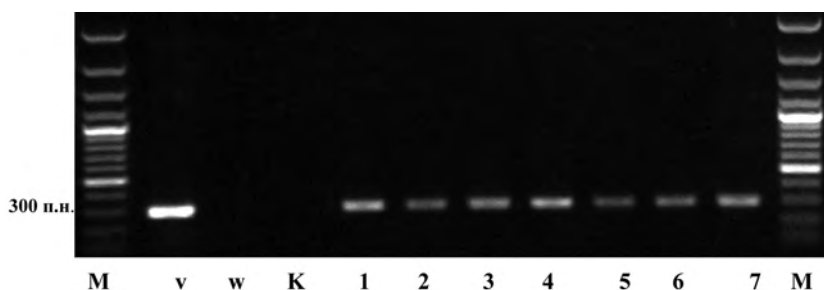
Для двух трансгенных линий сорта **Ben Lear** показана повышенная по сравнению с контролем устойчивость к фитопатогенам *Pestalotia guerpini* Desm. и *Botrytis cinerea* Pers (Л. Головченко и др.).

17.3.4. Генетическая трансформация голубики высокой

В 2011 г. сотрудниками отдела О. В. Чижик, В. Л. Филипеней под руководством академика В. Н. Решетникова в рамках темы «Разработать и освоить технологию ускоренного производства высококачественного посадочного материала перспективных сортов голубики высокой с использованием биотехнологических приемов. Разработать методы молекулярной селекции и создать генетически модифицированные формы голубики с повышенной устойчивостью к воздействиям биотических и абиотических факторов среды» (подпрограмма 1 «Инновационные биотехнологии в Республике Беларусь» Межгосударственной целевой программы Евразийского экономического сообщества «Инновационные биотехнологии» на 2011–2015 гг.) начата разработка технологии агробактериальной трансформации голубики высокой. К настоящему моменту оптимизированы условия культивирования *in vitro* на всех этапах микроклонального размножения перспективных сортов голубики с учетом сортовых особенностей и разработана эффективная методика адвентивной регенерации из соматических тканей перспективных сортов голубики высокорослой. Запланировано к началу 2014 г. создать линии трансгенных растений голубики высокой с повышенной устойчивостью к воздействиям биотических и абиотических факторов среды и провести их молекулярно-генетический анализ.

17.3.5. Генетическая трансформация клевера лугового

Подбор эксплантов клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) с максимальным морфогенным потенциалом, а также условий его реализации являются ключевыми этапами в генетической трансформации данной культуры. Для этой цели научные сотрудники Л. Г. Бердичевец и М. К. Малюш под руководством канд. биол. наук Т. И. Фоменко применили транзientную экспрессию гена *gus* при агробактериальной трансформации клевера лугового сорта Янтар-



М – маркер молекулярного веса GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder («Fermentas», Литва), v – положительный контроль (плазмидный вектор pGV3850-35SlicB), w – контроль чистоты

Рис. 17.12. Отобранные в результате ПЦР-анализа растения-регенеранты клевера лугового сорта Янтарный, содержащие в геноме последовательность целевого гена *licB*

ный штаммом *A. tumefaciens* с бинарным вектором pBI 121, содержащим ген β -глюкуронидазы. В качестве эксплантов использовали семядольные узлы с участками гипокотилей (1–2 мм) 6–7-дневных проростков. Показано, что локализация транзientной экспрессии GUS в эксплантах клевера лугового сорта Янтарный наблюдалась в семядольных листьях, меристемной зоне семядольного узла и на срезе гипокотилия (рис. 17.11, см. цв. вклейку). Наибольшая экспрессия GUS проявлялась на семядольных листьях.

Оптимальные условия агробактериальной трансформации клевера лугового, выявленные с использованием транзientной экспрессии GUS, были использованы Л. Г. Бердичевец, М. К. Малюш и Т. И. Фоменко при трансформации *in vitro* семядольных узлов клевера лугового сорта Янтарный штаммом *A. tumefaciens* C58C1 [pGV3850] с целевым геном *licB*, кодирующим фермент β -1,3-1,4-эндоглюканазу (лихеназу), под контролем промотора 35S CaMV. Данный ген был клонирован из анаэробной грамположительной термофильной бактерии *C. thermocellum* и встроен в плазмиду pGV3850-35SlicB сотрудниками лаборатории генетической инженерии растений Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН под руководством проф. Э. С. Пирузян [20, 21]. В результате были получены 23 растения-регенеранта клевера лугового, укоренившихся на среде с селективным агентом без признаков хлороза и некроза. Присутствие в геноме первичных трансформантов последовательности целевого гена *licB*, селективного гена *nptII* и гена *virE* (детектирование отсутствия/наличия агробактериальной инфекции) было проанализировано методом ПЦР (канд. биол. наук И. Н. Бердичевец, науч. сотр. Л. Г. Бердичевец). В итоге было отобрано 7 трансгенных линий клевера лугового сорта Янтарный (рис. 17.12).

В ближайшем будущем сотрудниками отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС будет проведен анализ экспрессии фермента β -1,3-1,4-эндоглюканазы в полученных трансгенных линиях клевера лугового.

17.3.6. Создание опытного поля для испытаний трансгенных растений

Впервые в Республике в соответствии с Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 56 от 29 августа 2006 г. сотрудниками отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС канд. биол. наук О. В. Чижик, В. Л. Филипеной под руководством академика В. Н. Решетникова разработан и согласован с Минским городским комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды паспорт опытного поля, предназначенного для проведения испытаний непатогенных генно-инженерных организмов при их первом высвобождении в окружающую среду.

Паспорт включает: 1) схему опытного поля; 2) информацию о расположенных на расстоянии до 500 м посевах и посадках генно-инженерных растений и сельскохозяйственных культур традиционной селекции; 3) перечень видов диких животных, обитающих на опытном поле, а также на расстоянии 300 м от него; 4) перечень видов дикорастущих растений, произрастающих на прилегающих к опытному полю территориях на расстоянии до 300 м; 5) описание типа почвы, системы севооборота, используемых органических и минеральных удобрений, средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков.

17.3.7. Биохимия и физиология трансгенных растений

В настоящее время существует неоднозначное отношение современного общества к трансгенным хозяйственно ценным растениям, которое обуславливается не только их недостаточной изученностью в плане биобезопасности для здоровья человека, но и ограниченными знаниями о влиянии самого процесса трансгенеза на растение. В частности, далеки от полного понимания вопросы, связанные с физиолого-биохимическими и метаболическими изменениями, которые могут происходить в растениях, трансформированных с использованием обезоруженных штаммов *A. tumefaciens*.

Вопросами структурно-функциональных перестроек, происходящих в хроматине трансгенных растений, в отделе заинтересовались с 1993 г., с момента появления в его асептической коллекции первых трансгенных растений табака и открытия новой темы исследований «Биотехнология-39» (1993–1997 гг.). О. В. Чижик проведено исследование структурной организации дезоксирибонуклеопротеидного комплекса трансгенных растений табака, экспрессирующих бактериальный ген изопентилтрансферазы (ipt-ген). Общие биохимические анализы показали, что в ядрах листьев табака контрольных и трансгенных ipt-растений суммарное содержание белка, ДНК и РНК не имело существенных различий. Используя два различных подхода к дифференциальному выделению ядерных компартментов и методы электрофореза, О. В. Чижик установила различия в белковых спектрах функциональных компартментов ядер контрольных и трансгенных растений табака. При встраивании в ядро табака бактериальной ДНК, несущей ipt-ген, наблюдается увеличение гетерогенности эухроматина I (с 30 до 32 зон) и ядерного матрикса (с 18 до 23 зон), тогда

как в карิโอплазме и гетерохроматине число зон сократилось (на 4 и 3 при солевой экстракции). Эти данные свидетельствуют о влиянии *ipt*-гена на перераспределение белков в структурных частях ядра, поскольку общая гетерогенность белков ядра контрольных и *ipt*-растений не изменилась (130 зон при солевой экстракции) [26].

Особое внимание необходимо уделить тому факту, что растение-хозяин сопротивляется внедрению чужеродных генов свой геном, и этот момент во взаимодействии «растение–агробактерия» изучен слабо. Растения воспринимают *Agrobacterium* и переносимые трансгены как чужеродных интервентов и используют свои защитные системы для борьбы с инфекцией и экспрессией чужих генов. В настоящее время рядом ученых процесс трансгенеза растений с помощью агробактериальной трансформации рассматривается как сложный многоуровневый биотический стресс, имеющий физиолого-биохимические последствия для растений [27]. Данному аспекту агробактериальной трансформации было уделено внимание и в отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС. Так, А. А. Кузовковой (Ленец) на трансгенных растениях табака F_0 было показано, что введение в геном табака бактериального гена 1,2-дигидрооксинафталиндиоксигеназы (*nahC*) изменило экспрессию ряда генов растения, что привело к индуцированию синтеза стрессовых белков (в частности PR-белков), модификации активностей полифенолоксидазы, щелочных и кислых пероксидаз, фенилаланинаммиаклиазы [28], протеаз, ферментов стромы хлоропластов и, в конечном итоге, в целом отразилось на белковых спектрах и структурно-функциональном состоянии фотосинтетического аппарата [29]. Трансгенные *ipt*- и *NahC* растения табака были любезно предоставлены профессором Э. С. Пирузян (Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН). В настоящее время трансгенные растения табака поддерживаются в коллекции культур *in vitro* отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Важным для развития народного хозяйства Республики Беларусь является создание на основе биохимических исследований новых современных технологий переработки сельскохозяйственного сырья (плодов, овощей, пряно-ароматических и лекарственных растений), что было целью работы при выполнении ряда заданий Государственных программ в Отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси.

Так, в рамках Государственной программы «Биопродуктивность-19» проведена работа по изучению биохимического состава растений семейств *Lamiaceae*, *Ariaceae*, *Asteraceae* с высокой антиоксидантной активностью и повышенным биосинтезом веществ вторичного метаболизма. В результате выполнения этого задания изучен количественный и качественный состав эфирных масел (ЭМ) более чем у 10 представителей пряно-ароматических растений.

Для каждой формы пряно-ароматических растений характерно преобладание в составе ЭМ одного или двух основных компонентов, которые и определяют тон в аромате ЭМ. Сопоставление состава изученных образцов ЭМ с литературными данными показало, что ЭМ из фенхеля, выращенного в Беларуси, практически не отличается от имеющихся данных по другим регионам. Его содержание колеблется в плодах от 4,0% до 5,7%, а в траве составляет 0,3–0,4%. В майоране садовом, выращенном в Беларуси, содержание ЭМ составляло в наших исследованиях 1,0–2,5%, в то время как в майоране, выращенном в Узбекистане, – 3,5–4,0%. Несмотря на то что ЭМ майорана обладает сильным ароматом, до сих пор не известен носитель аромата, чего нельзя сказать о тмине, кориандре, мяте, укропе и других пряно-ароматических растениях. Так, у тмина и укропа специфический запах обуславливает *d*-карвон, содержание которого составляло до 60% при достаточно высоком общем содержании ЭМ (до 4 и 6% соответственно). Кроме того, у укропа содержится еще до 30% дилланиола, у мяты перечной основной компонент – 1-ментол (41–65%) при довольно большом содержании ЭМ (до 6%). Из исследованных растений наименьший процент выхода ЭМ был у базилика обыкновенного (0,02–1,5%), руты пахучей (0,2–1,1%), любистока (0,4–0,5%).

Как свидетельствуют полученные нами результаты, в условиях Беларуси реально получение пряно-ароматического сырья с достаточно высоким выхо-

дом ЭМ, не отличающегося по составу от масла из более южных климатических зон, что позволяет более широко использовать местные пряно-ароматические растения в различных видах продукции.

Перспективны исследования, направленные на создание технологических процессов, позволяющих эффективно выделять и фракционировать эти соединения с целью получения новых продуктов для ряда отраслей, а также препаратов для медицины.

В наших исследованиях определенное место отведено изучению плодов клюквы, голубики, боярышника для разработки рецептур их использования. Нами разработан способ получения вяленой кондитерской клюквы из ягод клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus Pers.*) [1].

В табл. 18.1 представлены данные по биохимическому составу плодов клюквы крупноплодной свежей и клюквы кондитерской вяленой.

Таблица 18.1. Биохимический состав плодов клюквы крупноплодной свежей и клюквы кондитерской вяленой (мг% на сырую массу)

Показатель	Плоды КС	Плоды КВ
Влажность, %	86,0–88,0	17,0–18,0
Сахара, %	7,4–7,5	61,0–63,0
Витамин С	19,3–31,0	8,0–12,0
Общие фенольные вещества	336,0–340,0	730,0–743,0
Сумма катехинов и лейкоантоцианов	179,0–185,0	340,0–356,4
Флавонолы	173,0–176,0	540,0–578,0
Калий	60,0–62,0	68,0–72,0

Как видно из табл. 18.1, клюква вяленая богата своим биохимическим составом. В ней отмечается довольно высокий уровень фенольных соединений, что может свидетельствовать о ее высокой антиоксидантной активности. Фенольные соединения растительного происхождения имеют важное практическое значение в обеспечении качества растительного сырья [2–4]. После переработки в вяленой клюкве снижается содержание витамина С, но остается высоким содержание калия. Побочный продукт переработки – клюквенный сироп – рекомендовали использовать для приготовления напитков (алкогольных, безалкогольных) и других продуктов. Для длительного хранения сироп необходимо уварить до содержания сухих веществ 88% и использовать в пищевой промышленности. Клюква кондитерская вяленая предложена для использования в пищевой промышленности как добавка при выпуске хлебобулочных, кондитерских изделий, а также в качестве готового кондитерского продукта. Нами совместно с сотрудниками КУП «Городской молочный завод № 1» для повышения пищевой ценности творожных изделий, была выпущена партия сырков с клюквой кондитерской вяленой, питательные и вкусовые качества которой высоко оценены дегустационной комиссией. Клюква кондитерская вяленая предложена в качестве замены изюма в хлебобулочных изделиях, а также в производстве клюквы в шоколадной глазури.

Нами были использованы ягоды голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) для разработки способа получения вяленого продукта. Плоды голубики высокорослой характеризуются высоким содержанием сухого вещества и сахаров (на 30–50% выше, чем у голубики топяной, естественно произрастающей по окраинам сфагновых болот), пониженным содержанием органических кислот (почти вдвое меньше, чем у голубики топяной), относительно невысоким содержанием витаминов А, В, и С. В то же время ягоды очень богаты различными физиологически активными веществами (флавонолы, лейкоантоцианы, катехины, витамин К и др.), вследствие чего они обладают высокими пищевыми качествами [5]. Как показали наши исследования, одним из способов переработки ягод голубики и клюквы является их использование в составе напитков. Ягоды клюквы и голубики содержат биологически активные вещества, что обуславливает возможность их широкого использования для получения различных пищевых продуктов и позволяет не только увеличить ассортимент пищевых продуктов, но и значительно повысить экономическую эффективность их использования.

Биохимические исследования пряно-ароматических растений легли в основу разработки композиций и рецептов газированных безалкогольных напитков. Разработка технологии проводилась в рамках Государственной программы «Фитопрепараты» совместно с РУП «Инженерно-технический центр «Плодоовощпроект», внедрена на Борисовском заводе безалкогольных напитков и на ОАО «Дрожжевой комбинат», где они выпускались до закрытия этих предприятий. Проведен подбор оптимальных составов композиций пряно-ароматических растений для производства напитков с концентратом квасного сусла и яблочным концентрированным соком [6, 7]. Разработанные оптимальные составы напитков представлены в табл. 18.2 (в расчете на 100 дал готового напитка).

Таблица 18.2. Рецептурные составы напитков на основе зернового, плодового сырья и пряно-ароматических растений

Наименование сырья	Содержание сырья в готовом напитке (на 100 дал напитка), кг		
	№ 1	№ 2	№ 3
Сахар-песок	56,0	56,0	56,0
Концентрат квасного сусла	21,70	21,70	21,70
Концентрированный яблочный сок	14,50	14,50	14,50
Лимонная кислота	1,5	1,5	1,5

Примечание. Поскольку в настоящее время проходит процедура патентования, количественный состав композиций пряно-ароматических настоев трав не приводится.

По разработанным составам на Борисовском заводе безалкогольных напитков изготовлены образцы напитков и проведена их дегустация. Наивысшую оценку по вкусовым качествам получили образцы № 2 и № 3 с использованием следующих пряно-ароматических растений: котовника лимонного (*Nepeta cataria* L.) по ТУ РБ 101191824.276, кориандра посевного (*Coriandrum*

sativum L.) по ГОСТ 29055, эхинацеи пурпурной (*Silybut marianum* L.) по ТУ ВУ 190239501.235, тмина обыкновенного (*Carum carvi* L.) по ГОСТ 29056 и полыни эстрагонной (*Artemisia vulgaris* L.) по ТУ ВУ 190239501.236. Получили высокую оценку образцы напитков на основе картофельного концентрата и концентрированного яблочного сока. Состав образцов отобранных напитков по сырьевым компонентам представлен в табл. 18.3 (в расчете на 100 дал готового напитка).

Таблица 18.3. Рецептурные составы напитков на основе плодовоовощного сырья и пряно-ароматических растений

Наименование сырья	Содержание сырьевого компонента в готовом напитке (на 100 дал напитка), кг	
	№ 1	№ 2
Сахар-песок	56,0	56,0
Концентрат картофельный	25,30	25,30
Концентрированный яблочный сок	10,90	9,90
Лимонная кислота	1,5	1,5

П р и м е ч а н и е. Поскольку в настоящее время проходит процедура патентования, количественный состав композиций пряно-ароматических настоев трав не приводится.

Поскольку производство концентрата квасного сусла в настоящее время осуществляется на ряде предприятий республики, а производство картофельного концентрата находится в стадии освоения, дальнейшую разработку технологии, технологической схемы и технологические расчеты расхода компонентов сырья проводили, акцентируя внимание на концентрате квасного сусла. На разработанные способы получения безалкогольных напитков получены три патента на изобретения [8–10], а на выставках напитки награждены золотыми медалями и призами. Использование местного сырья в современных технологиях получения пищевых продуктов является перспективным и актуальным. В данной работе приводятся отдельные результаты исследований по разработке технологий получения витаминизированных пищевых продуктов. Работа проведена совместно с РУП «Инженерно-технический центр «Плодовоощпроект» и Институтом микробиологии НАН Беларуси в рамках Государственной программы «Импортзамещение».

При разработке способов получения новых продуктов использовали высушенные грибы вешенка (*Pleurotus ostreatus*) (представлены Институтом микробиологии НАН Беларуси), высушенные плоды клюквы крупноплодной канадской и пряно-ароматические растения. По химическому составу вешенка обыкновенная превосходит многие виды съедобных грибов. Содержит 40–50% сырого протеина, 2–3% жира, 1–2% углеводов и витамины В₁, В₂, С и РР. Из минеральных веществ в вешенке выявлены калий, фосфор, железо, кальций. Грибной белок, содержащий все незаменимые для человека аминокис-

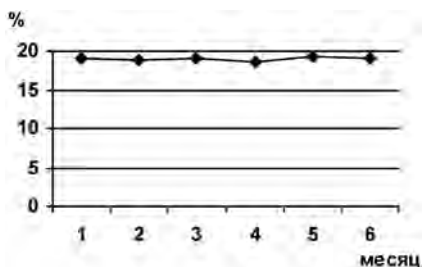


Рис. 18.1. Содержание белка в картофеле-грибном продукте

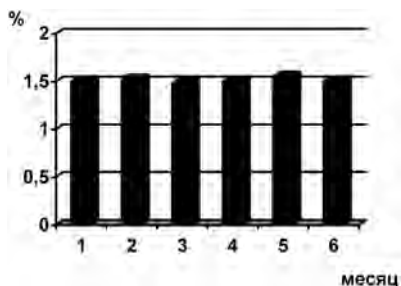


Рис. 18.2. Содержание липидов в картофеле-грибном продукте при хранении в течение 6 мес.

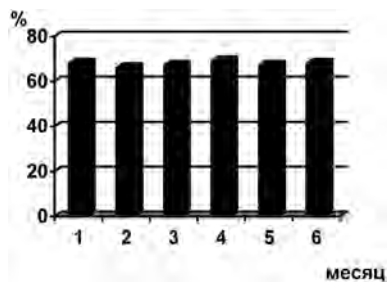


Рис. 18.3. Содержание общих углеводов в картофеле-грибном продукте при хранении в течение 6 мес.

лоты, по их соотношению близок к белку куриного яйца. Гриб обладает рядом полезных для здоровья человека свойств, что особенно важно в настоящее время в связи с загрязнением окружающей среды: препятствует развитию опухолей, содержит биоэлементы, повышающие устойчивость организма к радионуклидам. Нами разработан способ получения пищевого концентрата «Картофеле-грибной продукт» с пряно-ароматическими растениями, состав которого следующий: белок – 17,0–19,0%, липиды – 1,5–1,7%, зольные элементы – 1,6–1,8%, общие углеводы – 65,0–68,0%. Фенольные соединения составили 302,0–308,0 мг%, энергетическая ценность – 361,5 ккал/100 г. В составе липидов преобладают кислоты $C_{18:2}$ – 47,5%, $C_{16:0}$ – 29,0%, $C_{18:1}$ – 15,6%. Сумма ненасыщенных жирных кислот составила около 66%, насыщенных – 34%. Антиокислительная активность – 50%. Хранение картофеле-грибного продукта в течение 6 мес. при температуре 20–25 °С не влияло на изменение показателей (рис. 18.1–18.3). Общий белок оставался практически на одном уровне (17,0–19,0%). Не изменилось содержание липидов и количество общих углеводов.

Фенольные соединения составляли 280–310 мг%, энергетическая ценность продукта колебалась в пределах 360–370 ккал/100 г, фосфолипиды составляли 25–27% от общих липидов (табл. 18.4).

Таблица 18.4. Содержание физиологически активных соединений в картофеле-грибном продукте

Длительность хранения, мес.	Фенольные соединения, мг%	Фосфолипиды, % от общих липидов	Энергетическая ценность, ккал/100 г
1	280,0–285,0	25,0–26,0	359,0
2	285,0–290,0	23,0–24,0	340,0
3	287,0–310,0	26,0–27,0	350,0
4	277,0–300,0	23,0–25,0	360,0
5	287,0–300,0	26,0–28,0	355,0
6	289,0–290,0	26,0–27,5	350,0

Постоянным оставалось содержание в продукте зольных элементов (1,7–2,0%). Антиоксидантная активность продукта находилась в пределах 48–50%. Не произошло изменений и в составе жирных кислот липидов картофеля-грибного продукта. Длительность хранения не вызвала уменьшения ненасыщенных жирных кислот, в частности, олеиновой (C_{18:1}) и линолевой (C_{18:2}). Их количество колебалось от 14,0 до 16,45% и от 46,0 до 52,0% соответственно. Сумма ненасыщенных жирных кислот составила 65,0–70,0, насыщенных – 30,0–34,5.

Питательная ценность картофеля-грибного продукта определяется в основном наличием в нем грибов. В табл. 18.5 представлен аминокислотный состав этого продукта, из которой следует, что лимитирующей биологическую ценность белка оказалась аминокислота лейцин. Вместе с тем белок по сумме незаменимых аминокислот соответствует норме ФАО (36,03 и 36,00).

Таблица 18.5. Аминокислотный состав белка сушеных грибов вешенки обыкновенной, %

Аминокислота	<i>M ± m</i>
Лизин	6,54 ± 0,29
Гистидин	2,11 ± 0,05
Аргинин	8,18 ± 0,13
Аспарагиновая кислота	8,13 ± 0,15
Треонин	5,13 ± 0,47
Серин	4,95 ± 0,14
Глутаминовая кислота	2,63 ± 0,17
Пролин	3,85 ± 0,07
Глицин	5,77 ± 0,07
Аланин	4,13 ± 0,10
Валин	5,07 ± 0,07
Метионин	2,30 ± 0,05
Изолейцин	4,36 ± 0,01
Лейцин	5,98 ± 0,03
Тирозин	3,45 ± 0,03
Фенилаланин	3,20 ± 0,02
Сумма незаменимых аминокислот	36,03
Незаменимые/Заменимые	0,57
Аргинин + лизин/Пролин	3,82

Известно, что существует определенная взаимосвязь между аминокислотным составом белка и степенью его расщепления пищеварительными ферментами, что выражается отношением суммы аминокислот аргинин + лизин к пролину. И чем выше значение этого показателя, тем выше усвояемость продукта. Для белка сушеных грибов вешенки обыкновенной это отношение равно 3,82 и приближается к значению высокоусвояемого белка риса (4,0).

В последние годы в мире огромное влияние уделяется вопросу использования самых различных пищевых и вкусовых добавок при производстве

продуктов питания. В рамках ГНХП «Фитопрепараты» нами выполнялось задание, целью которого было подобрать пряно-ароматическое и плодово-ягодное сырье для составления пищевых добавок с последующим изучением их биохимического состава в процессе отработки технологических режимов производства и хранения. Работа выполнялась совместно с РУП «Инженерно-технический центр «Плодоовощпроект». При этом использовали плодово-ягодные и пряно-ароматические растения: эстрагон (*Artemisia dracunculu* L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.), шалфей мускатный (*Salvia officinalis* L.), айва продолговатая (*Cydonia oblonga* Mill.), чеснок (*Allium sativum* L.), базилик обыкновенный (*Ocimum basilikum* L.) и др. Вышеуказанные растительные объекты имеют высокое природное содержание биологически активных веществ и обладают хорошими органолептическими свойствами. Их выбор обоснован также распространенностью в Республике Беларусь, универсальностью и традиционностью в питании населения. На основании биохимических исследований сырья разработана технология получения двух пищевых добавок – «Аппетитная» и «Пикантная».

При исследовании извлечения ЭМ из образцов пищевых добавок при отработке технологических параметров показано, что тепловая обработка образцов снижала выход ЭМ как у пищевой добавки «Пикантная» (на 33,1% по сравнению с контролем), так и у пищевой добавки «Аппетитная», что связано с потерями легколетучих монотерпеноидов ЭМ при нагревании (табл. 18.6). Обработка кварцем существенно не влияла на выход ЭМ из добавки «Аппетитная» и лишь в небольшой степени снижала выход ЭМ из добавки «Пикантная» (на 7,7%). СВЧ-обработка в наибольшей степени оказала влияние на выход ЭМ, причем это воздействие было противоположным: снижение на 40,5% у добавки «Пикантная» и увеличение на 40,4% у добавки «Аппетитная».

Таблица 18.6. Содержание эфирных масел в пищевых добавках в зависимости от способа ее технологической обработки

Наименование пищевой добавки	Вид технологической обработки	Выход эфирного масла, мл/100 г	Цвет эфирного масла	% изменения выхода эфирного масла по сравнению с контролем
«Пикантная»	Контроль	0,130	Светло-коричневый	0
	СВЧ-излучение	0,078	—//—	-40,0
	Кварц	0,120	—//—	-7,7
	Тепловая обработка	0,087	—//—	-33,1
«Аппетитная»	Контроль	0,057	Светло-желтый	0
	СВЧ-излучение	0,080	Светло-коричневый	+40,4
	Кварц	0,056	—//—	-1,8
	Тепловая обработка	0,047	—//—	-17,5

В работе изучены биохимические показатели пищевых добавок в процессе их хранения. Согласно полученным данным, обе пищевые добавки обладают высоким содержанием витамина С и каротина, при этом в процессе хранения наиболее существенными были потери каротина у обеих добавок «Аппетит-

ная» и «Пикантная» (до 52,1 и 59,0% соответственно), в то время как потери витамина С составили у них до 11,0 и 13,8% соответственно. Анализ содержания фенольных соединений в процессе хранения добавок показал, что потери общих фенольных соединений у них спустя 3 мес. достигают от 15,4 до 31,3%. Содержание углеводов, витаминов группы В в процессе 12 месяцев хранения изменяется незначительно.

Дегустационные комиссии отметили высокие вкусовые качества пищевых добавок. Опытно-промышленные партии и освоение производства осуществлялось на РДУПП «Осиповичский хлебозавод».

По заданию ГНХП «Фитопрепараты» совместно с Полесским аграрно-экологическим институтом НАН Беларуси проведены биохимические исследования биологически активных добавок и CO_2 -экстрактов, полученных по разработанным рецептурам из пряно-ароматических и лекарственных растений. Содержание биологически активных веществ в БАДах и CO_2 -экстрактах представлено в табл. 18.7.

Таблица 18.7. Содержание биологически активных веществ в БАД-ах и CO_2 -экстрактах, мг%

Наименование образца	Сумма фенольных соединений	Сумма катехинов и лейкоантоцианов	Витамин С	Каротин	Углеводы, %
БАД «Фитополесье»	2,7–3,0	0,22–0,25	0,79–0,82	5,2–5,7	0,41–0,45
CO_2 -экстракт масла шиповника	2,0–2,2	0,10–0,15	0,65–0,70	1,3–1,8	0,41–0,47
CO_2 -экстракт из семян расторопши	1,37–1,45	0,35–0,40	0,70–0,73	0,09–0,11	0,51–0,53

Как видно из табл. 18.7, наибольшее содержание витамина С в БАД «Фитополесье», а каротина – в CO_2 -экстракте масла шиповника. В то время как в CO_2 -экстракте из семян расторопши отмечено самое низкое содержание каротина и фенольных соединений. Необходимо отметить, что для получения биологически активных композиций, содержащих жирорастворимые антиоксиданты, наиболее эффективной является CO_2 -экстракция. CO_2 -экстракт – это комплекс натуральных компонентов, получаемых из растительного сырья по оригинальной технологии без термообработки методом экстрагирования жидкой пищевой углекислотой. Они являются источниками ценных биологически активных веществ. Преимущества CO_2 -технологий перед другими технологиями получения БАД: возможность легко производить фракционирование даже кислородсодержащих молекул из монотерпеновых углеводов по причине их различной растворимости. CO_2 -технология – наиболее экономичный процесс.

На основании проведенных исследований разработаны и утверждены технические нормативно правовые акты и выпущены опытно-промышленные партии на РУП «Эксон». Проведенные биохимические исследования стали основой для разработки технологий получения новых пищевых продуктов, сочетающих в себе определенные целенаправленные свойства и создающих новые перспективные возможности использования отечественного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

К главе 1

1. *Несцеровіч, М. Д.* Интрадукцыя дрэў і кустоў за 40 год Беларускай ССР / М. Д. Несцеровіч // *Навука ў Беларускай ССР за 40 год.* – Мінск: Выдавецтва АН БССР, 1958. – С. 191–200.
2. *Смольскі, М. У.* Цэнтральны батанічны сад АН БССР / М. У. Смольскі // *Навука ў Беларускай за 40 год.* – Мінск: Выдавецтва АН БССР, 1958. – С. 238–251.
3. *Токарев, Н. В.* Возвращенные имена. Сотрудники АН Беларуси, пострадавшие в период сталинских репрессий / Н. В. Токарев; под ред. акад. А. С. Махнача. – Минск: *Навука і тэхніка*, 1992. – 120 с.
4. *Нестерович, Н. Д.* Ботанический сад Академии наук Белорусской ССР / Н. Д. Нестерович // *Природа.* – 1947. – № 10. – С. 83–87.
5. *Токарев, Н. В.* Военные судьбы. Сотрудники АН Беларуси – участники Великой Отечественной войны / Н. В. Токарев; под ред. акад. Н. А. Борисевича. – Минск: *Навука і тэхніка*, 1995. – 89 с.

К главе 2

1. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения: учеб. пособие / под ред. Г. П. Яковлева, К. Ф. Блиновой. – СПб.: СПХФА, 2002. – 408 с.
2. Опыт интродукции лекарственных растений в среднетаежной подзоне Республики Коми. – Екатеринбург, 2003. – 242 с.
3. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн-Про, 1999. – 472 с.
4. Лекарственные растения и их применение. – Минск: Наука и техника, 1977. – 592 с.
5. Растения тибетской медицины. Опыт фармакологического исследования. – Новосибирск: Наука, 1989. – 158 с.
6. *Кухарева, Л. В.* Полезные травянистые растения природной флоры / Л. В. Кухарева, Г. В. Пашина. – Минск: Наука и техника, 1986. – 215 с.
7. *Юдина, В. Ф.* Полезные растения Карелии / В. Ф. Юдина, Н. П. Холопцева, Л. А. Либман. – Ленинград: Наука, 1971. – 280 с.
8. Дикорастущие полезные растения Крыма. – Ялта, 1971. – 278 с.
9. *Чопик, В. И.* Дикорастущие полезные растения Украины / В. И. Чопик, Л. Г. Дудченко, А. Н. Краснова. – Киев: Наук. думка, 1983. – 400 с.
10. Интродукция лекарственных, ароматических и технических растений. – М.; Л.: Наука, 1965. – 426 с.
11. *Чиков, П. С.* Лекарственные растения: справочник / П. С. Чиков. – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1989. – 431 с.
12. *Соколов, С. Я.* Справочник по лекарственным растениям / С. Я. Соколов, И. П. Замотаев. – 2-е изд. – М.: Недра, 1989. – 512 с.
13. *Чопик, В. И.* Редкие и исчезающие растения Украины / В. И. Чопик. – Киев: Наук. думка, 1978. – 216 с.

14. Гаммеман, А. Ф. Дикорастущие лекарственные растения СССР / А. Ф. Гаммеман, И. И. Гром. – М.: Медицина, 1976. – 266 с.
15. Минаева, В. Г. Лекарственные растения Сибири / В. Г. Минаева. – 4-е изд. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1970. – 270 с.
16. Полуденный, Л. В. Эфирномасличные и лекарственные растения / Л. В. Полуденный, В. Ф. Сотник, Е. Е. Хлапцев. – М.: Колос, 1979. – 288 с.
17. Рабинович, М. Лекарственные растения на приусадебном участке / М. Рабинович. – М.: Издательский Дом МСП, 1998. – 352 с.
18. Шретер, А. И. Лекарственная флора Кавказа / А. И. Шретер. – М.: Медицина, 1979. – 368 с.
19. Пряно-ароматические растения ССР и их использование в пищевой промышленности. – М.: Пищепромиздат, 1963. – 341 с.
20. Лекарственные растения Сибири для лечения сердечно-сосудистых заболеваний. – Новосибирск: Наука, 1991. – 240 с.
21. Лекарственные растения: Справочное пособие. – М.: Высш. школа, 1991. – 396 с.
22. Попов, В. И. Лекарственные растения / В. И. Попов, Д. К. Шапиро, И. Л. Данусевич. – Минск: Полымя, 1984. – 240 с.
23. Лекарства вокруг нас / П. К. Алинбаева [и др.]. – Фрунзе: Кыргызстан, 1974. – 90 с.
24. Минаева, В. Г. Лекарственные растения Сибири / В. Г. Минаева. – Новосибирск: Наука, 1991. – 431 с.
25. Супрунов, И. Н. Эфирно-масличные растения Дальнего Востока / И. Н. Супрунов, П. Г. Горовой, Ю. А. Панков. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1972. – 188 с.
26. Мир душистых растений / А. И. Аринштейн [и др.]. – М.: Колос, 1979. – 175 с.
27. Муравьев, И. А. Состояние и перспективы изучения и использования солодки в народном хозяйстве СССР / И. А. Муравьев, В. С. Соколов // Вопросы изучения и использования солодки в СССР. – М.-Л., 1966. – С. 5–15.
28. Вульф, Е. В. Мировые ресурсы полезных растений / Е. В. Вульф, О. Ф. Малеева. – Л., 1969. – С. 216–217.
29. Литвиненко, В. И. Фенольные соединения растений рода солодки, их исследования и применение / В. И. Литвиненко // Тез. докл. симпоз. по изучению и использованию солодки в народном хозяйстве СССР. – Ашхабад, 1969. – С. 21–22.
30. Вичканова, С. А. Противотрихомнадные свойства препарата глицирретината натрия из *Glycyrrhiza glabra* L. / С. А. Вичканова, М. А. Рубинчик // Вопр. изучения и использования солодки в СССР. – М.-Л., 1966. – С. 45–48.
31. Тимошенко, Б. И. Растительное сырье ликероводочного производства / Б. И. Тимошенко. – М., 1940. – С. 174–176.
32. Кухарева, Л. В. Солодка бледноцветковая в условиях Центрального ботанического сада АН БССР / Л. В. Кухарева // Интродукция растений и охрана природы. – Минск, 1969. – С. 53–55.
33. Смольский, Н. В. Солодка (*Glycyrrhiza glabra* L.) — новая культура, перспективная для Белоруссии / Н. В. Смольский, Л. В. Кухарева // Интродукция растений. – Минск, 1976. – С. 3–14.
34. Кудинов, М. А. Новые растения фитогормонального действия для животноводства / М. А. Кудинов, М. С. Борейша, Л. В. Кухарева // Вести АН БССР. Сер. с.-х. наук. – 1980. – № 1. – С. 107–109.
35. Кухарева, Л. В. Некоторые биологические особенности солодки голой в культуре ЦБС АН БССР / Л. В. Кухарева // Изв. АН БССР. – 1970. – № 3. – С. 37–39.
36. Свидетельство селекционера № 0000646 на сорт лука «Батанічны» / С. Е. Лобан, М. И. Ярошевич, Г. В. Пашина. – 1995.
37. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол.: Л. И. Хоружик (пред.) [и др.]. – Минск: БелЭн, 2005. – 456 с.
38. Ярошевич, М. И. Галега восточная перспективная кормовая культура / М. И. Ярошевич, Л. В. Кухарева, М. С. Борейша. – Минск: Наука и техника, 1991. – 67 с.
39. Ярошевич, М. И. Амарант — новая высокобелковая кормовая культура (рекомендации по агротехнике возделывания) / М. И. Ярошевич. – Минск, 1989. – 22 с.

40. Амарант – перспективная кормовая культура / М. И. Ярошевич [и др.]. – Минск, 1989. – 4 с. (Информ. листок БелНИИТИ Госплана БССР).
41. Лобан, С. Е. Биология и требования к условиям произрастания некоторых видов амаранта / С. Е. Лобан, Л. В. Кухарева // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: Материалы 2-го Междунар. симп. – Пушино, 1997. – С. 104–105.
42. Сидорович, Е. А. Биология и требования к условиям произрастания амаранта (*Amarantus*) / Е. А. Сидорович, С. Е. Лобан // Материалы докл. междунар. конф., 31 мая – 2 июня 1999 г., Минск. – Минск, 1999. – С. 119–120.
43. Кудинов, М. А. Интродуцированные виды клевера / М. А. Кудинов, Л. В. Кухарева // Новые высокобелковые кормовые растения в Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1985. – 58 с.
44. Киселев, А. В. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири / А. В. Киселев, Т. А. Волхонская, В. Е. Киселев. – Новосибирск, 1991. – 136 с.
45. Гладкова, Л. И. Использование новых видов растений в кормопроизводстве / Л. И. Гладкова. – М., 1987. – 47 с.
46. Шевченко, Ф. П. Использование генетических ресурсов Алтая в селекции кормовых трав / Ф. П. Шевченко, Е. Р. Шукис, А. И. Полякова // Сиб. вести, сер. с.-х. наук. – 1994. – № 1–2. – С. 27–31.
47. Черепанов, С. К. Свод дополнений и изменений к «Флоре СССР» (т. 1–XXX) / С. К. Черепанов. – Л.: Наука, 1981. – С. 241–253.
48. Гейсс, Я. Евросоюз выбирает новую энергетику [Электронный ресурс] / Я. Гейсс. – Режим доступа: <http://bioethanol.ru/bioethanol/news/intervju>. – Дата доступа: 21.04.2011.
49. Целевая программа обеспечения в республике не менее 25% объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 30 дек. 2004 г., № 1680 // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2011.
50. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 9 авг. 2010 г., № 1180 // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2011.
51. Choice of energy crops for cultivation in the Podkarpackie / D. Bobrecka-Jamro [et al.] // Kształtowanie środowiska – agroekosystemy I krajobrazy. – 2005. – Cz. 1. – P. 41–47.
52. Stasiak, M. The genus Miscanthus as a source of biomass and their selected usable fetures / M. Stasiak // Zasoby genowe roślin w ochronie różnorodności biologicznej. – 2007. – P. 893–897.
53. Гуайда, А. Биотопливо с полей [Электронный ресурс] / А. Гуайда. – Режим доступа: <http://ikc-apk.kuban.ru/newark/innova/innova090207.htm>. – Дата доступа: 21.04.2011.
54. В Житомире растут гигантские камыши и готовятся к энергетической независимости [Электронный ресурс] / Житомир.info. – Режим доступа: <http://www.zhitomir.info/print.php?id=34819>. – Дата доступа: 21.04.2011.

К главе 3

1. Интродукция орнаментальных растений как фактор развития отечественного декоративного садоводства и цветоводства / И. К. Володько [и др.] // Биологическое разнообразие растений: его исследование, сохранение и использование в Республике Беларусь. – Минск: Технопринт, 2003. – С. 28–65.
2. Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (открытый грунт) / науч. ред. В. Н. Решетников, В. В. Титок. – Минск: Тэхналогія, 2010. – 264 с.
3. Пашина, Г. В. Растения природной флоры БССР для зеленого строительства / Г. В. Пашина // Труды 1-й науч. конф. по исследованию и обогащению растений Прибалт. Респ. и Белоруссии. – Вильнюс, 1963. – С. 135–147.

4. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

5. Белоусова Н. Л. Морфологические особенности начальных этапов онтогенеза интродуцированных видов рода *Primula* L. / Н. Л. Белоусова // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. бiał. навук. – 2008. – № 4. – С. 19–22.

6. Декоративные многолетники: результаты интродукции и перспективы использования в народном хозяйстве / И. К. Володько [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2008. – 214 с.

7. Опыт первичной интродукции декоративных растений аборигенной флоры Беларуси / И. К. Володько [и др.] // Вісник Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – 2009. – Вып. 19/21. – С. 59–61.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (декоративные растения). – М.: Колос, 1968. – Вып. 6. – 224 с.

9. Былов, В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений / В. Н. Былов // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 7–32.

10. Работнов, Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Тр. БИН АН СССР. Геоботаника Сер. 3. – 1950. – № 204. – С. 7–204.

11. Уранов, А. А. Возрастной спектр фиоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А. А. Уранов // Биол. науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.

12. Серебряков, И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / И. Г. Серебряков // Полевая геоботаника. – М.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 145–205.

13. Серебряков, И. Г. Экологическая морфология растений / И. Г. Серебряков. – М.: Наука, 1962. – 378 с.

14. Мониторинг и оценка состояния растительного покрова: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 28–31 окт. 2003 г. – Минск: Право и экономика, 2003. – 233 с.

15. Якубов, Х. Г. Опыт создания системы мониторинга зеленых насаждений в Москве (1997–2004) / Х. Г. Якубов // Актуальные проблемы изучения фито- и микобиоты: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25–27 окт. 2004 г. – Минск.: Изд. центр БГУ, 2004. – С. 278–280.

16. Демидов, А. С. Роль научных исследований в мониторинге состояния городских насаждения Москвы / А. С. Демидов // Экология большого города: альманах. – М.: Прима-М, 2004. – Вып. 9. Проблемы содержания зеленых насаждений и городских лесов в условиях Москвы. – С. 39–42.

17. Кавеленов, Л. М. К особенностям фитомониторинга в городских насаждениях. / Л. В. Кавеленов // Ботанические исследования в азиатской России: материалы XI съезда Рус. ботан. общества (18–22 авг. 2003 г., Новосибирск – Барнаул). – Барнаул, 2003. – Т. 3. – С. 311–312.

18. Володько, И. К. Мониторинг состояния расщепленнокорончатых нарциссов коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси / И. К. Володько, Л. В. Завадская, С. М. Кузьменкова // Вісник Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – 2009. – Вып. 19/21. – С. 62–64.

19. Веселовский, В. А. Люминесценция растений / В. А. Веселовский, Т. В. Веселова. – М.: Наука, 1990. – 112 с.

20. Измерение фотосинтеза и флуоресценции листьев пшеницы при поражении мучнистой росой / Т. П. Юрина [и др.] // Вестн. МГУ. Сер. 16. – 1999. – № 3. – С. 34–37.

21. Чудковский, В. А. Изменение активности фермента каталазы и индукции флуоресценции хлорофилла различных по устойчивости культур и сортов при стрессовом и антистрессовом воздействии / В. А. Чудковский, Н. Я. Ковширская, Е. М. Цуканова // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2000. – № 5. – С. 5–7.

22. Володько, И. К. Информационное сопровождение мониторинга состояния живых растений в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / И. К. Володько, С. М. Кузьменкова, О. А. Носиловский // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы Междунар. науч. конф., Минск, 12–15 июня 2007 г. – Минск: Эдит В.В., 2007. – Т. 2. – С. 12–14.

23. Антипов, В. Г. Об истории создания ботанических коллекций в Белоруссии / В. Г. Антипов // Ботаника: исследования. – Минск: Наука и техника, 1964. – Вып. 6. – С. 262–271.

24. Федорук, А. Т. Древесные растения садов и парков Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск, 1980. – 208 с.
25. Цветоводство в БССР / В. М. Кудрявцева [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1981. – 263 с.
26. Декоративные растения для оптимизации окружающей среды средствами озеленения в Белоруссии / А. Т. Федорук [и др.] // Оптимизации окружающей среды средствами озеленения в Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1985. – С. 104–373.
27. Декоративные травянистые растения культурной флоры Беларуси / Н. М. Лунина [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 170 с.
28. Лунина, Н. М. Эколого-географический аспект формирования генофонда культурной флоры декоративных травянистых растений Беларуси / Н. М. Лунина, В. В. Гайшун // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы Междунар. науч. конф., посв. 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси, Минск, 12–15 июня 2007 г. – Минск, 2007. – Т. 1. – С. 356–359.
29. Головкин, Б. Н. Культурный ареал растений / Б. Н. Головкин. – М.: Наука, 1988. – 179 с.
30. Использование селекционно-генетических методов в интродукционной практике / И. К. Володько [и др.] // Биологическое разнообразие растений: его исследование, сохранение и использование в республике Беларусь: сб. науч. работ / под ред. В. Н. Решетникова. – Минск: Технопринт, 2003. – С. 173–190.
31. Весеннецветущие растения для озеленения городов и населенных пунктов Беларуси: рекомендации по ассортименту, агротехнике, размножению и использованию / Н. М. Лунина [и др.]. – Минск: Эдит ВВ, 2007. – 24 с.
32. Декоративные растения, перспективные для озеленения затененных участков / И. К. Володько [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2010 – 21 с.

К главе 4

1. Алехна, А. И. Коллекция цитрусовых культур: история и перспективы интродукции в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / А. И. Алехна, П. А. Роговой // Проблемы охраны флоры и растительности на Кавказе: материалы юбилейной междунар. науч. конф., посвящ. 170-летию Сухумского ботан. сада, 115-летию Сухумского субтропического дендропарка, 80-летию проф. Г. Г. Айба и 105-летию проф. А. А. Колаковского, Сухум, 5–9 окт. 2011 г. / Ин-т ботаники АН Абхазии, ГБС им. В. Н. Цицина, Абхазское отд. рус. ботан. об-ва; редкол: Э. Ш. Губаз (отв. ред.) [и др.]. – Сухум, 2011. – С. 72–75.
2. Borchert, R. Climatic periodicity, phenology and cambium activity in tropical dry forest trees / R. Borchert // IAWA Journal. – 1999. – Vol. 20, N 3. – P. 239–247.
3. Borchert, R. Induction of rehydration and bud break by irrigation or rain in deciduous trees of a tropical forest in Costa Rica / R. Borchert // Trees. – 1994. – Vol. 8. – P. 198–204.
4. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in absence of rain / Rivera, G. [et al.] // Trees. – 2002. – Vol. 16. – P. 445–456.
5. Borchert, R. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem-succulent trees / R. Borchert, G. Rivera // Tree Physiol. – 2001. – Vol. 21. – P. 213–221.
6. Seasonal variation in insolation induces synchronous bud break and flowering in the tropics / Z. Calle [et al.] // Trees. – 2010. – Vol. 24. – P. 865–877.
7. Leaf demography and phenology in Amazonian rain forest: a census of 40 000 leaves of 23 tree species / P. B. Reich [et al.] // Ecological monographs. – 2004. – Vol. 74, N 1. – P. 3–23.
8. Phenology and growth habits of tropical trees: long-term observations in the Bogor and Cibodas Botanical Gardens, Indonesia / ed. by H. Hatta, D. Darnaedi // National Science Museum Monographs. – Tokio, 2005. – N 30. – 436 p.
9. Кабушева, И. Н. Особенности сезонного роста и развития *Nandina domestica* Thunb. (сем. Berberidaceae Juss.) в условиях фондовой оранжереи ЦБС НАН Беларуси / И. Н. Кабушева, Н. В. Гетко // Декоративное садоводство России: науч. тр. / РАСН; ГНУ ВНИИЦиСК. – Сочи, 2009. – Вып. 42, т. I: Субтропическое растениеводство и южное садоводство. – С. 89–95.

10. Черевченко, Т. М. Тропические и субтропические орхидеи / Т. М. Черевченко. – Киев: Наук. думка, 1993. – 255 с.
11. Коломейцева, Г. Л. Орхидеи / Г. Л. Коломейцева, С. О. Герасимов. – М.: Кладезь-Букс, 2005. – 94 с.
12. Rasmussen, F. N. Orchids / F.N. Rasmussen // The families of the monocotyledons / R. M. T. Dahlgren, H. T. Clifford, P. F. Yeo (eds.). – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1985. – P. 249–274.
13. Гладкова, В. Н. Порядок орхидные (Orchidales) / В. Н. Гладкова // Жизнь растений / под ред. А. Л. Тахтаджана. – М.: Просвещение, 1982. – Т. 6. – С. 248–274.
14. Dressler, R. L. The orchids: natural history and classification / R. L. Dressler. – Cambridge, Mass.; London: Harvard U. P., 1981. – 332 p.
15. Development of Phalaenopsis Orchids for the Mass-Market / R. J. Griesbach, J. Janick, A. Whipkey (eds.) // Trends in new crops and new uses. – PASHS. – Alexandria, VA: ASHS Press, 2002. – P. 458–465.
16. Еремин, В. М. Выпускные квалификационные работы по структурной и экологической анатомии растений: метод. рекоменд. к выполнению ВКР / В. М. Еремин, Н. В. Шкуратова. – Южно-Сахалинск: РАН, Дальневосточное отделение. – 2008. – 32 с.
17. Фурст, Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей / Г. Г. Фурст. – М.: Высш. школа, 1979. – 155 с.
18. Эсау, К. Анатомия семенных растений: пер. с англ / К. Эсау. – М.: Мир, 1980. – 552 с.
19. Гамалей, Ю. В. Анатомия листа у растений пустынь Гоби / Ю. В. Гамалей // Бот. журн. – 1984. – Т. 69, № 5. – С. 569–584.
20. Keeley, J. E. Evolution of CAM and C₄ carboconcentrating mechanisms / J. E. Keeley, P. W. Rundel // Int. J. Plant Sci. – 2003. – Vol. 64. – P. 55–57.
21. Carbon isotope rations and the variation in the diurnal pattern of malate accumulation in aerial roots of CAM species of Phalaenopsis (Orchidaceae) / H. Motomura [et al.] // Photosynthetica. – 2008. – Vol. 46, N 4. – P. 531–536.
22. Diurnal cycle of chlorophyll fluorescence in *Phalaenopsis* / B. Pollet [et al.] // Photosynthetica. – 2009. – Vol. 47, N 2. – P. 309–312.
23. Корнеева, Г. И. Признаки кранц-анатомии листа у гибридных форм рода *Phalaenopsis* Blume / Г. И. Корнеева, Н. В. Гетко // Охрана и культивирование орхидей: материалы IX Международ. науч. конф., Санкт-Петербург, 26–30 сент. 2011 г. – М., 2011. – С. 232–236.
24. Корнеева, Г. И. Анатомия корня гибридных форм рода фаленопсис (*Phalaenopsis* Blume) / Г. И. Корнеева // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2011. – № 4. – С. 20–25.
25. Корнеева, Г. И. Анатомия цветоноса гибридных форм рода фаленопсис (*Phalaenopsis* Blume) / Г. И. Корнеева // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2012. – № 1. – С. 11–15.

К главе 5

1. Беляева, Ю. Е. Древесные растения старинных усадебных парков некоторых областей центральной России / Ю. Е. Беляева // Старовинни парки і ботанични сади: проблеми та перспективи функціонування: матеріали III Міжнарод. науч. конф. до 215-річчя парку «Олександрія» (29 вересня – 3 жовтня 2008 р.). – С. 62–64.
2. Булавко, Г. И. Состояние фотоассимиляционного аппарата ели колючей на территории г. Витебска / Г. И. Булавко // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы Международ. конф., посв. 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада НАН Беларуси, Минск, 12–15 июня 2007 г. В 2 т. / Центральный ботанический сад. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 99–101.
3. Булавко, Г. И. Эколого-морфологическая характеристика фотоассимиляционного аппарата ели колючей на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Г. И. Булавко, Н. А. Шабанова, Е. А. Сидорович // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы Международ. конф., посв. 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада

НАН Беларуси, Минск, 12–15 июня 2007 г. В 2 т. / Центральный ботанический сад. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 102–103.

4. *Василевская, Н. В.* Флора зеленых насаждений Первомайского района города Мурманска / Н. В. Василевская, М. В. Голодяева // Биоразнообразии, охрана и рациональное использование растительных ресурсов Севера: материалы 11 Перфильевских науч. чтений, посв. 125-летию со дня рожд. И. А. Перфильева (1882–1942), Архангельск, 23–25 мая, 2007. – Архангельск, 2007. – С. 17–20.

5. *Глухов, А. З.* Биологические принципы формирования защитно-декоративных насаждений в адаптогенно-трансформированной среде. Сохранение биоразнообразия растений в природе при интродукции / А. З. Глухов, А. К. Поляков // Материалы междунар. науч. конф., посв. 165-летию Сухумского ботанического сада и 110-летию Сухумского субтропического дендрария Ин-та ботаники АНА, Сухуми 15–20 окт. 2006 г. / Ин-т ботаники АНА. – Сухуми, 2006. – С. 137–140.

6. Состояние зеленых насаждений Василеостровского района Санкт-Петербурга / В. Ф. Ковязин [и др.]. – СПб.: ЛЕМА, 2006. – 84 с.

7. *Кукуричкин, Г. М.* Древесные растения в озеленении города Сургута / Г. М. Кукуричкин // Сб. науч. тр. Сургут. гос. ун-та. – 2006. – № 9. – С. 206–216.

8. *Подобед, М. Н.* Эколого-фенологические исследования древесных растений уличных посадок Минска / М. Н. Подобед // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы Междунар. конф., посв. 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада НАН Беларуси, Минск, 12–15 июня 2007 г. В 2 т. / Центральный ботанический сад. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 146–148.

9. Проблемы озеленения крупных городов: альманах. – М.: Прима-М, 2007. – Вып. 12. – 224 с.

10. *Сбоева, А. С.* Перспективы использования ореха маньчжурского (*J. mandshrica* Maxim.) в озеленении сибирских городов / А. С. Сбоева // Образование, наука, инновации – вклад молодых исследователей: материалы 2(34) Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 2007. – Кемерово, 2007. – С. 366.

11. *Сокольская, О. Б.* Особенности адаптации устойчивых элементов озеленения населенных пунктов Саратовского Правобережья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / О. Б. Сокольская; Саратов. гос. аграр. ун-т. – Саратов, 2006. – 23 с.

12. *Татаринов, Ю. А.* Белорусская старина / Ю. А. Татаринов. – Минск: ИП Колос, 2005. – 208 с.

13. *Ухваткина, О. Н.* Видовой состав растительности в озеленении городов юга Дальнего Востока / О. Н. Ухваткина // Дендрарий дальневосточного – 110 лет: материалы Междунар. конф. «Современное состояние растительности и ее рациональное использование». – Хабаровск, 2006. – С. 48–50.

14. *Чиндяева, Л. Н.* Древесные экзоты Новосибирской агломерации для сохранения разнообразия и обогащения городской аэриофлоры / Л. Н. Чиндяева, Е. В. Банаев, О. Н. Потемкин // Роль ботанических садов в сохранении разнообразия растительного мира азиатской России: настоящее и будущее: материалы Всерос. конф., посв. 60-летию Центрального Сибирского ботанического сада (Новосибирск, 17–19 июля 2006 г.). – Новосибирск, 2006. – С. 319–322.

15. *Шихова, Н. С.* Видовой состав и некоторые морфологические особенности кустарников в зеленых насаждениях г. Владивостока / Н. С. Шихова // Растит. ресурсы. – 2007. – Вып. 43, № 1. – С. 29–36.

16. *Яворовский, П. П.* Современное состояние и проблемы оптимизации зеленых насаждений в г. Киеве / П. П. Яворовский, И. А. Григорюк // Проблемы озеленения крупных городов: Материалы XI Междунар. науч.-практ. конф.; под общ. ред. Х. Г. Якубова. – М.: Прима-пресс Экспо. – С. 154–155.

17. *Янушкявичюс, Л.* Сохранившиеся насаждения бывших поместий и уход за ними / Л. Янушкявичюс, Ю. Камичайтите-Вирбашене // Formation of urban green areas: scientific articles (15–16 April, 2010). – Klaipeda, 2010. – С. 93–100.

К главе 6

1. Федорук, А. Т. Древесные растения садов и парков Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск: Наука и техника, 1980. – 205 с.
2. Георгиевский, С. Д. Древесные и кустарниковые породы, произрастающие в Белоруссии / С. Д. Георгиевский // Зап. Ин-та сельского хозяйства. – 1925. – № 6. – С. 137–160.
3. Георгиевский, С. Д. Иноземные древесные породы в Белоруссии / С. Д. Георгиевский // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1931. – Т. 27, вып. 3. – С. 297–407.
4. Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР / Акад. наук БССР, Ин-т биологии; сост. А. Ф. Иванов [и др.]; под общ. ред. Н. Д. Нестеровича. – Минск: Изд-во АН БССР, 1959. – Вып. 1: Интродуцированные древесные растения флоры Дальнего Востока и стран Восточной Азии. – 351 с.
5. Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР / Акад. наук БССР, Ин-т биологии; сост. А. Ф. Иванов [и др.]; под общ. ред. Н. Д. Нестеровича. – Минск: Изд-во АН БССР, 1960. – Вып. 2: Интродуцированные древесные растения флоры Северной Америки. – 296 с.
6. Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР / Акад. наук БССР, Ин-т биологии; сост. А. Ф. Иванов [и др.]; под общ. ред. Н. Д. Нестеровича. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. – Вып. 3: Интродуцированные древесные растения флоры Сибири, Европы, Средиземноморья, Крыма, Кавказа и Средней Азии. – 333 с.
7. Иванова, Е. В. Семенные маточники интродуцированных хвойных пород, произрастающих на территории БССР / Е. В. Иванова // Изв. АН БССР. – 1952. – № 2. – С. 133–155.
8. Иванова, Е. В. Итоги интродукции хвойных пород в Белорусской ССР / Е. В. Иванова // Тр. Первой науч. конф. по исследованию и обогащению растительных ресурсов Прибалтийских республик и Белоруссии. – Вильнюс, 1963. – С. 149–158.
9. Вакула, В. С. Декоративные формы древесных растений западной части Белоруссии / В. С. Вакула // Сб. науч. работ. – Минск, 1961. – Вып. 2. – С. 48–60.
10. Антипов, В. Г. Декоративные формы древесных пород Белоруссии / В. Г. Антипов, В. С. Вакула // Бюл. ГБС. – 1967. – Вып. 67. – С. 46–50.
11. Федорук, А. Т. Интродуцированные деревья и кустарники западной части Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск: Изд. БГУ, 1972. – 192 с.
12. Федорук, А. Т. Садово-парковое искусство Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск: Ураджай, 1989. – 247 с.
13. Древесные растения Центрального ботанического сада АН БССР / Е. З. Бобореко [и др.]; под ред. Н. Д. Нестеровича; Акад. наук БССР, Центральный ботанический сад. – Минск: Наука и техника, 1982. – 293 с.
14. Шкутко, Н. В. Хвойные Белоруссии / Н. В. Шкутко. – Минск: Наука и техника, 1991. – 263 с.
15. Szkołki Kórnickie: Catalog Roślin / Zakład Doświadczalny Polskiej Akademii Nauk w Kórniku. – Kornik; Poznań, 1995. – 157 s.
16. Helmut Peters Baumschule: Gesamtkatalog Herbst 1998 / Frühjahr 1999. – 1998. – 608 p.
17. Baumschulen Lappen: Hauptkatalog 2001. – 2001. – 676 s.
18. Pieter Zwijnenburg Jr. Baumschule: Katalog 2002. – Boskoop, 2002. – 308 s.
19. Гуляев, Г. В. Генетика / Г. В. Гуляев. – 2-е изд. – М.: Колос, 1977 – 360 с.
20. Дубинин, Н. П. Общая генетика / Н. П. Дубинин. – М.: Наука, 1970. – 487 с.
21. Иванова, О. А. Генетика / О. А. Иванова. – 2-е изд. – М.: Колос, 1974 – 431 с.
22. Картель, Н. А. Генетика в лесоводстве / Н. А. Картель, Е. Д. Манцевич; ред. Н. В. Турбин. – Минск: Наука и техника, 1970. – 168 с.
23. Торчик, В. И. Перспективы использования спонтанных соматических мутаций в селекции декоративных форм сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / В. И. Торчик // Наука и инновации. – 2011. – № 8 (102). – С. 67–70.
24. Солонец, Г. К. Прививка плодовых деревьев / Г. К. Солонец, Г. К. Коваленко. – 2-е изд. – Минск: Ураджай, 1992. – 45 с.
25. Мак-Миллан Броуз, Ф. Размножение растений / Ф. Мак-Миллан Броуз; под ред. Н. В. Агафонова. – М.: Мир, 1992. – 192 с.

26. Климович, В. И. Размножение и выращивание декоративных древесных пород / В. И. Климович, И. В. Климович. – 2-е изд. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 110 с.
27. Гартман, Х. Т. Размножение садовых растений / Х. Т. Гартман, Д. Е. Кестер; пер. с англ.; под общ. ред. М. Т. Тарасенко. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 471 с.
28. Шилова, О. Г. Опыт зимней прививки *Caragana arborescens* Walker / О. Г. Шилова, В. И. Торчик // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биоразнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Н. В. Смольского, Минск, 27–29 сент. 2005 г. / ЦБС НАН Беларуси; редкол.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск: ООО «Эдит ВВ», 2005. – С. 191–193.
29. Шкутко, Н. В. Хвойные растения в зеленом строительстве Белоруссии / Н. В. Шкутко. – Минск: Ураджай, 1975. – 93 с.
30. Камендровский, Е. М. Прививка и перепрививка плодовых деревьев / Е. М. Камендровский. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 72 с.
31. Рябченко, А. С. Прививаем сами: иллюстрированный практикум / А. С. Рябченко, М. Т. Кръстев. – М.: Фитон. – 2008. – 112 с.
32. Бондоруна, И. Штамбы декоративные / И. Бондоруна. – М.: Армада-пресс. – 2001. – 31 с.

К главе 7

1. Кудинов, М. А. Бруснику – в культуру / М. А. Кудинов, Е. К. Шарковский // Сельское хозяйство Беларуси. – 1978. – № 6. – С. 46.
2. Юнкевич, Н. М. Опыт создания культур брусники / Н. М. Юнкевич, О. В. Морозов // Достижения и перспективы в области инвентаризации, изучения, растительного освоения и охраны недревесных лесных ресурсов на территории европейской части СССР: тез. докл. науч.-произв. конф., Тарту, 19–21 авг. 1986 г. / ЭстНИИЛХиОП. – Тарту, 1986. – С. 162–163.
3. Морозов, О. В. Интродукция брусники в западной части Белорусского Полесья: проблемы и перспективы / О. В. Морозов // Роль ботанических садов в охране и обогащении растительного мира: тез. докл. Респ. науч. конф. – Киев, 1989. – Т. 1. – С. 56–57.
4. Морозов, О. В. Поражаемость брусники болезнями в культуре / О. В. Морозов, Н. А. Галынская // Плантационное выращивание грибов и ягод: докл. сов.-сем., Гомель, 13–14 окт. 1988 г. / БелНИИЛХ. – Гомель, 1988. – С. 61–63.
5. Марозаў, А. У. Рост і развіццё брусніц у культуры пры пасадцы чаранкамі / А. У. Марозаў // Вес. Акад. навук БССР. Сер. біял. навук. – 1988. – № 3. – С. 21–23.
6. Морозов, О. В. Междурядная обработка почвы в культурах брусники / О. В. Морозов // Брусничные в СССР: Ресурсы, интродукция, селекция: сб. науч. тр. / Акад. наук СССР. ЦСБС; отв. ред. А. Б. Горбунов, А. Ф. Черкасов. – Новосибирск, 1990. – С. 302–309.
7. Урожайность и биохимический состав плодов *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре / Л. В. Иванов и [др.] // Теоретическая и прикладная карпология: тез. докл. Всесоюз. конф., Кишинев, 30 окт. – 1 нояб. 1989 г. – Кишинев: Штиинца, 1989. – С. 120.
8. Марозаў, А. У. Дынаміка лінейнага росту парасткаў *Vaccinium vitis-idaea* L. у культуры / А. У. Марозаў // Вес. Акад. навук БССР. Сер. біял. навук. – 1990. – № 4. – С. 29–33.
9. Морозов, О. В. Рост брусники в разных почвенно-гидрологических условиях и его связь с некоторыми показателями развития корневой системы / О. В. Морозов // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР: тез. докл. межресп. раб. сем., Ганцевичи, 23–27 сент. 1991 г. / ЦБС АН БССР. – Ганцевичи, 1991. – С. 128–129.
10. Паўлоўскі, М. Б. Укараняльнасць чаранкоў брусніц **Koralle і іх развіццё на розных субстратах** / М. Б. Паўлоўскі // Вес. Акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 1996. – № 2. – С. 18–25.
11. Павловский, Н. Б. Сортовая брусника в Белорусском Полесье / Н. Б. Павловский, Н. Н. Рубан; под общ. ред. проф. Ж. А. Рупасовой. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 230 с.
12. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак; науч. ред. Е. А. Сидарович. – Минск: Беларусь. наука, 1998. – 176 с.

13. Клюква крупноплодная в Белоруссии / Е. А. Сидорович и [др.]. – Минск: Наука и техника, 1987. – 238 с.

14. Технология промышленного выращивания клюквы крупноплодной на получение ягодной продукции / Е. А. Сидорович и [др.]. – Минск, 1992. – 120 с. – (Обзорная информация / БелНИИНТИ Госэкономплана Республики Беларусь).

15. Технология производства посадочного материала клюквы крупноплодной / Е. А. Сидорович и [др.]. – Минск, 1992. – 88 с. – (Обзорная информация / БелНИИНТИ Госэкономплана Республики Беларусь).

К главе 8

1. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / М. С. Александрова [и др.]. – М.: Наука, 1975. – 27 с.

2. *Гаранович, И. М.* Роль внутривидовой изменчивости и особенности онтогенеза древесных растений при интродукции в Беларуси (на примере облепихи крушиновидной) / И. М. Гаранович, Т. В. Шпитальная. – Минск: Право и экономика, 2010. – 249 с.

3. *Елисеев, И. П.* Некоторые генетические особенности облепихи крушиновидной и значение их в селекции / И. П. Елисеев // Вопросы биохимии и физиологии с.-х. растений: сб. науч. тр. / ГСХИ. – Горький, 1982. – С. 75–77.

4. *Лапин, П. И.* Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции / П. И. Лапин // Бюл. ГБС АН СССР. – 1967. – Вып. 65. – С. 13–18.

5. *Мальцева, А. Н.* Морфогенез облепихи крушиновидной, интродуцируемой в условиях Нижнего Дона: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. / А. Н. Мальцева; ГБС АН СССР. – М., 1990. – 22 с.

6. *Молчанов, А. А.* Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. – М.: Наука, 1967. – С. 9.

7. *Нестерович, Н. Д.* Плодоношение интродуцированных древесных растений и перспективы их использования в БССР / Н. Д. Нестерович. – Минск: Изд-во АН БССР, 1955. – С. 265–287.

8. *Работнов, Т. А.* Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии / Т. А. Работнов // Проблемы ботаники. – 1950. – Вып. 1. – С. 465–483.

9. Семена деревьев и кустарников. Методы определения жизнеспособности. ГОСТ 13056.7-93. – Минск: Белстандарт, 1995. – 37 с.

10. *Трушечкин, В. Г.* Зимостойкость и биологические особенности алтайских сортов облепихи в Подмоскowie / В. Г. Трушечкин, Т. Ф. Царькова, В. Г. Июшина // Зимостойкость плодовых и ягодных культур. – М., 1983. – С. 97–106.

11. *Garanivich, I. M.* Introduction of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in Belarus / I. M. Garanivich // Seabuckthorn (*Hippophae* L.). A. Multipurpose Wonder Plant. – New Delhi: Indus publishing company, 2003. – Vol. 1. – P. 137–151.

К главе 9

1. *Буга, С. Ф.* Защита растений: учеб. пособие / С. Ф. Буга, Н. И. Протасов, В. Ф. Самерсов. – Минск: Ураджай, 2001. – 307 с.

2. Интегрированная защита растений: учебник / Ю. А. Миренков [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 360 с.

3. Вредители и болезни цветочно-декоративных растений / Ю. В. Синадский [и др.]; под общ. ред. Ю. В. Синадского. – М.: Наука, 1987. – 592 с.

4. *Прутенская, М. Д.* Атлас болезней цветочно-декоративных растений / М. Д. Прутенская. – Киев: Наук. думка, 1982. – 92 с.

5. *Журавлев, И. И.* Болезни цветочных культур / И. И. Журавлев. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1973. – 80 с.

6. *Горленко, С. В.* Вредители и болезни интродуцированных растений / С. В. Горленко, Н. А. Панько. – Минск: Наука и техника, 1967. – 136 с.

7. Горленко, С. В. Вредители и болезни розы / С. В. Горленко, Н. А. Панько, Н. А. Подобная; под ред. Н. А. Дорожкина. – Минск: Наука и техника, 1984. – 128 с.
8. Горленко, С. В. Определитель болезней цветочно-декоративных растений / С. В. Горленко. – Минск: Урожай, 1969. – 158 с.
9. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков [и др.]; под общ. ред. М. К. Хохрякова. – 3-е изд. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
10. *Трейвас, Л. Ю.* Болезни и вредители декоративных садовых растений: атлас-определитель / Л. Ю. Трейвас. – М.: ЗАО «Фитон+», 2007. – 192 с.
11. Основные методы фитопатологических исследований / А. Е. Чумаков [и др.]; под ред. А. Е. Чумакова. – М.: Колос, 1974. – 190 с.
12. *Литвинов, М. А.* Методы изучения почвенных микроскопических грибов / М. А. Литвинов. – Л.: Наука, 1969. – 124 с.
13. Методические рекомендации по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / сост. М. К. Хохряков; Всерос. ин-т защиты раст. – Л.: ВИЗР, 1974. – 69 с.
14. Методы экспериментальной микологии: справочник / И. А. Дудка [и др.]; под общ. ред. В. И. Билай. – Киев: Наук. думка, 1982. – 550 с.
15. *Литвинов, М. А.* Определитель микроскопических почвенных грибов / М. А. Литвинов. – Л.: Наука, 1967. – 303 с.
16. *Пидопличко, Н. М.* Грибы-паразиты культурных растений: определитель. В 3 т. – Киев: Наук. думка, 1977.
17. *Минкявичус, А. Й.* Определитель ржавчинных грибов Литовской ССР / А. Й. Минкявичус. – Вильнюс: Мокслас, 1984. – 273 с.
18. *Бондарцев, А. С.* Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа / А. С. Бондарцев. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 106 с.
19. *Черемисинов, Н. А.* Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников / Н. А. Черемисинов, С. Ф. Негруцкий, И. И. Лешковцева. – М., 1970. – 392 с.
20. Указатель возбудителей болезней цветочно-декоративных растений / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т защиты раст.; редкол.: М. К. Хохряков [и др.]. – Л.: ВИЗР, 1980. – Вып. 7. – 80 с.
21. *Рупайс, А. А.* Определитель вредителей декоративных и плодовых деревьев по повреждениям / А. А. Рупайс. – Рига: Зинатне, 1976. – 324 с.
22. Определитель вредных и полезных беспозвоночных закрытого грунта / под ред. В. А. Павлюшина. – СПб.: ВИЗР, 2003. – 173 с.
23. Практикум по химической защите растений / А. И. Афанасьева [и др.]; под общ. ред. Г. С. Груздева. – М.: Колос, 1983. – 272 с.
24. SABI Bioscience Databases [Electronic resource]. – 2004. – Mode of access: <http://www.indexfungorum.org/BSM/bsm.asp>. – Date of access: 28.11.2010.

К главе 10

1. Актуальные вопросы методологии исследования и оптимизации городской среды средствами озеленения в ЦБС НАН Беларуси / С. А. Сергейчик [и др.] // Проблемы озеленения городов: материалы общегор. конф. – М., 2004. – С. 31–38.
2. Ассортимент аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников, рекомендуемых для озеленения промышленно-городских территорий, автомагистралей в зонах загрязнения воздуха газообразными соединениями азота, формальдегидом, бенз(а)пиреном, хлористым водородом / С. А. Сергейчик [и др.]. – Минск: ООО «Эдит ВВ», 2005. – 48 с.
3. *Ляшук, А. М.* Влияние хлористого водорода и формальдегида на устойчивость различных видов аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников / А. М. Ляшук // Сб. трудов молодых ученых НАН Беларуси. – Минск, 2004. – Т. 2. – С. 273–277.
4. *Николайчук, А. М.* Влияние хлористого водорода на устойчивость различных видов аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников / А. М. Николайчук // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений и зеленого строительства: материалы V Между-

нар. науч. конф. молодых исследователей, посвящ. 70-летию Нац. ботан. сада им. М. М. Гришко, Киев, 7–10 июня 2005 г. – Киев, 2005. – С. 18–20.

5. *Николайчук, А. М.* Влияние хлористого водорода на физиологические показатели ассимиляционных органов хвойных / А. М. Николайчук // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биологического разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Н. В. Смольского. – Минск, 2005. – С. 287–290.

6. Промышленные загрязнения, оценка состояния и оптимизация природной среды городских экосистем / Е. А. Сидорович [и др.]; под общ. ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 199 с.

7. *Сергейчик, С. А.* Эколого-физиологическая оценка устойчивости аборигенных и интродуцированных древесных растений к хлористому водороду / С. А. Сергейчик, А. А. Сергейчик, А. М. Ляшук // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2005. – № 2. – С. 5–12.

8. *Сидорович, Е. А.* Изменение пероксидазной активности тканей ассимиляционного аппарата древесно-кустарниковых растений в условиях экспериментальной обработки 3,4-бенз(а)пиреном / Е. А. Сидорович, И. А. Шобанова // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биологического разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Н. В. Смольского. – Минск, 2005. – С. 302–303.

9. Состояние фотоассимиляционного аппарата ели европейской в условиях промышленного загрязнения / Г. И. Булавко [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2008. – Вып. 68. – С. 350–358.

10. Устойчивость различных видов аборигенных и интродуцированных растений к действию хлористого водорода / Е. А. Сидорович [и др.] // Докл. НАН Беларуси. – 2005. – Т. 49, № 1. – С. 76–78.

11. Устройство и содержание техногенно устойчивых снегозадерживающих древесно-кустарниковых насаждений вдоль автомобильных дорог общего пользования: ДМД 02191.3.019–2009. – Минск: Белавтодор, 2009. – 20 с.

12. Характеристика структурных изменений еловых экосистем, примыкающих к крупным промышленным центрам / Н. М. Арабей [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2008. – Вып. 68. – С. 474–484.

13. *Шобанова, И. А.* Влияние антропогенных факторов городской среды на структуру ассимиляционного аппарата некоторых видов древесных растений / И. А. Шобанова, С. В. Судейная, Т. Е. Федоровик // Материалы науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и сотрудников факультета естествознания БГПУ им. М. Танка, Минск, 20 апр. 2004 г. – Минск, 2004. – С. 55–57.

14. *Шобанова, И. А.* Влияние различных концентраций бенз(а)пирена на морфогенез сирени (*Syringa vulgaris* L.) *in vitro* / И. А. Шобанова, Е. А. Попович // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2007. – № 3. – С. 5–8.

15. *Шобанова, И. А.* Фитогигиенические аспекты деканцеризации окружающей среды / И. А. Шобанова // Актуальные проблемы экологии-2006: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 22–24 нояб. 2006 г. – Гродно, 2006. – С. 129–132.

К главе 11

1. Вересковые при фиторекультивации выработанных торфяных месторождений / И. И. Лиштван [и др.] // Наука и инновации. – 2010. – № 11 (93). – С. 29–35.

2. Влияние способа эксплуатации торфяников на биохимический состав плодов представителей рода *Oxycoccus* Hill. в условиях севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Природопользование: сб. науч. тр. ГНУ «Ин-т природопользования НАН Беларуси». – Минск, 2010. – Вып. 17. – С. 102–107.

3. Научное обоснование сортимента вересковых для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе культи-

вирования таксонов с высоким содержанием полезных веществ в ягодной продукции: метод. рекомендации / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2011. – 31 с.

4. Особенности накопления полезных веществ в плодах голубики топяной (*V. uliginosum* L.) при внесении минеральных удобрений на вышедшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – № 1. – С. 51–56.

5. Сравнительная оценка биохимического состава плодов таксонов рода *Oxycoccus* в опытной культуре на выработанном торфяном месторождении в условиях севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2010. – № 3. – С. 5–12.

6. Сравнительная оценка биохимического состава плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре на вышедшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении в условиях севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2011. – № 1. – С. 5–12.

7. Рупасова, Ж. А. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе возделывания ягодных растений семейства *Ericaceae* / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев; под общ. ред. акад. В. Н. Решетникова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 282 с.

К главе 12

1. Генотипические различия биохимического состава плодов интродуцентов сем. *Vacciniaceae* в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2010. – № 1. – С. 5–11.

2. Генотипические различия вариабельности биохимического состава плодов интродуцентов сем. *Vacciniaceae* в зависимости от абиотических факторов в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2010. – № 1. – С. 60–70.

3. Совершенствование сортамента брусники обыкновенной на основе культивирования сортов с высоким содержанием полезных веществ в ягодной продукции: метод. рекомендации / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2010. – 23 с.

4. Совершенствование сортамента голубики высокорослой на основе культивирования сортов с высоким содержанием полезных веществ в ягодной продукции: метод. рекомендации / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2010. – 26 с.

5. Сравнительная оценка влияния биотического и абиотических факторов на биохимический состав плодов интродуцированных в Беларуси видов сем. *Ericaceae* / Ж. А. Рупасова [и др.] // Доклады НАН Беларусі. – 2011. – Т. 55, № 1. – С. 81–85.

6. Сравнительная оценка генотипической изменчивости биохимического состава плодов видов сем. *Vacciniaceae* при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2010. – № 2. – С. 5–12.

7. Формирование биохимического состава плодов видов семейства *Ericaceae* / Вересковые/ при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; под ред. акад. В. И. Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 307 с.

К главе 13

1. Сидорович, Е. А. Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас. – Минск: Навука і тэхніка, 1996. – 246 с.

2. Сидорович, Е. А. Влияние стерилизующих соединений на выход жизнеспособных эксплантов интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре *in vitro* / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас, Н. В. Трухан // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – 1994. – № 3. – С. 38–42.

3. Kutas, E. N. The influence of sterilizing compounds on the yield of viable explants of *Rhododendron* L. *Ericaceae* (Juss.) / E. N. Kutas, L. E. Ogorodnik // Int. J. of Biodiver. and Conser. – 2011. – Vol. 3, N 1. – P. 24–26.

4. Кутас, Е. Н. Регенерационная способность различных типов эксплантов селекционных гибридов семейства *Vacciniaceae* S. F. Gray / Е. Н. Кутас, И. Н. Малахова, А. А. Горещкая // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства. – Минск, 2007. – Т. 1. – С. 194–196.
5. Clod, E. Plant regeneration by organogenesis in vitis rootstock spesies / E. Clod, P. Bass, B. Walter // Plant Cell Repets. – 1990. – Vol. 8, N 12. – P. 727–728.
6. Кутас, Е. Н. Клональное микроразмножение рододендронов и их практическое использование / Е. Н. Кутас. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 188 с.
7. Сидорович, Е. А. Регенерация интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре *in vitro* / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас // Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений. – Минск: Навука і тэхніка, 1996. – С. 101–139.
8. Сидорович, Е. А. Влияние сезона отбора эксплантов на регенерацию *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре *in vitro* / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас // Второй съезд Белорусского общества физиологов растений. – Минск, 1995. – С. 35–36.
9. Сидорович, Е. А. Клональное микроразмножение интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной в культуре *in vitro* в связи с генотипами / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 1998. – № 3. – С. 5–9.
10. Кутас, Е. Н. Влияние питательных сред на регенерацию интродуцированных сортов голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L.) / Е. Н. Кутас // Микробиология и биотехнология XXI столетия. – Минск, 2002. – С. 136–137.
11. Leaf anatomy and Water Stress of Aseptically Cultured «Pixy» Plume Grown under Diferent Enviroments / K. E. Brainerd [et al.] // Hort Science. – 1981 – N 16. – P. 173–175.
12. Sutter, E. Epicuticular wax formation on cornation plantlets regenerated from shoot-tip culture / E. Sutter, R. W. Langhans // J. Americ. Soc. Hort. Sci. – 1979. – N 104. – P. 493–496.
13. Bunning, E. Die Bildung des Spaltöffnungsmusters in dea Blattepidermis / E. Bunning, H. Sagromsky // Z. Naturf. – 1948. – Bd. 36. – S. 203–216.
14. O'Leary, J. W. Elevated CO₂ concentrtrion increases stomata numbers in Phascalus vulgarts leaves / J. W. O'Leary, G. N. Knecht // Bot. Gaz. – 1981. – N 124. – P. 438–441.
15. Penfound, W. T. Plant anatomy as conditioned by light intensity and soil moisture / W. T. Penfound // Amer. J. Bot. – 1931. – N 18. – P. 558–572.
16. Schoch, P. Photosynthese et respiration de bananier in vitro / P. Schoch // Photosynthetica. – 1989. – N 23. – P. 113–118.
17. Danies, W. J. Short- and long-term effects antitranspirants on water relation and photosynthesis of woody plants / W. J. Danies, T. J. Kozlowski // Am. Soc. Hort Sci. – 1974. – N 99. – P. 297–304.
18. Fabbri, A. Anatomical changes in persistent leaves of tissue cultured strawberry plants after removal from culture / A. Fabbri, E. Sutter // Scientia Hort. – 1986. – N 28 – P. 331–337.
19. Donnelly, D. J. Leaf anatomy of red raspberry transferred from culture to soil / D. J. Donnelly, W. E. Vidaver // J. Am. Soc. Hort Sci. – 1984. – N 109. – P. 172–176.
20. Waldenmaier, S. Histologische Unterschiede zwischen *in vitro* und *ex vitro* Blättern bei der Abhärtung von Rhododendron / S. Waldenmaier, G. Schmidt // Gartenbauwissenschaft. – 1990. – Bd. 55. – S. 49–54.
21. Сидорович, Е. А. Анатомио-физиологические исследования реакции регенерантов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. на условия культивирования / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас // Клональное микроразмножение новых плодово-ягодных растений. – Минск: Навука і тэхніка, 1996. – С. 140–159.
22. Smith, M. A. Comparative Anatomy and Physiology af Microcultured, Seedling, and Greenhouse groun Asian White Birch / M. A. Smith, J. P. Palta, B. H. McCown // J. Am. Soc. Hort. Sci. – 1986. – N 111. – P. 437–442.
23. Solarova, J. Photosynthesis of plant regenerants diurnal variation in CO₂ concentration in cultivation vessels resulting from plantlets photosynthetic activity / J. Solarova // Photosynthetica. – 1989. – N 23. – P. 100–107.
24. Сидорович, Е. А. Влияние осмотических ингибиторов на сохранение жизнеспособности интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. в культуре

in vitro / Е. А. Сидорович, Е. Н. Кутас, В. Л. Филипеня // Доклады АН БССР. – 1995. – Т. 39, № 1. – С. 63–66.

25. Кутас, Е. Н. Влияние нетрадиционного компонента питательной среды на рост и жизнеспособность голубики высокой в стерильной культуре / Е. Н. Кутас, И. Н. Малахова // Теоретические и прикладные аспекты биохимии и биотехнологии растений. – Минск, 2008. – С. 273–275.

К главе 14

1. Центральный ботанический сад НАН Беларуси: результаты и перспективы / В. Н. Решетников [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. біял. навук. – 2003. – № 4. – С. 5–8.

2. Червченко, Т. М. Роль ботанических садов умеренной зоны в сохранении биоразнообразия тропикогенных флор *ex situ* / Т. М. Червченко, Л. И. Буюн // Інтродукція рослін. – 2004. – № 1. – С. 3–12.

3. Калинин, Ф. Л. Технология микроклонального размножения растений / Ф. Л. Калинин, Г. П. Кушир, В. В. Сарнацкая. – Киев: Наук. думка, 1992. – 228 с.

4. Генетические коллекции: проблемы формирования, сохранения и использования / С. Ф. Коваль // Цитология и генетика. – 2003. – Т. 37, № 4. – С. 46–53.

5. Vegetative propagation of *Syringa vulgaris* L. *in vitro* / R. L. M. Pierik [et al.] // Propagation of Ornamentals. Acta Horticulture, 1988. – 226 p.

6. Изучение ФС листьев различных сортов сирени рода *Syringa vulgaris* / Л. А. Любаковская [и др.] // Вестн. фармации. – 2002. – № 3. – С. 28–30.

7. Хроматографическое определение сирингина в коре сирени различной видовой принадлежности / В. С. Подберезкин [и др.] // Труды Белорус. гос. ун-та. Сер.: Физиол., биохим. и молекуляр. основы функционирования биосистем. – 2010. – Т. 5, ч. 2. – С. 34–39.

8. Разработка биотехнологических приемов размножения сирени обыкновенной *Syringa L.* / О. И. Молканова [и др.] // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42, № 2. – С. 117–124.

9. Pierik, R. L. M. Commercial aspects of micropropagation / R. L. M. Pierik. – Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991. – 347 p.

10. Филипеня, В. Л. Микроклональное размножение *Rhododendron × hybridum hort.* // В. Л. Филипеня, В. И. Горбачевич, Т. В. Антипова // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – Т. 41, № 6. – С. 516–522.

11. Pierik, R. Effect of cytokinin and cultiver on shoot formation of *Gerbera Jamesoni* *in vitro* / R. Pierik // Netherlands I, agr. Sck. – 1982. – Vol. 30. – P. 341–347.

12. Катаева, Н. В. Принципы микроклонального размножения растений на примере герберы / Н. В. Катаева // Изв. АН СССР. Сер. биол. наук. – 1982. – № 1. – С. 126–129.

13. Микроклональное размножение в культуре *in vitro* и адаптация герберы (*Gerbera hybrida*) / И. Ф. Вайновская [и др.] // Сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира» (Волгоград, 4–6 авг. 2010 г.). – Волгоград, 2010. – С. 183–188.

14. Вайновская, И. Ф. Особенности адаптации растений герберы (*Gerbera Jamesonii Bolus*) к условиям *ex vitro* / И. Ф. Вайновская, И. М. Чумакова // Сб. науч. тр. III Междунар. науч. конф. «Теоретические и прикладные аспекты биохимии и биотехнологии растений». – Минск, 2008. – С. 217–221.

15. Фоменко, Т. И. Микроклональное размножение гладиолуса *in vitro* / Т. И. Фоменко, А. А. Веевник // Сб. статей по материалам III Всесоюз. науч.-практ. конф. «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира». – Волгоград, 2010. – С. 292–297.

16. Козлова, О. Н. Влияние минерального состава среды, экзогенных цитокининов и темнового периода культивирования на прорастание семян *Stanhopea tigrina in vitro* / О. Н. Козлова, Н. А. Бурчик // Вестн. Тверского гос. ун-та. – 2007. – № 7 (35). – С. 187–189.

17. Козлова, О. Н. Оптимизация условий адаптации *ex vitro Phalaenopsis hybr.* / О. Н. Козлова, Н. А. Бурчик // Материалы междунар. конф. молодых ученых «Актуальные проблемы ботаники и экологии», 21–25 сент. 2010 г., Ялта. – Симферополь, 2010. – С. 373–374.
18. Fast, G. Möglichkeiten zur Massenvermehrung von *Cypripedium calceolus* und andren europäischen Wildorchideen / G. Fast // Proc. 8th World Orchid Conf., Frankfurt, 1975. – Frankfurt, 1975. – P. 359–363.
19. Van Waes, J. M. *In vitro* germination of some Western European orchids / J. M. Van Waes, P. C. Deberg. // *Physiol. Plant.* – 1986. – Vol. 67. – P. 253–261.
20. Культивирование орхидей европейской России / А. И. Широков [и др.]; под общ. ред. А. И. Широкова. – Н. Новгород, 2005. – С. 64.
21. Вайновская, И. Ф. Сохранение ириса сибирского (*Iris sibirica* L.) с использованием биотехнологических методов / И. Ф. Вайновская, Т. И. Фоменко // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы VI Междунар. науч. конф., Минск, 28–30 окт. 2009 г. / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича, Бел. обществ. объедин. физиологов растений. – Минск, 2009. – С. 23.
22. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе: учеб. пособие / Р. Г. Бутенко. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
23. Charles, D. J. Characterization of essential oils of Agastache species / D. J. Charles, J. E. Simon, M. P. Wildrlecher // *J. Agric. Chem.* – 1991. – Vol. 39. – P. 1946–1949.
24. Шутова, А. Г. Антиокислительные свойства экстрактов пряно-ароматических растений семейства Губоцветных / А. Г. Шутова, Т. Г. Шутова, В. Е. Агабеков // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. – 2003. – № 1. – С. 41–47.
25. Мазур, Т. В. Культивирование многоколосника морщинистого (*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) Kuntze) в условиях *in vitro* / Т. В. Мазур, В. Н. Решетников // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2005. – № 3. – С. 5–9.
26. Мазур, Т. В. Вторичные метаболиты растений-регенерантов *Agastache rugosa* (Fisch. Et Mey.) / Т. В. Мазур, В. Н. Решетников, Т. И. Фоменко // Весці Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2008. – № 4. – С. 5–9.
27. Окладникова, Н. Н. Биологически активные вещества шлемника байкальского при интродукции в условиях *in vitro*: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. Н. Окладникова; Томский гос. ун-т. – Томск, 2007. – 21 с.
28. Anticancer activity of *Scutellaria baicalensis* and its potential mechanism / Fei Ye [et al.] // *The Journal of Alternative and Complementary Medicine.* – 2002. – Vol. 8, N 5. – P. 567–572.
29. *Scutellaria baicalensis* decreases ritonavir-induced nausea / Han Aung [et al.] // *AIDS research and therapy.* – 2005. – Vol. 2, N 12.
30. Введение в культуру *in vitro* лекарственного растения шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi) / Л. А. Канаш [и др.] // Теоретические основы применения биотехнологии, генетики и физиологии растений в современной селекции растений и растениеводстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 29 июня – 8 июля 2009 г. – Брянск, 2009. – С. 144–148.
31. Бурая, Н. С. Регуляция роста и развития культуры *in vitro* руты душистой (*Ruta graveolens* L.) – источника биологически активных соединений / Н. С. Бурая, Т. И. Фоменко // Труды Белорус. гос. ун-та. Сер. «Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем». – 2010. – Т. 5, ч. 2. – С. 75–81.
32. Bohidar, S. Effect of plant growth regulators on *in vitro* micropropagation of Rue (*Ruta graveolens*) / S. Bohidar, M. Thirunavoukkarasu, T. V. Rao // *Int. J. of Integrative Biology.* – 2008. – Vol. 3, N 1. – P. 36–43.
33. Кунах, В. А. Генетическая изменчивость соматических клеток растений. 3. Каллусообразование *in vitro* / В. А. Кунах // Биополимеры и клетка. – 1997. – № 5, вып. 13. – С. 362–369.
34. Fay, M. Conservation of rare and endangered plants using *in vitro* methods / M. Fay // *In vitro Plant Cell Dev. Biol.* – 1992. – Vol. 28. – P. 1–4.
35. Pence, V. C. The application of biotechnology for the conservation of endangered plants / V. C. Pence // *Plant Conservation Biotechnology* / ed. E. E. Benson. – London: Taylor and Francis, 1999. P. 227–241.

36. Попович, Е. А. Влияние цитокинина на жизнеспособность экплантов голубики высокой *in vitro* / Е. А. Попович, В. Л. Филипня // Физиология растений. – 1997. – Т. 44 (1). – С. 104–107.
37. Решетников, В. Н. Некоторые аспекты микрклонального размножения голубики высокой и брусники обыкновенной / В. Н. Решетников, Т. В. Антипова, В. Л. Филипня // Плодоводство. – 2007. – Т. 19. – С. 209–215.
38. Филипня, В. Л. Микрклональное размножение интродуцированных сортов клюквы крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon*) / В. Л. Филипня, Е. А. Попович // Материалы VIII Междунар. конф. по садоводству. – Ялта, 2000. – С. 135–141.
39. Morphogenesis *in vitro* and micropropagation *Vaccinium macrocarpon* Ait. / V. L. Filipenia [et al.] // Book of abstracts Int. Scientific Conf. «Blueberry and cranberry growing», 19–22 June 2006, Skierniewice, Poland. – Skierniewice, 2006. – P. 93–97.

К главе 15

1. Модельный закон о сохранении генетических ресурсов культурных растений и их рациональном использовании // Межпарламентская Ассамблея государств – участников СНГ. 33-е пленарное заседание. Постановление № 33-8 от 3 декабря 2009 г.
2. DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation / T. R. Hodgkinson [et al.] // J. Plant Res. – 2007. – Vol. 120. – P. 17–29.
3. Karp, A. Molecular Techniques in the Assessment of Botanical Diversity / A. Karp, O. Seberg, M. Buiatti // Ann. of Botany. – 1996. – Vol. 78. – P. 143–149; Molecular markers and *ex situ* conservation of the European elms (*Ulmus* spp.) / W. P. Goodall-Copestake [et al.] // Biol. Conservation. – 2005. – Vol. 122, is. 4. – P. 537–546.
4. Молекулярные маркеры – инструмент исследования генетического разнообразия // Современное состояние управления генетическими ресурсами животных. Состояние всемирных генетических ресурсов животных в сфере продовольствия и сельского хозяйства / Комиссия по генетическим ресурсам в сфере продовольствия и сельского хозяйства; Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций. – Рим; М., 2010.
5. Spooner, D. Molecular markers for gene bank management / D. Spooner, R. van Treuren, M. C. de Vicente // IPGRI techn. bull. – 2005. – N 10. – 136 p.
6. Ford-Lloyd, B. Measuring genetic variation using molecular markers / B. Ford-Lloyd, K. Painting. – Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. – 72 p.
7. Глазко, В. И. Генетика изоферментов животных и растений / В. И. Глазко, И. А. Созинов; под ред. А. А. Созинова. – Киев: Урожай, 1993. – 528 с.
8. Lewontin, R. C. A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. II. Amount of variation and degree of heterozygosity in natural populations of *Drosophila pseudoobscura* / R. C. Lewontin, J. L. Hubby // Genetics. – 1966. – Vol. 54. – P. 595–6098.
9. Molecular Genetic Markers: Discovery, Applications, Data Storage and Visualisation / C. Duran [et al.] // Current Bioinformatics. – 2009. – Vol. 4. – P. 16–27.
10. Гостимский, С. А. Использование молекулярных маркеров для анализа генома растений / С. А. Гостимский, З. Г. Кокаева, В. К. Боброва // Генетика. – 1999. – Т. 35, № 11. – С. 1538–1549.
11. Which DNA Marker for Which Purpose. Final Compendium of the Research Project Development, optimisation and validation of molecular tools for assessment of biodiversity in forest trees in the European Union / URL; E. M. Gillet (lead.), DGXII Biotechnology FW IV Research Programme Molecular Tools for Biodiversity. – Frankfurt, 1999. – 253 p.
12. Генетические взаимоотношения между сортами сои, оцененные с использованием ISSR маркеров / В. И. Глазко [и др.] // Цитология и генетика. – 1999. – Т. 33, № 5. – С. 47–51.
13. Gabrielsen, T. M. Sex after all: high levels of diversity detected in the arctic clonal plant *Saxifraga cernua* using RAPD markers / T. M. Gabrielsen, C. Brochmann // Molecular ecology. – 1998. – Vol. 7. – P. 1701–1708.
14. Eriksen, B. Molecular phylogeography and hybridization in members of the circumpolar *Potentilla* sect. Niveae (Rosaceae) / B. Eriksen, M. H. Töpel // Am. J. of Botany. – 2006. – Vol. 93, N 3. – P. 460–469.

15. Малышев, С. В. Идентификация и паспортизация сортов сельскохозяйственных культур (мягкой пшеницы, картофеля, томата, льна и свеклы) на основе ДНК-маркеров: метод. рекоменд. / С. В. Малышев, О. Ю. Урбанович, Н. А. Картель. – Минск, 2006. – 28 с.
16. Highbush Blueberry: Cultivation, Protection, Breeding and Biotechnology / D. Prodorutti [et al.] // Eur. J. of Plant Science and Biotechnology. – 2007. – Vol. 1, N 1. – P. 44–56.
17. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак. – Минск: Беларус. навука. – 1998. – 176 с.
18. Application of DNA fingerprinting in Plant Science / K. Weising [et al.] // DNA fingerprinting in plants: principles, methods, and applications. – Boca Raton: CRC Press, 2005. – P. 235–276.
19. Levi, A. Production of reliable randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers from DNA of woody plants / A. Levi, L. J. Rowland, J. S. Hartung // Plant genetics and breeding. – 1993. – Vol. 28, N 12. – P. 1188–1190.
20. Burgher, K. L. Genetic relationships among lowbush blueberry genotypes as determined by randomly amplified polymorphic DNA analysis / K. L. Burgher, A. R. Jamieson, X.-V. Lu // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2002. – Vol. 127. – P. 98–103.
21. Debnath, S. C. Differentiation of Vaccinium cultivars and wild clones using RAPD markers / S. C. Debnath // Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology. – 2005. – Vol. 14. – P. 173–177.
22. Identification of blueberry varieties using random amplified polymorphic DNA markers / P. Arce-Johnson [et al.] // Acta Hort. (ISHS). – 2002. – Vol. 574. – P. 221–224.
23. Rowland, L. J. RAPD-based genetic linkage map of blueberry derived from a cross between diploid species (*Vaccinium darrowi* and *V. elliotii*) / L. J. Rowland, A. Levi // TAG Theoretical and Applied Genetics. – 1994. – Vol. 87, N 7. – P. 863–868.
24. Boches, P. S. Microsatellite markers for Vaccinium from EST and genomic libraries / P. S. Boches, N. V. Bassil, L. J. Rowland // Molecular Ecology Notes. – 2005. – Vol. 5. – P. 657–660.
25. Bassil, N. Blueberry microsatellite markers identify cranberry cultivars / N. Bassil, A. Oda, K. E. Hummer // Acta Hort. (ISHS). – 2009. – Vol. 810. – P. 181–187.
26. Antioxidant capacity is influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of Vaccinium species / R. I. Prior [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 1998. – Vol. 46. – P. 2686–2693.
27. Nei, M. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases / M. Nei, W.-H. Li // Proc. Natl. Acad. Sci. – 1979. – Vol. 76. – P. 5269–5273.
28. Алексеева, Е. И. Оценка качественных показателей экструдированных пищевых продуктов на основе муки амарантовой нативной / Е. И. Алексеева // Сборник материалов VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в производстве пищевых продуктов» (8–9 окт. 2009 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию». – Минск, 2009. – С. 3–10.
29. Staub, J. E. Plant Variety Protection: a consideration of genetic relationship / J. E. Staub, A. Gabert, T. C. Wehner // Hort Science. – 1996. – Vol. 31. – P. 1086–1091.
30. Application of DNA fingerprinting in Plant Science // DNA fingerprinting in plants: principles, methods, and applications / K. Weising [et al.] (eds). – CRC Press, 2005. – P. 235–276.
31. Chan, K. F. Genetic diversity and relationships detected by isozyme and RAPD analysis of crop and wild species of Amaranthus / K. F. Chan, M. Sun // Theor. Appl. Genet. – 1997. – Vol. 95. – P. 865–873.
32. Xu, F. Comparative analysis of phylogenetic relationships of grain amaranths and their wild relatives (*Amaranthus*; *Amaranthaceae*) using internal transcribed spacer, amplified fragment length polymorphism, and double-primer fluorescent intersimple sequence repeat markers / F. Xu, M. Sun // Mol. Phylogenet. Evol. – 2001. – Vol. 21. – P. 372–387.
33. Wassom, J. J. Amplified fragment length polymorphism-based genetic relationships among weedy Amaranthus species / J. J. Wassom, P. J. Tranel // J. Hered. – 2005. Vol. 96. – P. 410–416.
34. Development and Characterization of Microsatellite Markers for the Grain Amaranths / M. A. Mallory [et al.] // Crop Science. – 2008. – Vol. 48. – P. 1098–1106.
35. Characterization of microsatellite loci developed for *Amaranthus hypochondriacus* and their cross-amplification in wild species / J. R. Lee [et al.] // Conserv. Genet. – 2008. – Vol. 9. – P. 243–246.

36. Ray, T. Phylogenetic relationships between members of Amaranthaceae and Chenopodiaceae of Lower Gangetic plains using RAPD and ISSR markers / T. Ray, S. C. Roy // Bangladesh J. Bot. – 2007. – Vol. 36, N 1. – P. 21–28.
37. Morgante, M. Microsatellites are preferentially associated with nonrepetitive DNA in plant genomes / M. Morgante, M. Hanafey, W. Powell // Nat Genet. – 2002. – Vol. 30. – P. 194–200.
38. Elkington, T. T. *Potentilla fruticosa* L. / T. T. Elkington, S. R. J. Woodell // J. of Ecol. – 1963. – Vol. 51, N 3. – P. 769–781.
39. Eriksen, B. Molecular phylogeography and hybridization in members of the circumpolar *Potentilla* sect. *Niveae* (Rosaceae) / B. Eriksen, M. H. Töpel // Amer. J. of Bot. – 2006. – Vol. 93, N 3. – P. 460–469.
40. Gregor, V. T. RAPD-Untersuchungen und Chromosomenzählungen in der *Potentilla-collina*-Gruppe (Rosaceae) / V. T. Gregor, J. R. Vechta, K. Weising // Ber. Bayer. Bot. Ges. Kassel. – 2003. – Vol. 72. – P. 159–167.
41. Hansen, K. T. Molecules and morphology in concert: tests of some hypotheses in arctic *Potentilla* (Rosaceae) / K. T. Hansen, R. Elven, C. Brochmann // Am. J. Bot. – 2000. – Vol. 87. – P. 1466–1479.

К главе 16

1. Солдатченко, С. С. Полная книга по ароматерапии. Профилактика и лечение заболеваний эфирными маслами / С. С. Солдатченко, Г. Ф. Кащенко, В. А. Головкин. – Симферополь: Таврида, 2005. – 480 с.
2. Шкутко, Н. В. Хвойные экзоты Белоруссии и их хозяйственное значение / Н. В. Шкутко. – Минск: Наука и техника, 1970. – С. 160–238.
3. Variability of the needle essential oils of *Pinus peuce* from different populations in Montenegro and Serb / B. Nikolić [et al] // Chem. Biodivers. – 2008. – Vol. 5. – P. 1377–1388.
4. Chemical composition of essential oils from needles and twigs of balkan pine (*Pinus peuce grisebach*) grown in Northern Greece / P. K. Koukos [et al] // J. Agric. Food Chem. – 2000. – Vol. 48. – P. 1266–1268.
5. Фракционный состав эфирного масла сосны обыкновенной / Н. В. Чекушкина [и др.] // Химия растительного сырья. – 2008. – № 2. – С. 87–90.
6. Лобанов, В. В. Влияние биоценологических факторов на содержание и состав пихтового масла / В. В. Лобанов, Р. А. Степень // Хвойные boreальные зоны. – 2004. – Вып. 2. – С. 148–156.

К главе 17

1. Пособие Biotechnology Industry Organization (BIO) по биотехнологии для журналистов и издателей // Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология» [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.cbio.ru/v5/modules/news/article.php?storyid=2155>. – Дата доступа: 20.09.2011.
2. Gijzen, M. A deletion mutation at the ep locus causes low seed coat peroxidase activity in soybean affects the amount of peroxidase enzyme in soybean seed coats / M. Gijzen // The Plant Journal. – 1997. – Vol. 12, N5. – P. 991–998.
3. Chen, S. Advances in plant proteomics / S. Chen, A. C. Harmon // Proteomics. – 2006. – Vol. 6, N 20. – P. 5504–5516.
4. Mapping the proteome of barrel medic (*Medicago truncatula*) / B. S. Watson [et al.] // Plant Physiol. – 2003. – Vol. 131. – P. 1104–1123.
5. Dunder, M. Functional architecture in the cell nucleus / M. Dunder, T. Misteli // Biochem. J. – 2001. – Vol. 356. – P. 297–310.
6. Структурно-функциональная организация и биохимическая характеристика компартов интерфазных клеточных ядер ржи (*Secale cereale* L.) / Е. В. Спиридович [и др.] // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 6.
7. Шабуня, П. С. Активность антиоксидантных ферментов и экспрессия белков теплового шока в ядрах проростков озимой ржи (*Secale cereale* L.) в условиях кратковременного повы-

шения температуры / П. С. Шабуня, А. А. Ленец, Е. В. Спиридович // Вестник ФФИ. – 2007. – № 3. – С. 48–60.

8. Спиридович, Е. В. Изменчивость запасных белков и гистона H₁ у ржано-пшеничного амфидиплоида – секалотритикума – и его родительских форм / Е. В. Спиридович, Н. Ю. Королева, О. В. Чижик // Современные проблемы генетики: материалы междунар. науч. конф., Минск, 17–18 нояб. 2005 г. – Минск, 2005. – С. 325.

9. Конарев, В. Г. Белки растений как генетические маркеры / В. Г. Конарев. – М.: Колос, 1983. – 320 с.

10. Решетников, В. Н. Клеточные ядра высших растений: состав, структура, функции / В. Н. Решетников. – Минск: Наука і тэхніка, 1992. – 88 с.

11. Кузовкова, А. А. Исследование механизмов реализации программы листового старения с использованием трансгенных растений *Nicotiana tabacum*. 1. Особенности состояния нуклеопротеидных комплексов ядер стареющих листьев / А. А. Кузовкова, П. С. Шабуня, Е. В. Спиридович // Теоретические и прикладные аспекты биохимии и биотехнологии растений: сб. науч. трудов III Междунар. науч. конф., Минск, 14–16 мая 2008 г. – Минск, 2008. – С. 48–52.

12. Extraction of proteins from plant tissues for two-dimensional electrophoresis analysis / P. Giavalisco [et al.] // Electrophoresis. – 2003. – Vol. 24. – P. 207–216.

13. Кузовкова, А. А. Первичный протеомный анализ хлоропластов озимой ржи и методические подходы к его проведению / А. А. Кузовкова, Е. В. Спиридович, В. Н. Решетников // Физиология и биохимия культурных растений. – 2011. – Т. 43, № 2. – С. 105–112.

14. Central functions of the lumenal and peripheral thylakoid proteome of *Arabidopsis thaliana* determined by experimentation and genome-wide prediction / J.-B. Peltier [et al.] // The Plant Cell. – 2002. – Vol. 14. – P. 211–236.

15. Proteomics of the chloroplast: systematic identification and targeting analysis of lumenal and peripheral thylakoid proteins / J.-B. Peltier [et al.] // The Plant Cell. – 2000. – Vol. 12. – P. 319–341.

16. A proteomic analysis of maize chloroplast biogenesis / P. M. Lonosky [et al.] // Plant Physiology. – 2004. – Vol. 134. – P. 560–574.

17. The 68 kDa DNA compacting nucleoid protein from soybean chloroplasts inhibits DNA synthesis in vitro / G. C. Cannon [et al.] // Plant Molecular Biology. – 1999. – Vol. 39. – P. 835–845.

18. Королева, Н. Ю. Запасные белки семян – генетические маркеры экспрессии генома секалотритикума / Н. Ю. Королева, И. А. Гордей, Т. И. Пенева // Доклады НАН Беларуси. – 2005. – Т. 49, № 3. – С. 76–79.

19. Vasilevko, V. T. Changes in transgenic tobacco plants *Nicotiana tabacum* are caused by the expression of cellulose gene from thermophilic bacteria *Clostridium thermocellum* / V. T. Vasilevko // Horticulture and Vegetable Growing: Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticult. and Lithuanian University of Agriculture, Baitai. – 2000. – Vol. 19, N 3. – P.482–490.

20. Голденкова, И. В. Новые репортерные системы для изучения регуляции экспрессии генов: автореф. дис. ... докт. биол. наук; 03.00.15 / Ин-т общ. генетики им. Н. И. Вавилова. – М., 2002. – 43 с.

21. Голденкова, И. В. Репортерная система, основанная на термостабильности лихеназы *Clostridium thermocellum*, для изучения регуляции экспрессии генов в клетках про- и эукариотических организмов / И. В. Голденкова, К. А. Мусийчук, Э. С. Пирузян // Молекулярная биология. – 2002. – Т. 36, № 4. – С. 868–876.

22. *Agrobacterium*-mediated transformation of *Hyacinthus orientalis* with thaumatin II gene to control fungal diseases / Е. А. Popovich [et al.] // Plant Cell Tiss. Organ. Cult. – 2007. – Vol. 90. – P. 237–244.

23. Влияние экзогенных моносахаридов на эффективность агробактериальной трансформации клюквы крупноплодной / В. Н. Решетников [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика: сб. науч. тр. / Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2006. – Т. 3. – С. 96–100.

24. Модификация интродуцированных сортов клюквы крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon* ait.) путем экспрессии гетерологичного гена / В. Л. Филипня [и др.] // Генетика и биотехнология на рубеже тысячелетий: материалы Междунар. науч. конф., посв. 45-летию основа-

ния Ин-та генетики и цитологии Нац. акад. наук Беларуси, 25–29 окт. 2010 г., Минск / редкол.: А. В. Кильчевский [и др.]. – Минск, 2010. – С. 85.

25. Оптимизация условий селективного отбора после генетической трансформации клюквы крупноплодной / В. Н. Решетников [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика: сб. науч. тр. / Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – Т. 3. – С. 101–104.

26. *Tchijik, O.* Physiology-biochemical peculiarities of transgenic *Nicotiana tabacum* L. growth and development by the changes of hormone status / O. Tchijik, I. Goldenkova, H. Spiridovich // *Biologija (Biology)*. – 1997. – Vol. 4. – P. 19–21.

27. *Ditt, R. F.* The plant cell defense and *Agrobacterium tumefaciens* / R. F. Ditt, E. Nester, L. Comai // *FEMS Microbiol Lett.* – 2005. – Vol. 24. – P. 207–213.

28. Физиолого-биохимические особенности трансгенных растений табака, экспрессирующих бактериальную диоксигеназу / Э. С. Пирузян [и др.] // Физиология растений. – 2002. – Т. 49, № 6. – С. 720–727.

29. Simultaneous expression of hypersensitive response and wounding in transgenic *NahC* plants of *Nicotiana tabacum* / V. N. Reshetnikov [et al.] // *Horticulture and vegetable growing: Scientific woks / Lithuanian Inst. Of Horticulture and Lithuanian Univer. of Agriculture.* – Babtai, 2000. – Vol. 19, N 3. – P. 154–161.

К главе 18

1. Клюква кондитерская вяленая. Технические условия. ТУ РБ 0353078.001-99.

2. *Zuo, Y.* Separation, characterization, and quantitation of Benzoic and Phenolic Antioxidants in American Cranberry Fruit by GC-MS / Y. Zuo, C. Wang, J. Zhan // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2002. – Vol. 50, N 13. – P. 3789–3794.

3. *Wang, S.* Antioxidant Capacity in Cranberry Is Influenced by Cultivar and Storage Temperature / S. Wang, A. Stotch // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2001. – Vol. 49, N 2. – P. 969–974.

4. *Vvedenskaya, I. O.* Characterization of Flavanols in Cranberry Powder / I. O. Vvedenskaya, R. T. Rosen, J. E. Guido // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2004. – Vol. 52, N 2. – P. 188–195.

5. Голубика высокорослая: Оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 442 с.

6. Композиции для напитков безалкогольных газированных «ФИТО». ТУ РБ 100233786.005-2002.

7. Композиция для напитка безалкогольного газированного «ФИТО. Мускат». ТУ РБ 100233786.006-2002.

8. Безалкогольный напиток: пат. № 9064 Респ. Беларусь МПК 7 А 23 L 2/00 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006.

9. Безалкогольный напиток: пат. № 8899 Респ. Беларусь МПК 7 А 23 L 2/00 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006.

10. Безалкогольный напиток: пат. № 2190 Респ. Беларусь МПК 7 А 23 L 2/00 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. История становления и развития Центрального ботанического сада НАН Беларуси (Титок В. В., Володько И. К., Лунина Н. М.).....	5
1.1. Создание и становление Центрального ботанического сада (1931–1940 гг.).....	5
1.2. Великая Отечественная война. Период оккупации и разрухи (1941–1944 гг.)	19
1.3. Послевоенное восстановление Центрального ботанического сада. Расцвет и период стабильного развития (1944–1991 гг.)	22
1.4. Адаптация учреждения к новым социально-экономическим условиям и период крупномасштабной реконструкции (1992–2012 гг.)	38
1.5. Центральный ботанический сад НАН Беларуси сегодня: структура, достижения, перспективы	41
Глава 2. Интродукция полезных травянистых растений в условиях Беларуси (Титок В. В., Кухарева Л. В., Ярошевич М. И., Лобан С. Е., Тычина И. Н., Гавриленко Т. К., Гиль Т. В., Савич И. М., Торчик С. П., Кот А. А., Аношенко Б. Ю.).....	52
2.1. Пряно-ароматические и лекарственные растения.....	52
2.2. Редкие и исчезающие виды растений флоры Беларуси	61
2.3. Кормовые растения.....	63
2.4. Биоэнергетические растения.....	68
Глава 3. Генофонд цветочно-декоративных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси: состав, изучение и использование (Володько И. К., Лунина Н. М., Белоусова Н. Л., Завадская Л. В., Гулис А. Л.).....	71
3.1. Состав генофонда.....	71
3.2. Формирование коллекции дикорастущих растений флоры Беларуси	75
3.3. Сравнительная сортооценка цветочно-декоративных культур промышленного ассортимента	76
3.4. Изучение онтогенеза интродуцированных растений.....	80
3.5. Эколого-биологические особенности интродуцентов.....	83
3.6. Методика оценки состояния ботанических коллекций.....	84
3.7. Культурная флора декоративных травянистых растений Беларуси.....	88
3.8. Селекционное улучшение интродуцированных растений	91
3.9. Практическое использование генофонда.....	92
Глава 4. Интродукция и сохранение генофонда тропических и субтропических растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси (Гетко Н. В., Чертович В. Н., Алехна А. И., Кабушева И. Н., Корнеева Г. И.).....	94
4.1. Папоротникообразные (Pteridophyta).....	95
4.2. Коллекция цитрусовых культур	96

4.3. Мониторинг ритмов роста и развития тропических и субтропических растений в условиях оранжерей ЦБС НАН Беларуси	98
4.4. Орхидеи ЦБС НАН Беларуси: исследования анатомической структуры вегетативных и генеративных органов гибридных форм <i>Phalaenopsis</i> Blume (Orchidaceae Juss.)..	106
Глава 5. Старинные парки Беларуси: состояние, перспективы использования (Гаранович И. М., Рудевич М. Н., Булыко С. Е., Котов А. А.)	115
Глава 6. Формирование ассортимента садовых форм хвойных в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (Торчик В. И.)	134
Глава 7. Культуры нетрадиционного плодоводства в коллекциях Центрального ботанического сада НАН Беларуси (Павловский Н. Н., Курлович Т. В.)	146
7.1. Брусника обыкновенная	146
7.2. Голубика высокорослая	153
7.3. Клюква крупноплодная	158
Глава 8. Роль внутривидовой изменчивости облепихи крушиновидной при интродукции в Беларуси (Гаранович И. М., Шпитальная Т. В.)	163
8.1. Внутривидовая изменчивость облепихи и ее адаптивный потенциал	164
8.2. Фенологический спектр	165
8.3. Сезонная динамика роста побегов	166
8.4. Морфологические особенности климатипов облепихи	170
8.5. Полиморфизм климатипов по форме листовых пластинок	173
8.6. Биологические особенности семян облепихи	176
8.7. Биоморфологические особенности семян облепихи	178
Глава 9. Формирование популяций патогенов и фитофагов интродуцированных декоративных растений в городских насаждениях Республики Беларусь (Тимофеева В. А., Дишук Н. Г., Войчило Н. В., Линник Л. И., Головченко Л. А.)	184
9.1. Болезни древесно-кустарниковых растений	185
9.2. Видовой состав возбудителей болезней цветочных культур	192
9.3. Видовой состав вредителей древесно-кустарниковых растений	200
9.4. Видовой состав вредителей цветочных культур	204
9.5. Фитосанитарное состояние кустарниковых растений	205
Глава 10. Актуальные вопросы индустриальной экологии и рационального природопользования (Яковлев А. П., Сидорович Е. А., Булавко Г. И., Николайчук А. М., Арабей Н. М., Шобанова И. А.)	208
Глава 11. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе культивирования видов семейства <i>Ericaceae</i> (Рупасова Ж. А., Яковлев А. П.)	222
Глава 12. Итоги исследований биохимического состава плодов видов семейства <i>Ericaceae</i> при интродукции в условиях Беларуси (Рупасова Ж. А., Василевская Т. И., Варавина Н. П., Криницкая Н. Б.)	237
Глава 13. Клональное микроразмножение интродуцированных растений: от теории к практике (Кутас Е. Н.)	252

Глава 14. Сохранение биологического разнообразия растений в культуре ткани <i>in vitro</i> и его рациональное использование (Фоменко Т. И., Решетников В. Н., Бердичевец Л. Г., Филипня В. Л., Мазур Т. В., Брель Н. Г., Козлова О. Н., Вайновская И. Ф., Чумакова И. М., Горбацевич В. И.).....	265
14.1. Декоративные культуры в коллекции растений <i>in vitro</i>	265
14.2. Редкие и исчезающие виды в коллекции растений <i>in vitro</i>	269
14.3. Лекарственные растения в коллекции культур <i>in vitro</i>	270
14.4. Хозяйственно ценные растения рода <i>Vaccinium</i> L. в коллекции растений <i>in vitro</i>	275
Глава 15. Молекулярные маркеры в таксономии, систематике, метаболом-направленной селекции генетических ресурсов ботанических садов (Спиридович Е. В., Власова А. Б., Гончарова Л. В., Юхимук А. Н., Зубарев А. В.)	277
Глава 16. Биологически активные вещества:эфирные масла растений семейства <i>Pinaceae</i> (Шутова А. Г., Спиридович Е. В., Курченко В. П.)	292
Глава 17. Геномика, протеомика и генетическая инженерия растений: перспективы практического использования (Решетников В. Н., Спиридович Е. В., Кузовкова А. А., Чижик О. В., Фоменко Т. И., Филипня В. Л.).....	298
17.1. Геномика растений	298
17.2. Общая протеомика растений.....	299
17.2.1. Протеомные исследования клеточных ядер растений	300
17.2.2. Протеомные исследования хлоропластов растений	303
17.2.3. Прикладные исследования протеома растений	304
17.3. Генетическая инженерия растений.....	306
17.3.1. Генетическая трансформация гиацинта восточного.....	307
17.3.2. Генетическая трансформация брусники обыкновенной	308
17.3.3. Генетическая трансформация клюквы крупноплодной	309
17.3.4. Генетическая трансформация голубики высокой	310
17.3.5. Генетическая трансформация клевера лугового.....	310
17.3.6. Создание опытного поля для испытаний трансгенных растений	312
17.3.7. Биохимия и физиология трансгенных растений.....	312
Глава 18. Биохимические основы создания современных технологий переработки сельскохозяйственной продукции (Паромчик И. И., Решетников В. Н., Войцеховская Е. А., Скачков Е. Н., Сергеенко Н. В.)	314
Литература	322

Научное издание

Титок Владимир Владимирович,
Володько Иван Казимирович,
Лунина Наталья Михайловна и др.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД НАН БЕЛАРУСИ:
Сохранение, изучение и использование
биоразнообразия мировой флоры

Редактор *О. Н. Пручковская*
Художественный редактор *Т. Д. Царева*
Технический редактор *М. В. Савицкая*
Компьютерная верстка *О. А. Толстая*

Подписано в печать 12.06.2012. Формат 70×100^{1/16}. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 28,3+2,6 вкл. Уч.-изд. л. 28,0. Тираж 300 экз. Заказ 111.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».
ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.