

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА ДИКORACТУЩИХ РАСТЕНИЙ
(на примере диких плодовых)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ (на примере диких плодовых)



Empowered lives.
Resilient nations.

Программа развития ООН в Казахстане
г. Астана, 010000, ул. Бокей хана, 26
Тел: +7 (7172) 592 550
www.undp.kz



*Empowered lives.
Resilient nations.*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ (на примере диких плодовых)



GEF UNDP Kazakhstan
Mountain AgroBio Project

АЛМАТЫ 2011

УДК 58
ББК 41.8
С 56

Современные методы и международный опыт сохранения генофонда дикорастущих растений (на примере диких плодовых). - Алматы, 2011. - 188 с., 23 ил.

ISBN 978-601-7032-20-3

Рецензент: Паутова И.А., к.б.н.

Над книгой работали ученые и специалисты, представляющие научные коллективы разных стран. Ее авторами являются:

Алексанян С.М., д.б.н.; Пономаренко В.В., д.б.н.; Бурмистров Л.А., к.б.н.; Смекалова Т.Н., к.б.н.; Сорокин А.А., к.б.н.; Шлявас А.В. (Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова РАСХН, Россия);

Седов Е.Н., д.б.н., профессор, академик РАСХН (Всероссийский НИИ селекции плодовых культур РАСХН, Россия);

Горбунов Ю.Н., д.б.н. (Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Россия);
Долгих С.Г., к.б.н.; Харламова Т.А., к.с.-х.н. (Казахский НИИ пловодства и виноградарства АО «Казагроинновация» МОН РК, Казахстан);

Ткаченко К.Г., к.б.н.; Фирсов Г.А., к.б.н. (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Россия);
Упелник В.П., к.б.н. (Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Россия);

Раузин Е.Г., д.с.-х.н.; Мищенко А.Б., к.с.-х.н.; Родионов А.М. (Проект Правительства РК/ГЭФ/ПРООН «Сохранение in situ горного агробιοразнообразия в Казахстане», Казахстан);
Maxted N., School of Biosciences, University of Birmingham, UK

Технический помощник: Трифонова В.А.

Ответственные за разделы книги: Пономаренко В.В. (разделы 1,2); Алексанян С.М. (раздел 3); Смекалова Т.Н. (разделы 4, 5); Горбунов Ю.Н.(раздел 6,8); Раузин Е.Г. (введение, разделы 7,8);

Редакционная группа: Раузин Е.Г. (общая редакция), Карибаева К.Н., Мищенко А.Б., Родионов А.М., Вальдшмит Л.И.

ISBN 978-601-7032-20-3

Взгляды, представленные в данной публикации, принадлежат авторам и необязательно отражают мнение Программы развития ООН.

© Программа развития ООН в Казахстане, 2011.
Все права защищены.



*Empowered lives.
Resilient nations.*

Программа развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) - глобальная сеть ООН в области развития, выступающая за позитивные изменения в жизни людей путем предоставления странам-участницам доступа к источникам знаний, опыта и ресурсов. Мы работаем на территории 166 стран, оказывая им содействие в поиске решений глобальных и национальных проблем в области развития. В процессе развития своего потенциала страны используют опыт и знания персонала ПРООН и широкого круга ее партнеров.



Глобальный Экологический Фонд (ГЭФ), объединяющий 182 страны, в партнерстве с международными организациями, гражданским обществом и частным бизнесом предоставляет гранты развивающимся странам и странам с переходной экономикой для совместного решения местных, национальных и глобальных экологических проблем с целью достижения устойчивого развития во всем мире. Созданный в 1991 году, в настоящее время ГЭФ является крупнейшей общественной донорской организацией, деятельность которой направлена на улучшение глобальной экологии и поддержавшей более 2700 проектов. <http://www.thegef.org>

ABSTRACT

In spite of the serious efforts made by the global community to preserve plant resources of our planet the conservation problem remains highly acute. According to experts, by mid-21st century (should no more efficient measures be taken) the share of lost plant species on Earth can reach 60% (currently, it makes up over 30%). Considering the fact that all plant species are unique and invaluable, their loss does not only deprive the human generations to come of their legitimate right to enjoy the same biodiversity as the preceding ones but also leads to catastrophic consequences on Earth. That is why conservation of biodiversity on our planet is a major international issue today. This book offers a comprehensive review of all key aspects of the problem – from the origination, evolution and identifying progenitors of cultivated plants to modern theories, methods and models of plant resources conservation. As exemplified by wild-growing fruit plants reckoned among the most valuable plant communities on Earth, the book describes an extensive international (26 countries) and national experience of in-situ and ex-situ conservation of the richest gene pool of plants. Also, the book pays special attention to the international legal framework for conservation and use of plant genetic resources and to practical ways of preserving fruit plant gene pool. The book consists of 188 pages and contains a preface, introduction, and eight main chapters. The list of references has 444 titles, including 288 sources in foreign languages. The book is intended for research scientists, lecturers and students of biology and ecology, as well as numerous nature conservation officers.

АННОТАЦИЯ

Несмотря на серьёзные усилия мирового сообщества по сохранению растительных ресурсов нашей планеты, данная проблема продолжает оставаться очень острой. По прогнозам экспертов, к середине 21 века (если не предпринять более эффективных мер) доля утраченных видов растений на Земле может достичь 60% (в настоящий момент она составляет более 30%). Учитывая, что все виды растений являются уникальными и бесценными, их исчезновение не только лишает будущие поколения людей законного права на жизнь в условиях такого же биоразнообразия, как и предыдущие, но и ведёт к катастрофическим последствиям на земле. Поэтому сохранение биоразнообразия на нашей планете является в настоящее время важнейшей международной проблемой. В предлагаемой вниманию читателей книге в комплексе рассматриваются все ключевые аспекты данной проблемы – от возникновения, эволюции и выявления предков культурных растений до современных теорий, методов и моделей сохранения растительных ресурсов. На примере дикорастущих фруктовых растений, относимых к категории одних из наиболее ценных растительных сообществ на земле, описывается обширный международный (26 стран) и национальный опыт сохранения *in-situ* и *ex-situ* богатейшего генофонда растений. Особое внимание в книге уделяется международной правовой основе сохранения и использования генетических ресурсов растений, а также практическим способам сохранения генофонда плодовых растений. Книга состоит из 188 страниц и содержит предисловие, введение и 8 основных глав. Список использованной литературы включает в общей сложности 444 источника, в том числе 288 на иностранных языках. Книга рассчитана на научных сотрудников, преподавателей и студентов биологического и экологического профиля, а также на специалистов природоохранной области.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
От авторов	10
Введение	11
1. Возникновение, эволюция и филогения растений (на примере рода <i>Malus</i> Mill.)	14
2. Дикорастущие виды как прародители культурных растений (на примере вида <i>M. domestica</i> Borkh.)	23
3. Международная правовая база сохранения и управления генетическими ресурсами растений	32
4. Современные теории, методики и модели сохранения генетических ресурсов растений	41
4.1. Разнообразие растений в концепции биологического разнообразия	41
4.2. Методические подходы к сохранению растительного разнообразия	42
4.3. Мониторинг растительного разнообразия	46
4.4. Механизм сохранения растительного разнообразия	48
4.5. Сохранение внутривидового генетического разнообразия растений	49
4.6. Методы оценки генетической изменчивости	51
4.7. Модели сохранения генетических ресурсов растений как компонента растительных ресурсов	52
5. Стратегия сохранения генетических ресурсов растений (на примере России и Казахстана)	62
5.1. Подходы к сохранению диких родичей культурных растений Казахстана	69
6. Реинтродукция растений	73
7. Опыт сохранения и использования видов дикоплодовых растений на различных континентах и в отдельных странах	78
7.1. Центральная Азия	78
7.2. Россия	87
7.3. Китай	100
7.4. Индия	108
7.5. Юго-Восточная Азия	111

7.6.	Австралия	112
7.7.	Центральная и Южная Африка	113
7.8.	Южная Америка	116
7.9.	Центральная Европа	117
7.10.	Прочие страны	120
7.11.	Северная Америка	121
8.	Практические рекомендации по сохранению природного генетического разнообразия диких плодовых растений в Республике Казахстан (на примере яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного) .	132
8.1.	Основные принципы и подходы при создании резерватов генетических ресурсов и живых коллекций природных генотипов яблони и абрикоса	132
8.2.	Отбор природных генотипов яблони и абрикоса для закрепления их в коллекционных насаждениях	136
8.3.	Выращивание посадочного материала яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного	139
8.3.1.	Размножение семенами	139
8.3.2.	Клональное микроразмножение	142
8.3.3.	Размножение зелеными и одревесневшими черенками	143
8.3.4.	Размножение укоренением корневых черенков яблони Сиверса	143
8.3.5.	Размножение способом прививки корневыми черенками и щитками	146
8.4.	Создание живой коллекции яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного способом прививки (окулировки и копулировки)	148
8.5.	Реинтродукция ценопопуляций яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного	149
8.6.	Генетическая оценка структуры популяции	151
8.6.1.	Методика взятия образцов для генетической идентификации	155
	Словарь использованных терминов	157
	Литература	160

ПРЕДИСЛОВИЕ



Сохранение растительных ресурсов является одной из важнейших планетарных задач. Однако, несмотря на серьезные усилия мирового сообщества, в целом эта проблема по-прежнему остается острой. Если за прошедшие века на земле было утрачено около 30% видового состава растений, то, по прогнозам специалистов, к середине 21 века (если не принять действенных мер) этот показатель может достигнуть 60 %. Даже в самых богатых и развитых странах мира доля территорий, где ведется охрана ценных и находящихся под угрозой исчезновения растений, не превышает 10% (при среднем мировом

уровне около 3%). На остальных территориях (90% и более) сохранение растений не обеспечивается.

Особую тревогу вызывает тот факт, что утрата видов растений влечет за собой не только обеднение растительного мира планеты, но и безвозвратную потерю его ценнейшего генофонда. В частности, только в Казахстане являются редкими и находятся под угрозой исчезновения 387 видов растений. Вместе с тем, каждый из этих видов уникален, неповторим и бесценен, а потеря его лишает последующие поколения людей законного права обладать тем же биоразнообразием, что и предыдущие.

Учитывая, что современный процесс утраты видов и их местообитаний обусловлен, главным образом, деятельностью человека, то и ответные действия по сохранению биоразнообразия может и обязан осуществить только человек и общество в целом. Как показывают опросы общественного мнения, проведенные во многих странах (США, Канада, государства Центральной Европы и др.) люди предпочитают всем другим программам (даже военным и космическим) программы сохранения природного комплекса (растительного и животного мира, ландшафтов, озер, рек и пр.). Не случайно жители США оценивают создание в стране национальных парков, сохраняющих этот комплекс, как самую лучшую идею за всю ее историю. Многие государства приравнивают ценные виды диких растений и животных, имеющих на их территории, к «коренным жителям страны» и требуют к ним соответствующего отношения. Более того, выдающимся прародителям многих культурных растений и животных ставятся памятники.

Принимая во внимание важность и общественную значимость проблемы, такие страны как США, Канада, государства Центральной Европы и др., в последние десятилетия выделяют на сохранение экологии и природного биоразнообразия бюджеты, сопоставимые с военными, и добиваются в этом деле удивительных результатов. За сравнительно короткий период (20-25 лет) восстанавливаются чистота рек и озер, растительный и животный мир, создаются новые уникальные охраняемые территории, где миллионы посетителей могут сами убедиться в результативности этой работы и выделяемых на нее средств.

Неоценимое значение для сохранения на Земле генофонда диких и культурных видов растений и животных, а также многих других биологических организмов имеет создание во многих странах национальных генетических банков, насчитывающих десятки и сотни тысяч генотипов. Ценность этих генетических банков с каждым годом все более и более возрастает.

Особый интерес составляют дикие растения, являющиеся родичами культурных растений и относимые к группе агробиоразнообразия. Они содержат ценнейший генофонд, важный для обеспечения продовольственной безопасности как на национальном, так и глобальном уровне. В современном Казахстане наиболее значимыми представителями этой группы растений являются дикорастущие плодовые виды: яблоня Сиверса и абрикос обыкновенный, образующие дикоплодовые леса на юге и юго-востоке страны. Согласно результатам исследований ведущих ученых ряда стран установлена их генетическая связь со множеством садовых сортов, культивируемых в мире. И это дает основание предположить, что они являются прародителями этих многочисленных садовых сортов.-

Правительством Казахстана предпринимаются меры для сохранения этих уникальных дикоплодовых лесов: совершенствуются законодательство, управление и финансовые механизмы, организуются новые особо охраняемые территории. Определенную помощь в этом оказывают и международные организации. В частности, при технической поддержке Программы развития ООН здесь осуществляется проект Глобального Экологического Фонда «Сохранение *in situ* горного агробиоразнообразия в Казахстане», предусматривающий разработку долгосрочной стратегии сохранения и устойчивого использования ресурсов агробиоразнообразия.

В предлагаемой для читателя книге поэтапно рассматриваются важнейшие аспекты проблемы сохранения агробиоразнообразия и предлагаются современные научные и практические подходы к комплексному решению этих вопросов. Ее авторы – ученые и спе-

циалисты, работающие многие годы в этой области в разных научных коллективах и странах, хорошо знают эти проблемы и подробно излагают в книге современные пути их решения.

Эта книга будет полезна большому кругу специалистов, работающих в области сохранения природы и природного биоразнообразия. Особый интерес она также вызовет у специалистов, занимающихся проблемами сохранения генофонда диких и культурных растений.

Комитет лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан выражает глубокую признательность международному коллективу авторов и надеется, что издание будет востребовано широкой аудиторией ученых и специалистов, занимающихся вопросами сохранения и восстановления генетических ресурсов растений в Казахстане и за его пределами.



Ерлан Нысанбаев

*Председатель Комитета лесного и охотничьего хозяйства
Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан*

ОТ АВТОРОВ

Научные исследования в области сохранения биоразнообразия и его генетического потенциала насчитывают чуть более 100 лет. Однако они очень бурно развиваются, особенно в последние десятилетия. Это связано, прежде всего, с необходимостью быстрого реагирования на постоянно возрастающее отрицательное влияние антропогенных факторов на состояние биоресурсов и их генофонда. Появились новые достаточно эффективные научные и практические подходы к решению разносторонних вопросов этой важнейшей проблемы. К сожалению, многочисленные публикации по различным аспектам сохранения растительного разнообразия представлены, в основном, в разрозненных изданиях многих стран мира и на разных языках, что делает их доступными только узкому кругу специалистов. Кроме того, они рассматривают хоть и важные, но отдельные вопросы, не охватывая всех аспектов проблемы. Поэтому в нашей работе мы попытались обобщить имеющийся в мире богатый научный и практический опыт по сохранению растительных ресурсов и рассмотреть в ней весь комплекс связанных с этим разносторонних проблем. Ее авторы являются специалистами разного профиля и длительный период работают по изучаемой проблеме в различных научных и научно-производственных коллективах разных стран. Помимо общей идеи авторов объединяло и то обстоятельство, что решая в наших коллективах различные аспекты проблемы, мы, во многих случаях, использовали в качестве объектов исследований дикорастущие виды плодовых растений и, прежде всего, яблоню. Именно поэтому на примере этой культуры мы рассматриваем многие современные подходы, а также научные и практические решения различных вопросов сохранения генетических ресурсов растений. Большое внимание в книге уделяется также накопленному опыту сохранения и использования дикорастущих плодовых растений на различных континентах и в ряде (26) стран мира. Надеемся, что книга более всего будет полезна научным работникам, преподавателям и студентам биологического и экологического профиля, а также многим практическим работникам, осуществляющим природоохранную деятельность.

Выражаем большую признательность ученым Великобритании – Juniper В.Е., Mallerlex D., Morgan J., Richard, S.; Германии- Geibel M.; Канады – Dickenson E.; Новой Зеландии – Bus V.; США –Aldwinckle H., Forsline Ph., Henk a., Hokahson S., Lamboy W., Ludy J., Lookwood D., Miller D., Reeves P., Reilley A., Richards C., Yu J., Volk G., Weeden N., и др., а также Национальной сельскохозяйственной библиотеке США (г. Бостон) за любезное предоставление копий некоторых научных работ. Особая благодарность Представительству ООН в Казахстане за помощь в издании книги.

ВВЕДЕНИЕ

Естественные леса дикорастущих плодовых растений, произрастающие на нашей планете, по своим масштабам, уникальности, генетическому потенциалу, научной и практической значимости могут быть отнесены к категории одних из самых ценных растительных сообществ. От появления человека на Земле и до сегодняшнего дня они неизменно играли и играют важнейшую роль в его жизни. Вначале плоды и ягоды были единственным источником растительной пищи для человека, а с появлением первых земледельческих очагов и до наших дней – источниками генетического материала при введении растений в культуру. За многовековую историю развития человечества можно привести многочисленные примеры, когда использование дикорастущих растений в культуре приводило к коренному улучшению продовольственного обеспечения населения многих стран мира (Раузин, 2007). Плоды – уникальные продукты питания, так как в отличие от большинства вегетативных органов растений как бы «предназначены» для поедания их человеком или животными, прошли своеобразный биологический фильтр и содержат сбалансированный состав разнообразных биологически активных веществ (Стрельцина и др., 2007).

Плодовые растения (сочноплодные и твердоплодные) имеют важное экономическое значение в большинстве стран мира. Они включают группы: *семечковых* (яблоня, груша, айва и др.), *косточковых* (персик, слива, абрикос, вишня, черешня и др.), *ягодных* (виноград, земляника, смородина, малина, ежевика, крыжовник и др.), *субтропических* (цитрусовые, инжир, гранат, хурма и др.), *тропических* (банан, манго, ананас, дынное дерево и др.) и *орехоплодных* (миндаль, орех, лещина и др.). В целом экономически значимыми считаются около 30-40 плодовых растений (В. Л. Витковский, 2003). Такие культуры, как земляника, цитрусовые, банан, яблоня вошли в перечень культур, на которые распространяется многосторонняя система международного договора ФАО по генетическим ресурсам растений, что говорит о признании их важности в обеспечении продовольственной безопасности человечества (С. М. Алексанян, 2003).

Ежегодно в мире собирают более 300 млн. т плодов сочноплодных и твердоплодных плодовых растений. За последние десятилетия производство плодов этих культур увеличилось более чем в 1,5 раза и эта тенденция устойчиво сохраняется. Больше всего в мире собирают плодов цитрусовых культур и банана (ежегодно по 65-70 млн. т), 55-60 млн. т составляют сборы ягод винограда, 35-40 млн. т – плодов яблони, около 15 млн. т – плодов манго. На долю этих культур приходится 2/3

мирового сбора сочноплодных и твердоплодных плодовых растений. По 8-10 млн. т плодов ежегодно дают насаждения груши, персика и ананаса, по 5-7 млн. т – сливы, по 3-4 млн. т – папайи, по 2-2,5 млн. т – земляники и абрикоса, 0,5-1 млн. т – других плодовых культур.

Наибольшее количество плодов собирают в странах Азии (около 27% от мирового сбора). Велика доля в этом отношении стран Европы (23%). Почти треть мировых сборов приходится на страны Америки (страны Южной Америки дают около 17% мировых сборов, а Северной и Центральной Америки – 15%). Менее значительна роль в этом отношении стран Африки (более 12%) и совсем мала – Австралии, Новой Зеландии и стран Океании (менее 1,5%). Около 5% мировых сборов приходится на долю бывшего СССР (В. Л. Витковский, 2003).

Таким образом, роль растительных ресурсов плодовых культур в современном мире все более возрастает, и это предъявляет повышенные требования как к их использованию, так и к сохранению для будущих поколений.

В связи с этим очень важны проблемы сохранения и рационального использования диких родичей культурных растений, исключительно ценных для селекции, поскольку успех селекционеров в создании улучшенных сортов, в том числе и плодовых культур, базируется на возможности широкого выбора необходимого исходного материала из дикорастущих форм (В.Л.Витковский, 2003). В частности, только за счет введения в культуру сортов яблони типа Голден делишес, прародителями которых является дикая яблоня, позволило за короткий срок (25 лет) увеличить мировое производство яблок более чем в 2 раза, доведя его до 50-55 тонн в год.

XX век продемонстрировал яркие примеры, когда малоизвестное растение на глазах одного поколения становилось промышленно значимой культурой. Самый яркий из них – история актинидии (*Actinidia delishiosa*), больше известной как киви.

Еще в начале XX века киви было дикорастущим растением флоры Китая. В результате успешного отбора ее диких форм и селекционной работы эта культура в 70-х годах прошлого столетия получила широкое развитие в Новой Зеландии, а концу XX века стала важнейшей культурой в странах Европы, Южной Америки, Китае и других, с ежегодным производством более 1 млн. т., что превосходит производство традиционных культур – малины, смородины, и приближается к производству земляники и абрикоса (World Kiwifruit Review, 1998). Культуры голубики, клюквы, облепихи, ирги, жимолости и др. также заняли значительный удельный вес в ряде стран (США, Канада и др.). Индустрия промышленного производства и переработки этих культур продолжает стремительно развиваться (Раузин, 2007).

Однако, несмотря на огромную ценность дикоплодовых растений, за последние десятилетия на Земле повсеместно отмечается катастрофическое сокращение их ареалов, обеднение видового состава и деградация природных плодовых лесов. Это грозит не только утратой генофонда дикоплодовых растений, но и потерей многих видов, являющихся неотъемлемой частью лесных сообществ. Поскольку генетическое богатство нашей планеты повсеместно находится под угрозой быстрого уничтожения, сохранение дикорастущих родичей культурных растений становится проблемой международного масштаба. Понимая это, многие страны мира разрабатывают Национальные программы сохранения генетических ресурсов растений и включают эту работу в перечень важнейших стратегических приоритетов своих стран (наряду с программами продовольственной, экологической безопасности и др.) Важнейшее значение в осуществлении мероприятий по сохранению генетических ресурсов имеет использование накопленного международного опыта по этому вопросу.

Учитывая это, впервые в мировой практике предпринята попытка обобщить опыт многих стран мира по теоретическим и практическим вопросам сохранения генофонда дикоплодовых растений, а также по приемам восстановления естественных дикоплодовых лесов. На основании обобщения опыта вносятся конкретные предложения по его широкому использованию.

При подготовке данной монографии было проанализировано более 440 научных работ, опубликованных, в основном, за последние 15-25 лет. Изучались так же материалы международных научно-практических конференций по данной проблеме. Рассматриваемые публикации охватывают 26 стран мира и все основные континенты – Евразию, Америку, Африку, Австралию. Наибольшее число публикаций принадлежит России, Китаю, Казахстану, США, Канаде, Великобритании, Южно-Африканским странам, Индии, Германии и др.

В тексте приняты следующие сокращения:

БД – базы данных; БР – биоразнообразие; БХР – биохорологическое разнообразие; ГРР – генетические ресурсы растений; ГПД – глобальный план действий; ДРКР – дикие родичи культурных растений; ДПР – дикорастущие полезные растения; КР – культурные растения; ЛФ – локальная флора; н.у.м. – над уровнем моря; ОТДМФ – общая теория дифференцированной мобилизации генофонда; РР – разнообразие растений.

I. ВОЗНИКНОВЕНИЕ, ЭВОЛЮЦИЯ И ФИЛОГЕНИЯ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОДА *MALUS* MILL.)

Покрытосеменные (цветковые) растения, к которым относятся и плодовые культуры, получили широкое распространение на земле в меловом периоде. Предполагается, что первыми из них были деревья, затем появились полукустарники и кустарники, а позже травы. В процессе длительной эволюции некоторые виды растений в конечном итоге явились прародителями ныне широко известных культивируемых растений. Поэтому вопросы происхождения и эволюции культурных растений, а также выявление их прямых прародителей – диких видов, имеют большую научную и практическую ценность, в особенности, с точки зрения оценки их генофонда и стратегии сохранения генетических ресурсов этих растений. Учитывая это, предпринята попытка рассмотреть эти вопросы на примере ведущей плодовой культуры – яблони. Используемые подходы могут быть применимы для проведения подобных разработок по другим видам культурных растений.

Многие ученые, изучавшие вопросы эволюции и филогении розоцветных (Пономаренко, 1978; Лангенфельд, 1991; Камелин, 2006; Juniper, 2006; и др.), отмечают, что первичные яблони, положившие начало эволюции этого рода, появились около 70 млн. лет назад. Предполагается, что эти яблони были типичными горными растениями, представленными изолированными популяциями, с характерными для них процессами формообразования и быстрыми темпами эволюции (Н.И. Вавилов, 1927). Соприкосновение малых локальных популяций (с неизбежным при этом процессом перекрестного опыления) приводило к созданию новых форм растений и дальнейшей эволюции рода. Не случайно Н.И. Вавилов (1929) называл горы «своеобразными лабораториями, создающими разнообразие форм растений». На исторический процесс образования видов рода *Malus* особенно благоприятно сказались гигантские горно-образовательные процессы, произошедшие в конце мелового и в начале третичного периодов. Появились такие горные системы как Пиренеи, Альпы, Балканы, Кавказ, Памир, Тянь-Шань, Гималаи и др., которые протянулись до Китая. Из-за трансгрессии океана сильно изменились очертания древнего материка. Отделилась Америка, где оказались некоторые формы третичных яблонь, положивших впоследствии начало развития самостоятельной ветви североамериканских яблонь. Заметное похолодание климата, характерное для конца третичного периода, ускорило дифференциацию третичных яблонь. Появились популяции, сформировавшиеся в условиях умеренного климата, которые положили начало образованию и развитию нескольких самостоятель-

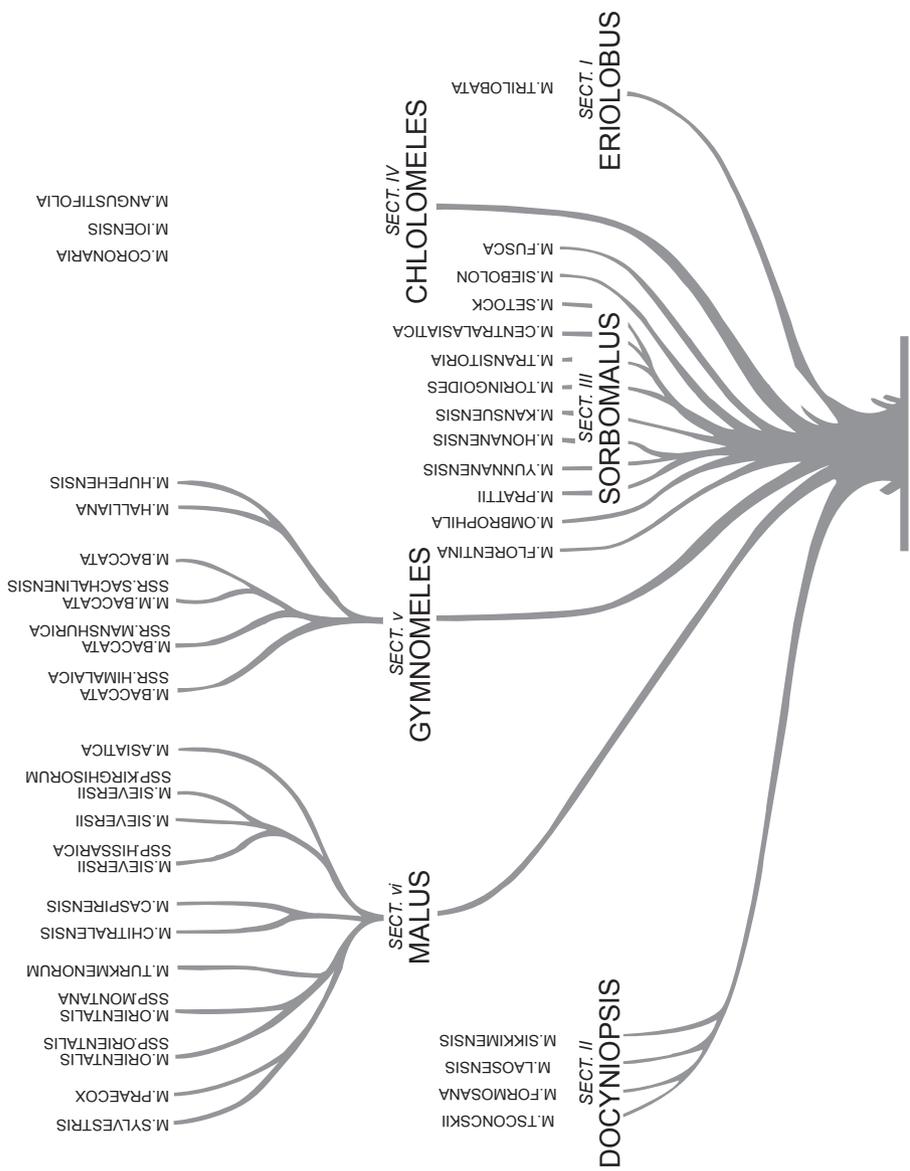


Схема 1. Филогенетические отношения в роде *Malus* (по Лангенфельд, 1991)

ных линий рода *Malus*. Первым описал род *Malus* и указал на его самостоятельность Миллер (Miller, 1768). В дальнейшем большой вклад в систематику яблонь внес А.Редер (Rehder, 1927, 1949). Он подразделил род *Malus* на 5 секций: *Eumalus* Zbl. (настоящие яблони), *Sorbomalus* Zbl. (рябиновидные), *Chloromeles* (Decne.) Rehd. (зеленоплодные), *Eriolobus* Schneid. (пушиstopлодные) и *Docyniopsis* Schneid. (донцевидные). Для построения своей системы Редер использовал важнейшие морфологические признаки вегетативных и генеративных органов: цельность или лопастность листьев, их положение в почкосложении (свернутые или сложенные), строение цветка, опадающие или остающиеся на плодах чашелистики, наличие или отсутствие каменистых клеток в мякоти и др. По его системе род *Malus* состоит из 25 видов. В результате более детальной разработки системы рода *Malus* уточнялись состав и структура рода.

По исследованиям И.Т. Васильченко (1963), Ф.Х. Бахтеева (1970) и др., одним из центров происхождения и видового разнообразия рода *Malus* следует считать Китай. Там произрастает 20 видов, в то время как в Японии – 6 видов, в Западной Европе – 4 вида, на Северо-Американском континенте, в странах Передней и Центральной Азии – также по 4 вида.

Р.В.Камелин, разработавший новую оригинальную систему семейства *Rosaceae*, и представивший разработки к филеме семейства (Камелин, 2006), отмечает, что представители семейства распространены на всех континентах и на части островов Мирового океана. Эволюция отдельных групп семейства, в том числе – подсем. *Maloideae* Weber, по мнению автора, шла, скорее всего, сетчато, значительную роль при этом играла гибридизация. Род *Malus*, согласно этой системе, входит в состав трибы *Maleae* Weber, подтрибы *Maleinae* и включает 55 видов, в том числе ряд видов, возникших в культуре.

Известный систематик и специалист по филогении яблони В.Т. Лангенфельд (1991) выделяет в роде *Malus* шесть самостоятельных секций (схема 1).

К секции *Eriolobus* (яблони пушиstopлодные) он относит один из древнейших видов *M. trilobata* (Labill.) Schneid. Эта яблоня ранее была широко распространена вдоль южных берегов Средиземноморья, попала в Переднюю и Малую Азию, а также на Кавказ и Балканы. В настоящее время ее можно еще встретить на скалистых склонах среднегорной полосы Ливана, а также в некоторых частях Балканского полуострова. Здесь она является случайно сохранившимся реликтовым звеном третичных яблонь.

Вторая, не менее древняя, секция в роде *Malus* - секция *Docyniopsis* (яблони донцевидные), включает в себя 4 вида, сохранившихся до

сих пор в Азии: *M. laosensis* Chvalier – произрастает в северной части современного Лаоса, Вьетнама и в Китае (провинция Юньнань); *M. formosana* Kawak. et Koidz. – встречается на острове Тайвань и в провинции Фуцзянь; *M. tschonoskii* Schneid – на островах Кюсю, Хонсю и Хоккайдо; *M. sikkimensis* (Wenz.) Koehne – в восточной части Гималаев. Эти виды яблони являются горными растениями тропических и субтропических поясов.

К секции *Sorbomalus* отнесена большая группа рябиновидных (бурых) яблонь. Одни исследователи (Скибинская, 1966) считают, что эти виды по родству являются близкими к ягодной яблоне, другие (Лангенфельд, 1991) не находят этой близости и относят их к яблоне условно, в соответствии с законом гомологических рядов Н.И. Вавилова. Вместе с тем, ученые отмечают очень медленные темпы их эволюционной изменчивости.

К секции *Chloromeles* отнесены 3 вида яблони – *M. coronaria* (L.) Mill., *M. ioensis* (Wood) Britt. и *M. angustifolia* (Ait.) Michx., которые существовали на территории нынешней Северной Америки до разъединения ее с Азией. Эти виды положили начало развитию самостоятельной ветви североамериканских яблонь. Эволюция североамериканских яблонь шла чрезвычайно быстро, что подтверждается наличием малых крупноплодных популяций, возникших на основе случайных мутаций. Это послужило причиной необоснованного описания многих локальных видов в северной Америке, число которых уже достигло семи (Пономаренко, 1978).

К секции *Gymnomeles* отнесены мелкоплодные ягодные яблони, один из очагов возникновения которых (еще в третичный период) находился в Гималаях. Здесь обособился и сохранился до сих пор без сильных изменений вид *M. himalaica* Maxim. Оледенение материка в четвертичном периоде способствовало отступлению третичных ягодных яблонь на восток Азии. В результате дальнейшей эволюции, в ходе которой отбор шёл, в основном, по признакам мелкоплодности и наличию периода глубокого зимнего покоя, выделились современные ягодные яблони – *M. sachalinensis* Juz., *M. baccata* (L.) Borkh. и *M. mandshurica* (Maxim.) Kom., достигающие пределов холодостойкости (до $-50-55^{\circ}\text{C}$).

К этой секции относится также хубейская ягодная яблоня (*M. hupehensis* (Pamp.) Rehd., обитающая в высокогорье (1000-2000 м н.у.м.) Центрального и Юго-Западного Китая и заходящая в Бирму и Индию (Assami, 1927). Другой вид ягодной яблони, – *M. halliana* (Anon.) Koehne, изучен лишь в условиях культуры в Китае и Японии и сведения о наличии дикорастущих форм этого вида требуют проверки.

К секции *Malus* относится самая крупная и наиболее полиморфная группа настоящих яблонь. Формировалась она, начиная с конца третичного периода, на огромных горных территориях Гималаев, Памира и Тянь-Шаня. Характеризуется эта группа яблонь сравнительно высокими темпами эволюции, особенно интенсивно шел отбор по крупноплодности плодов, распространению семян посредством наземных животных и способностью некоторых видов к корнеотпрысковому размножению.

Из ныне известных настоящих яблонь наиболее древними, по мнению В. Т. Лангенфельда (1991), следует считать яблоню киргизов (*M. kirghisorum* Theod. et Fed.) и имеющую с ней близкое родство яблоню Сиверса (*M. sieversii* (Ledeb.) Roem.), а также – яблоню Недзвецкого (*M. niedzwetzkyana* Dieck.). Следует отметить, что большинство современных ученых (Пономаренко 1978; Джангалиев 2002; Витковский 2003; Forsline 2003; и др.) рассматривают эти виды в составе *M. sieversii*.

Под воздействием земных процессов, изменения климата на Земле и по другим причинам к настоящему времени образовались более или менее изолированные ареалы яблони секции *Malus*: китайский – с *M. asiatica* Nakai; гималайские – с *M. caspiensis* Langenf., *M. chitzalensis* Vass. и *M. nuristanica*; среднеазиатский - с *M. sieversii*, включая разновидности *hissarica* и *kirghisorum*; Кавказский – с *M. orientalis* Uglitzk., включая subsp. *montana* и subsp. *turkmenorum* и европейский – с *M. silvestris* (L.) Mill. и *M. praecox* (Pall.) Borkh.

С системой рода *Malus* В. Т. Лангенфельда, а также с его взглядами на эволюцию яблони, ныне соглашается большинство российских ученых, в том числе В. Л. Витковский (2003), Ф. Д. Лихонос (1983), В. В. Пономаренко (2002) и др. С точки зрения В. В. Пономаренко (2009), максимальное видовое разнообразие яблони сконцентрировано в трех мировых центрах происхождения культурных растений (Вавилон, 1927) – азиатском, европейском, среднеазиатском.

Азиатский центр. Включает несколько более или менее изолированных друг от друга участков: центральноазиатский, восточносибирский, гималайский, китайский и японский. Род *Malus* здесь объединяет наибольшее количество и разнообразие видов нескольких секций: sect. *Malus* – яблоня Сиверса – *M. sieversii* с большим разнообразием ее форм и разновидностей; sect. *Baccatamalus* – яблоня сибирская – *M. baccata*; яблоня сиккимская – *M. sikkimensis* (Wenzig) Koehne; sect. *Sorbomalus* – яблоня хэнаньская – *M. honanensis* Rehd.; яблоня ганьсуйская – *M. kansuensis* (Batal.) Schneid., яблоня переходная – *M. transitoria* (Batal.) Schneid., яблоня Зибольда – *M. sieboldii* (Regel) Rehd., sect. *Docyniopsis* – яблоня Домера – *M. doumeri* (Bois) Shev., яблоня медовая – *M. melliana* (Hand.-Mazz.) Rehd.

Европейский центр. Включает и кавказскую часть ареала. Род *Malus* здесь представлен яблоней лесной – *M. sylvestris* (L.) Mill., яблоней ранней – *M. praecox* (Pall.) Borkh. и яблоней восточной или кавказской – *M. orientalis* Uglitzk. Виды объединены в секцию *Malus*. Европейский центр по возрасту молодой, чем и объясняется его незначительное видовое разнообразие. После отступления ледника с территории Европы дикорастущая яблоня расселилась из Закавказья на запад до Испании и на север до Скандинавских стран.

Североамериканский центр. Объединяет три изолированных друг от друга участка: тихоокеанский, центральный и восточный. Род *Malus* включает виды sect. *Chloromeles* – яблоню айовскую (*M. ioensis* (Wood.) Britt.), яблоню венечную (*M. coronaria* (L.) Mill.) и яблоню узколистую (*M. angustifolia* (Ait.) Mach.), а также монотипную sect. *Sorbomalus*, включающую яблоню бурую (*M. fusca* (Rafin.) Schneid). Яблоня бурая обязана своим происхождением прежней связи материков Азии и Северной Америки. В третичную эпоху существовал между ними широкий континентальный Берингов мост, служивший своеобразным миграционным коридором для растительности.

Английские исследователи Junier E. J. и Mabberlex D. J. (2006) в книге «История яблока» предлагают объединить секции 5 и 6 в единую группу настоящих яблонь, находя между ними большое сходство. При установлении филогенетических отношений видов в системе рода *Malus* большое значение имеют признаки цветка, который в известной степени отражает путь эволюционного становления вида.

Признаки цветка яблони характеризуются наибольшей константностью по сравнению с признаками других морфологических органов растений. Цветок мало подвержен изменениям по годам и не изменяется в зависимости от разных условий произрастания. Сравнительная морфологические элементы цветков у диких видов и культурных сортов, можно в ряде случаев установить видовое происхождение сортов и использовать эти признаки при классификации. Известный ученый в этой области В.В. Пономаренко (1978) исследовал цветки и соцветия дикорастущих видов яблони, собранных в коллекциях Майкопской, Павловской и Волгоградской опытных станций ВИР. В качестве материала для исследований были взяты представители секции *Malus*: *M. sylvestris*, *M. praecox*, *M. sieversii*, *M. orientalis*, *M. tukmenorum*, *M. niedwetzkyana*; секции *Gymnomeles*: *M. baccata*, *M. manshurica*, *M. sachalinensis*; секции *Sorbomalus*: *M. sieboldii*, *M. sargentii*, *M. honanensis*, *M. kansuensis*, *M. transitoria*, *M. florentina*; секции *Chloromeles*: *M. coronaria*, *M. ioensis*, *M. angustifolia*. Установлено, что в пределах рода соцветия различаются по форме и количеству цветков. В многоцветковых соцветиях боковые цветоножки отходят

от укороченной, но еще заметной главной оси цветочного побега, а большое количество цветков на длинной цветочной оси создает форму кистевидного соцветия. У китайских яблонь в соцветии 10 цветков (*M. kansuensis*), а у *M. honanensis* встречается даже 19 цветков. В малоцветковых соцветиях (количество цветков в соцветиях не превышает 4-7 штук) боковые оси цветоножек выходят как бы из одной точки, создавая форму зонтика, так как главная цветочная ось полностью редуцирована. Такие соцветия у *M. baccata*, *M. sylvestris*, *M. orientalis* и др. Эволюция соцветий яблони шла от замены примитивного кистевидного типа к более продвинутому прогрессивному зонтиковидному типу путем редукции цветочной оси и уменьшения количества цветков.

Исследованные виды яблони по числу цветков в соцветии можно разделить на 3 группы.

1. Многоцветковые (больше 8 цветков в соцветии): *M. honanensis*, *M. kansuensis*, *M. florentina*.

2. Среднецветковые (6-7 цветков в одном соцветии): *M. sieboldii*, *M. baccata*.

3. Малоцветковые (5 и меньше цветков в одном соцветии): *M. sieversii*, *M. orientalis*, *M. coronaria*, *M. sylvestris*, *M. turkmenorum*. Выявлена зависимость – с уменьшением числа цветков в соцветии размеры плодов увеличиваются.

Большие различия в роде *Malus* наблюдаются в размерах цветка. Мелкие цветки с диаметром от 14 до 18 мм имеют *M. transitoria*, *M. honanensis*, *M. kansuensis*; крупные, с диаметром 45-50 мм – у *M. sylvestris*, *M. sachalinensis*, *M. baccata*. Диаметр цветка зависит от длины лепестков. У *M. kansuensis* лепестки длиной 6 мм, у *M. sargentii* – 13 мм, а *M. baccata* – 21 мм. По форме лепестки бывают округлые, эллиптические или продолговатые, по цвету – белые (*M. manshurica*), розоватые (*M. coronaria*) и красные (*M. niedzwetzkyana*).

Чашелистики у видов морфологически отличаются по форме, длине и ширине. По форме они широко или узкотреугольные, или треугольноланцетные, опушенные или голые, опадающие или остающиеся при плодах. Мелкие узкие чашелистики – у *M. honanensis*, *M. florentina*. Сильное опушение чашелистиков – у *M. orientalis* и *M. turkmenorum*, голые чашелистики – у *M. coronaria*, *M. baccata*, *M. honanensis*.

В эволюции цветка большие изменения претерпел пестик. В пределах рода пестик имеет различия по длине, размеру столбика, числу стилодиев и степени их срастания, а также по опушению. В цветках *M. honanensis*, *M. kansuensis*, *M. transitoria*, *M. florentina* пестик небольшой (5-8 мм), с коротким столбиком (1-3 мм); опушение отсутствует у *M. sylvestris*, *M. sieboldii*, *M. ioensis*, пестик крупный (11-17 мм), с длинным столбиком (4-8 мм).

В процессе эволюции наблюдается тенденция к срастанию стилодиев, в результате чего образуется типичный столбик. В цветках большинства видов пестик имеет пять стилодиев, а у *M. honanensis* и *M. kansuensis* пестик несет 2-3 стилодия. Для части видов характерно явление гетеростилии (разностолбчатости). У цветков одних видов пестики короче тычинок, у цветков других - с пестиками и тычинками на одном уровне, или пестики выше тычинок. В эволюционном отношении наиболее примитивными считаются цветки с короткими пестиками, а наиболее продвинутыми – цветки с высокими пестиками. Ниже приводятся различия в морфологических признаках цветка, характерных для видов рода (примитивные и прогрессивные признаки, Пономаренко, 1978, 2002).

ПРИЗНАКИ ПРИМИТИВНЫЕ	ПРИЗНАКИ ПРОГРЕССИВНЫЕ
Соцветие кистевидного типа с редуцированной главной осью	Соцветие зонтиковидного типа с полностью редуцированной главной осью
Количество цветков в соцветии 10-19	Количество цветков в соцветии 4-7
Диаметр цветка 14-21 мм	Диаметр цветка 40-50 мм
Пестик 5-7 мм высотой	Пестик 10-16 мм высотой
Столбик 1,6-3,2 мм	Столбик 4-7,9 мм
Стилодии, сросшиеся у основания	Стилодии, сросшиеся до половины и выше
Количество рылец 2-3	Количество рылец 5
Рыльца продолговатые со швом по середине	Рыльца головчатые
Пестик ниже тычинок	Пестик выше тычинок
Тычинки образуют второй и третий круг	Тычинки образуют один круг
Число семян 2-4	Число семян 5-6
Цветки частично фертильные при самоопылении	Цветки самостерильные и требуют перекрестного опыления
Цветение начинается после полного облиствления дерева	Цветение начинается до распускания листьев

Изучение процесса цветения разных видов яблони позволило обнаружить различия в распускании репродуктивных и вегетативных почек. У группы яблонь из Восточной Азии рост побегов и листьев значительно опережает наступление цветения. Цветение начинается после полного облиствления дерева. У группы европейских, кавказских и среднеазиатских яблонь развитие репродуктивных органов происходит до распускания листьев. Рост побегов до окончания цветения не происходит.

Таким образом, исследования В.В. Пономаренко (1978, 2002) показали, что виды различных секций рода *Malus* имеют значительные морфологические отличия в строении элементов цветка, изучение которых позволяет проследить пути эволюции цветка. Более примитивные, архаичные виды имеют мелкие цветки, собранные в многоцветковые соцветия, с небольшими пестиками и короткими столбиками, с 2-3 стилодиями. Наиболее примитивные виды сохранились в центральной и юго-восточной Азии. Яблони Европы, Кавказа и Восточной Сибири - молодые и эволюционно продвинутые. В процессе эволюции произошло укрупнение цветков, с уменьшением их числа в соцветии, увеличился размер пестика и столбика, возросло число стилодиев до пяти.

В дальнейшем, основываясь на этих и других материалах, мы рассмотрим вопрос о том, какие виды дикой яблони явились прародителями *M. domestica* Borkh. и участвовали в создании культурных сортов. Вопрос этот очень важный с точки зрения сохранения первичного генофонда этих видов.

2. ДИКОРАСТУЩИЕ ВИДЫ КАК ПРАРОДИТЕЛИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ВИДА *M. DOMESTICA* BORKH.)

Несмотря на огромное число видов высших растений мировой флоры, группа культурных растений относительно невелика и не превышает 3% (Hammer, 2007). Среди плодовых растений, более широко используемых человеком для своих нужд, доля окультуренных видов значительно выше, но вряд ли превышает 7- 8 %. Поэтому введение в культуру новых видов их диких родичей является ныне одним из ведущих направлений в мировом садоводстве. Существует несколько определений, под которыми разные авторы подразумевают понятие «дикие родичи культурных растений» (ДРКР). Так, О. Н. Бондаренко (1975) дает такое определение: «... виды, которые принимали, либо могут принять участие в формировании культурных растений...», тогда как М. Г. Агаев (2001) под ДРКР понимает: «популяционно-видовые системы дикорастущих родичей, находящиеся в явном эволюционно-генетическом родстве с культурными растениями. В случае когда конкретный политипичный род содержит хотя бы один культурный вид, все остальные его виды являются его дикими родичами». Т. Н. Смекалова (Смекалова и др., 2002) определяет ДРКР как: «эволюционно-генетически близкие к культурным растениям виды естественной флоры, входящие в один род с культурными растениями, введенные или потенциально пригодные для введения в культуру или использования в процессе получения новых сортов». В дальнейшем, при рассмотрении вопросов о прародителях культурных растений мы будем брать за основу это определение.

Вся история развития человечества связана с использованием дикорастущих плодовых растений (как и других растений) для собственных нужд. Несколько тысячелетий они являлись для него источниками питания (порой единственными). С появлением первых земледельческих очагов, человек стал отбирать лучшие виды и формы дикоплодовых и выращивать их рядом с жильем. К наиболее древним возделываемым культурам относятся банан, финиковые и кокосовые пальмы, манго, маслины, инжир, гранат и виноград. Большинство семечковых (в т.ч. яблоня), косточковых и орехоплодных растений вошло в культуру во I-II тыс. до н.э. Ягодные культуры стали возделывать значительно позднее: малину – в III веке, крыжовник и смородину – в средние века. К наиболее молодым культурам относятся земляника (XVIII в.), грейпфрут и мандарин (XIX в.), клюква, голубика, облепиха, арония и жимолость (XX в.). Несмотря на большое разнообразие ныне возделываемых плодовых культур, особого рассмотрения

заслуживает вопрос о происхождении и прародителях самой распространенной в мире плодовой культуры – яблони. Ныне известно более 15 тыс. сортов *M. domestica* (Пономаренко и др., 2003), что значительно превосходит сортовой состав других пород. О важности яблони в питании современного человека говорит тот факт, что она включена ФАО в список культур, составляющих основу продовольственной безопасности (Алексамян, 2003). По данным ФАО потребность в плодах яблони постоянно увеличивается, а производство растет: в 1985 г. – 38.9 млн. т.; в 1990 г. – 41 млн.т.; в 1995 г. – 50 млн.т.; в 2000 г. – 50.2 млн. т.; в 2007 – 64.2 млн. т. Продолжается также интенсивная работа по выведению новых сортов яблони, учитывающих постоянно растущие требования потребителей и производителей этой продукции. В этой связи вопрос о прародителях культурной яблони и сохранении ее первичного генофонда постоянно занимал умы многих ученых разных стран, отмечавших большие трудности в его решении. Главными проблемами являлись древность возделывания яблони, широкое географическое распространение ее во всем мире, огромное число культивируемых сортов, их большое разнообразие и хорошая скрещиваемость между видами, формами и сортами.

Оставался неизвестным регион зарождения первоначальной культуры яблони – где именно она возникла, в одном ли месте или независимо в нескольких районах земного шара. Большинство специалистов считают, что яблоня домашняя имеет полифилетическое происхождение, в ее создании участвовали несколько видов. Во времена А. Декандолля полагали, что яблоня произошла от яблони низкой – *M. pumila* Mill. В настоящее время известно, что дикорастущий *M. pumila* в природе не существует (Пономаренко, 1975).

Яблоню сибирскую – *M. baccata* (L.) Borkh. начали использовать в селекции для получения мелкоплодных, морозоустойчивых сортов только во второй половине XIX в., поэтому в происхождении основного сортимента культурной яблони она не могла участвовать (Пономаренко, 1972).

Некоторые авторы считали виды *M. sylvestris* (L.) Mill., *M. praecox* (Pall.) Borkh., *M. orientalis* Uglizk. родоначальниками *M. domestica*. Однако, несмотря на занимаемые большие территории, эти виды отличаются поразительно бедным и сравнительно однородным формовым разнообразием. Плоды их имеют кислый, терпкий, малосъедобный вкус (Пономаренко, 1997).

Межвидовые скрещивания географически отдаленных видов яблонь происходили только при участии человека, и то в сравнительно недавние времена, и поэтому не они являлись прямыми родоначальниками культурных сортов (Пономаренко, 1978).

Для определения места происхождения яблони домашней необходимо было уточнить ареалы видов, выявить формовой состав, установить центры скопления наибольшего разнообразия генотипов, наиболее близко стоящих к культурным сортам. В первичном центре формообразования культурных растений, как известно, сосредоточено наибольшее количество форм, имеющих большое число доминирующих признаков, тогда как во вторичных центрах и на периферии ареалов сосредоточены формы с преимущественно рецессивными признаками. Поэтому в природе происходит постепенное убывание доминантов от центра ареала к его периферии. Работа по выявлению прародителей культурных сортов предполагает также выявление общих морфологических и биологических признаков дикорастущих видов яблони и культурных сортов, уточнение районов возникновения сортов яблони и проверку их поведения в других местах их возделывания. Все поставленные вопросы следует решать комплексно.

Попытка решения этих сложных задач впервые была предпринята В. В. Пономаренко. Он вместе с коллегами провел 34 экспедиции по территории европейской части России, Сибири, Дальнего Востока, Кавказа и республик Центральной Азии, принял участие в 12 экспедициях по США, Западной Европе, Китаю и Корее.

Основным методом работы послужил дифференциальный ботанико-географический метод, разработанный Н. И. Вавиловым (1927), который установил географическую закономерность в распределении генов культурных растений. Н.И. Вавилов писал: «фактическим определением области местопроисхождения культурных растений и животных мы считаем установление действительных древних очагов их формирования, и самое решение связываем с овладением исходными элементами, многообразием признаков, составляющих линнеевский вид культурного организма» (Вавилов, 1927, стр. 13).

На основании экспедиционных работ, археологических, исторических, ботанических, морфологических и географических данных, В. В. Пономаренко (1978) сделал заключение, что одним из древнейших очагов возникновения культурной яблони явились горные районы Центральной Азии. Об открытии первичного центра в происхождении *M. domestica* в горных районах Центральной Азии было впервые доложено на XIV Международном Генетическом Конгрессе в Москве 22 августа 1978 года (Пономаренко, 1978). *M. sieversii* - наиболее распространенный дикорастущий вид в Центральной Азии. Ареал вида охватывает горные районы Северного и Западного Тянь-Шаня, Заилийского и Джунгарского Алатау, Памиро-Алая, Кульджи (Западный Китай), Гиндукуша (Северный Афганистан).

В пределах ареала яблоня Сиверса характеризуется поразительным внутривидовым разнообразием: пожалуй, в роде *Malus* нет другого вида, обладающего таким богатством морфологических и биологических признаков. *M. sieversii* занимает первое место в роде по числу внутривидовых форм. Даже на небольшом участке трудно найти два дерева с одинаковыми плодами. Только в одном небольшом ущелье Кондора И. Т. Васильченко (1948) описал 12 форм. А. Д. Джангалиев (1977) выделил в Заилийском Алатау 322 формы, а в Джунгарском – 931.

Интересно, что в дикорастущих ценопопуляциях яблони Сиверса можно найти все признаки культурной яблони. Г. Попова и М. Попов (1925) нашли в горах Чимгана форму типичного Белого налива, отличающегося только более мелкими плодами, и форму, похожую на сорт Астраханское белое. Большой знаток среднеазиатских плодовых Н. Шавров (1913) писал о яблоне Сиверса: «многие же сорта (местные сорта Туркестана – В. Пономаренко) по своим наружным признакам и качествам очень напоминают некоторые европейские сорта – кальвилли, ренеты, крымские синапы, гультембе и другие» (с. 850). Он высказал предположение, что европейские сорта яблок, возможно, произошли от сортов, вывезенных из Средней Азии.

В горных районах Таджикистана до наших дней сохранились потомки таких яблонь в виде староместных сортов Чарсак себ, Сафед себ (с очень ранним сроком созревания плодов), Кандак себ, Сурх себ (летние сорта), Хор себ, Амири (осенние сорта) и др. По своим морфологическим признакам они очень близки к типовой разновидности *M. sieversii*.

В Туркмении известна группа сортов под названием хазарапская яблоня, объединяющая сорта Язги, Матау, Шортан, Ок-алма, Мисары, Палван-бай, Кузги и др., и группа сортов бабаарабской яблони – Турши, Окча, Юван, Кизилджа, Ишек и др., некогда окультуренных в результате многовекового отбора. Эти растения – кустовидной формы, образующие большую поросль, с плодами сладкими, пресно-сладкими и, реже, - кисло-сладкими.

Важное отличие *M. sieversii* от всех дикорастущих видов – наличие генетически детерминированных признаков, таких как крупный размер плодов и большое разнообразие вкусовых качеств. Плоды яблони Сиверса варьируют по размеру (от 1,5-2 до 5-7 см в диаметре), по массе (от 6 до 50 г и более) и по форме (от округлых, плоскоокруглых, до сильно удлинённых, синаповидных, гладких, слаборебристых, ребристых и бугристых). Окраска кожицы яблока варьирует от зеленой, светло-желтой, до ярко-красной. Встречаются плоды с разной степенью оржавленности, восковым налетом и подкожными точ-

ками. Мякоть может быть белой, кремовой и розовой, но встречаются формы яблони Сиверса, объединяемые под названием яблони Недзвецкого, содержащие большое количество антоциана и имеющие интенсивную фиолетовую окраску мякоти. Опыты скрещиваний показывают, что этот тип антоциановой окраски является определенно доминантным. Различают плоды с полузакрытыми и закрытыми семенными камерами, открытой и закрытой чашечкой и разной длиной плодоножек (от очень коротких до превышающих размеры плода). Гамма вкусовых качеств весьма широка – от мало съедобных кисло-горьких, до вкусных кисло-сладких и пресно-сладких форм с разной силой аромата. По срокам созревания плоды различаются от раннелетних (июль) до позднеосенних (октябрь, ноябрь). Указанное разнообразие плодов яблони Сиверса очень показательно и отличает этот вид от дикорастущих видов Кавказа и Европы (Пономаренко, 1975, 1978). Доминирующие признаки вида – наличие антоциана, сильная опушенность вегетативных органов, сладкий вкус плода и т.др., рецессивные – отсутствие или бледность окраски, кислый или горький вкус плода, слабое опушение вегетативных органов или его отсутствие (Пономаренко, 1980).

По мнению Е. Н. Синской (1948), разнообразие форм есть результат резкой смены местообитания вида на ограниченной территории, в результате чего экотип как бы распадается на элементы с появлением новых признаков и новых сочетаний. Горные районы Азии в этом плане изобилуют разнообразием почв, составом растительности, крутизной и экспозицией склонов, вертикальной зональностью, солнечной радиацией.

В прошлом яблоня Сиверса занимала огромную территорию, образуя сплошные леса. До наших дней сохранились лишь фрагментарные участки в Западном Тянь-Шане, которые и сейчас вызывают восхищение и удивление. Их называют единственными в мире плодовыми лесами.

Центральная Азия считается одним из первичных очагов земледелия, в том числе садоводства. Древнейшие государства, такие как Бактра, Согда (VI-IV вв. до н.э.), славились высокоразвитым садоводством. Селекционный период в плодоводстве Согды (Таджикистан) длился несколько тысячелетий, садоводство Бактры еще древнее. Наличие в этом регионе естественных зарослей яблони Сиверса и других дикорастущих плодовых растений (абрикос, айва, груша, гранат, инжир, миндаль, орех, виноград и др.) способствовало зарождению садоводства как отрасли. Очень важным было то обстоятельство, что помимо размножения семенами яблоня Сиверса хорошо размножается корневыми отпрысками, передающими потомству все свойства материнского рас-

тения. Это позволяло устойчиво закреплять отобранные ценные формы, а также распространять их в другие регионы. Распространению яблони и других плодовых культур способствовало существование Великого Шелкового Пути, который из Китая, через Центральную Азию достигал Индии, а другие его ветви уходили на Кавказ и Западную Европу. Начало существования этого пути относится к 4-5 векам до н.э. Возраст шелковых тканей, найденных при раскопках археологов в районах Бахтры и Сагдны и завезенных туда из Китая имеет несколько тысячелетий. Многочисленные торговцы и путешественники того периода уже тогда называли горы Центральной Азии яблочными или «Алматау» (по Великому Шелковому Пути, 1991). Исторически из первичного центра (или центра зарождения) окультуренные формы яблони Сиверса попали сначала в соседние сопредельные страны - Иран, Армению, Грузию, Турцию. Через Кавказ, где пересекались торговые пути древних народов, яблоня попала сначала в Древнюю Грецию, а затем в Древний Рим. В Западную Европу она была завезена из Италии. Так сложились Западноевропейский и Кавказский вторичные центры происхождения яблони (Пономаренко, 1982; 1983; 2005). Есть также основания считать, что через Кульджу, где яблоня Сиверса в горных районах имеет до сих пор широкое распространение, она попала в Китай. Яблоня Сиверса повсеместно явилась носителем новой зародышевой плазмы, что и послужило образованию здесь вторичных генцентров в происхождении яблони домашней.

В России независимо друг от друга возникли два очага происхождения и разнообразия яблони домашней. Один очаг находится в районах Нижнего и Среднего Поволжья. Волга явилась своеобразным магистральным путем, по которому шла интродукция окультуренных форм яблони Сиверса из районов Средней Азии. С давних времен в Поволжье крестьяне создавали сады с помощью посева семян и корневыми отводками. Многовековой гибридный фонд сеянцев яблони в Поволжье позволил создать много староместных оригинальных сортов.

Второй очаг происхождения яблони домашней возник в Центральной России, где крестьяне издавна размножали яблоню посевом семян. Яблоня была завезена с греческими колонистами и миссионерами сначала в Крым, затем по Днепру в Киевское княжество, позже - в Московское Государство, где выращивалась в монастырских и княжеских садах. В создании местных сортов участвовала и местная дикорастущая яблоня *Malus sylvestris* (L.) Mill. Так появился Восточноевропейский вторичный генцентр, не зависимый от Западноевропейского (Пономаренко и др., 2007).

В Северную Америку сорта яблони попали из Западной Европы, а позднее - из России. Переселенцы свои первые сады засаживали ис-

ключительно сеянцами. Это привело к образованию Североамериканского вторичного генцентра. (Пономаренко, 1982; 1983; 2005).

В процессе окультуривания яблони начали создавать сорта. Наиболее современная классификация сортов по помологическим группам предложена Ф.Д. Лихоносом (1972, 1983). В её основу положены морфологические различия, а также признаки зимостойкости. В пределах яблони домашней им выделено 11 подвидов.

1. *Malus domestica* subsp. *cerasfera* (Spach.) Likh. – яблоня вишнеплодная (сортотипы: Янтарка Алтайская, Сибирская Звезда, Ранетка Пурпуровая, Райка Красная).

2. *Malus domestica* subsp. *prunifolia* (Willd.) Likh. – яблоня сливолистная, китайка (сортотипы: Сибирское Золотое, Тунгус, Верещагинка, Анисик Омский, Долго, Китайка Санинская, Фэри).

3. *Malus domestica* subsp. *intermedia* Likh. – яблоня переходная, от китаек к крупноплодным сортам (сортотипы: Грушовка Московская, Уральское Наливное, Аркад Летний Желтый, Пионер Севера).

4. *Malus domestica* subsp. *rossica* Likh. – яблоня русская (сортотипы: Белый Налив, Антоновка, Боровинка, Коричное, Осеннее Полосатое, Бельфлер-Китайка, Мальт, Бель, Мамутовское, Яндыковское, Малиновка).

5. *Malus domestica* subsp. *macrocarpa* Likh. – яблоня крупноплодная (сортотипы: Апорт, Слава Мира, Писгуда Бесподобное, Понтуанская Красавица, Рамбур).

6. *Malus domestica* subsp. *hybrida* Likh. – яблоня гибридная (сортотипы: Пепин Литовский, Борсдорфское Луковичное, Серинка, Теллисааре, Уэлси, Мекинтош, Зеленка, Бен Девис, Батуллен, Бойкен, Данцинское Ребристое, Пепин Рибстона).

7. *Malus domestica* subsp. *occidentaleuropaea* Likh. – яблоня западноевропейская (сортотипы: Ренет Семеренко, Ренет Кассельский, Ренет Баумана, Ренет Ландсбергский, Ренет Оранжевый Кокса, Ренет Серый Французский, Кальвиль Белый Зимний, Кальвиль Красный, Пармен Зимний Золотой).

8. *Malus domestica* subsp. *italo-aurica* Likh. – яблоня италокрымская (сортотипы: Синап, Наполеон, Лимончелла).

9. *Malus domestica* subsp. *caucasica* Likh. – яблоня кавказская (сортотипы: Сары-Турш, Джир Гаджи).

10. *Malus domestica* subsp. *medio-asiatica* Likh. – яблоня среднеазиатская (сортотипы: Кульджинка, Бабарабская).

11. *Malus domestica* subsp. *pumila* (Mill.) Likh. – яблоня низкая (сортотипы: Парадизка, Дусен).

Из этой классификации видно, что в создании современных сортов участвовали многие дикие виды яблони. Примером использова-

ния в селекции диких видов может служить *M. baccata* (L.) Borkh., благодаря которой удалось создать высоко морозоустойчивые сорта для суровых районов Сибири, Дальнего Востока и Канады. При селекции с использованием среднеазиатского вида *M. niedzwetzkyana* Dieck. были созданы декоративные формы яблонь, украшающие сады и парки во многих странах мира. При создании иммунных к парше сортов в селекционном процессе используют восточноазиатские виды *M. floribunda* Siebold., *M. zumi* Rehd. (Пономаренко 1983, 2008). В естественных популяциях *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. встречаются ценные формы, устойчивые к парше и мучнистой росе, яблонной моли, низким температурам, засухе, с крупными десертными плодами, урожайные. Их стоит использовать для выведения новых сортов (Пономаренко, 1979).

В настоящее время в России на опытных станциях ВИР собрана богатейшая коллекция яблони (более 4 тыс. образцов). В ее составе 37 диких видов, входящих в секции *Docyniopsis*, *Sorbomalus*, *Chloromeles*, *Gymnomeles* и *Malus* (Лангенфельд, 1991). Кроме того, здесь сохраняется более 200 их разновидностей и форм (Барсукова, 2007), что позволяет использовать этот генофонд в дальнейшей селекционной работе.

Геноплазма *M. sieversii* в гибридизации с другими видами яблони позволила повсеместно создать сложные гетерогенные популяции межвидовых гибридов с новыми признаками. Современные сорта часто несут в себе зародышевую плазму многих видов (Li Yuong, 1999; Витковский, 2003). Их невозможно отнести к какому-то одному виду, который бы произрастал в дикой природе. Яблоня домашняя – это культивируемый вид с большим разнообразием генотипов и сложной внутри и межвидовой структурой (Пономаренко, 1982, 2005). Вместе с тем, яблоня Сиверса не только является основным прародителем рода *Malus*, её внутривидовые таксоны – неизбежные источники разнообразия генов, используемые в современной селекции яблони. Это подтверждают как приведенные выше материалы, так и многочисленные результаты молекулярной оценки ДНК, показавшие близкородственную связь *M. sieversii* с многочисленными культурными сортами, выведенными в США, Канаде, Англии, России, Казахстане и др. странах. Казахстанскими учеными, например, установлена генетическая связь яблони Сиверса с местными сортами Восход, Алатау, Заман, а также со старинным русским сортом Апорт и американским – Голден делишес (Айтхожина, 2008 и др.). Учеными США и Канады такая связь установлена со многими распространенными в разное время сортами (Forsline и др., 2002; Dukson, 1997). Многочисленные публикации английских ученых (особенно последних лет) также на основании гене-

тической оценки подчеркивают ведущую роль яблони Сиверса в происхождении вида *M. domestica* и многочисленных его сортов (Morgan, Dowel, 2002; Роббинс, 2009 и др.).

Хотя площади естественных лесов яблони Сиверса в горных районах Центральной Азии за последние десятилетия катастрофически сократились, они все еще здесь довольно широко распространены и остаются единственными в мире. Поэтому сохранение в природе уникального генофонда яблони Сиверса, позволившего стать ей прародительницей культурной яблони и имеющего и ныне огромную ценность, является задачей международного уровня.

3. МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРАВОВАЯ БАЗА СОХРАНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ РАСТЕНИЙ

Рост населения земли, бурное развитие промышленности и сельского хозяйства и связанная порой с этим хищническая эксплуатация природных ресурсов (в т. ч. растительных) привели к исчезновению многих существовавших ранее видов растений. Первыми с этим столкнулись государства Европы, а затем Америки и других континентов. Начиная с середины XVII века, многие ученые этих стран уже начали проявлять большое беспокойство по этому поводу (Ansten, 1658; Линней, 1750; Дарвин, 1868 и др.). В середине XIX века эта проблема становится настолько очевидной и острой, что в 1872 г. Правительство США принимает решение о создании первого в мире Национального парка «Yellowstone» на площади около 900 тыс. га. Задачей этого парка стало полное сохранение на его территории растительного и животного мира, а также типичных ландшафтов и экосистем. В последующие годы в США по этому принципу было организовано еще 55 Национальных парков, успехи которых в сохранении природы настолько очевидны, что их создание признано лучшей Американской «национальной идеей». Первичная база, разработанная для создания первого национального парка, послужила начальной основой для последующих работ в этом направлении.

Первые международные правовые акты в области охраны растений были приняты на Первом конгрессе по охране природы (Париж, 1923 г.). В последующем (1948 г.) был образован Международный Союз по охране природы и природных ресурсов (МСОП). Он представляет собой объединение правительственных и общественных организаций из 116 стран, а в его 6 комиссиях работает около 2000 экспертов по охраняемым территориям, экологии, редким видам и другим направлениям. В 1984 г. МСОП, совместно с Всемирным фондом дикой природы, приступил к осуществлению «Программы по охране растений», включающую в себя разработку соответствующих правовых актов. Главной целью этой программы является «отстаивание основополагающей роли растительного мира во всех охраняемых мероприятиях».

Начиная с середины 80-х годов XX века, под эгидой ООН был разработан и принят ряд конвенций и соглашений межправительственного уровня с целью максимального снижения угрозы глобального экологического кризиса, обеспечения продовольственной и биоресурсной безопасности стран и целых регионов, а также сохранения и устойчивого использования генетических ресурсов на благо человечества. Важнейшими из этих соглашений являются: Конвенция о

биологическом разнообразии (КБР, 1992 г.; подписана 180 странами); Глобальный план действий по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений (ГПД, 1996 г.; принят 146 странами), который Резолюцией V/10 Конференции сторон КБР включен в Стратегический план по сохранению биоразнообразия ООН, как важнейший компонент деятельности в мировом масштабе и Международный договор о генетических ресурсах растений для продовольствия и сельского хозяйства (2001 г.). Они представляют особую важность для стран мира, объединяя их усилия в деле эффективного решения проблем сохранения биоразнообразия и использования его компонентов для устойчивого ведения сельского хозяйства, снижения уровня нищеты, повышения благосостояния населения планеты и обеспечения его качественными продуктами питания. Международные соглашения устанавливают юридическую ответственность государств за сохранение биоразнообразия, произрастающего на их территории, и предоставляют им легальную основу сотрудничества на основе проработанных национальных механизмов взаимодействия.

С момента вступления Конвенции в силу (1994 г.) законодательным аспектам сбора и сохранения биоразнообразия уделяется значительное внимание, так как в ее статье 15.1 признается суверенное право государства на свои природные ресурсы и право национальных правительств определять доступ к ним. Однако во многих странах правовой статус генетических ресурсов остается открытым.

При утверждении Конвенции была принята «Повестка дня на XXI век», касающаяся использования генетических ресурсов для увеличения производства продовольствия и ведения сельского хозяйства, а также учитывающая зависимость всех стран от этих ресурсов и важную роль для обеспечения продовольственной безопасности планеты. Так как ФАО ООН имела богатый опыт сотрудничества в данной области, этой организации и было поручено разработать и подготовить к подписанию соответствующее соглашение с учетом специфики сбора и сохранения компонентов агробiorазнообразия. После десяти лет многосторонних переговоров был разработан и утвержден Международный Договор по генетическим ресурсам растений для продовольствия и сельского хозяйства (МД), который вступил в силу в 2004 г. и ратифицирован 120 странами и ЕС.

К сожалению, некоторые страны (в т.ч. Казахстан) до сих пор не ратифицировали этот договор, хотя он, помимо прочего, дает право на дивиденды от обмена генетическими ресурсами и др. прибылей участников Конвенции. Секретариат Конвенции оказывает содействие по созданию юридической базы по этим вопросам, что также важно.

При рассмотрении проблем, связанных с агробιοразнообразием, многие страны принимают во внимание такие важные международные соглашения и документы как:

- «Глобальная стратегия сохранения растений» (одобрена Решением V/9 Конференцией сторон КБР, 2002);
- «Европейская стратегия сохранения растений» (утверждена Советом Европы в 2001 г.);
- «Боннские руководящие принципы по доступу к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их применения» (одобрены Секретариатом КБР в 2001 г);
- некоторые положения Конвенции о правах интеллектуальной собственности на новые сорта растений (УПОВ).

Много внимания в современном мире уделяется правам собственности на генетические ресурсы и, в частности, растений. Право собственности на биологические ресурсы (как природные ресурсы) в целом легко определяется в большинстве юрисдикций, поскольку объект собственности является материальным, например, это могут быть семена, растения или животные.

Часто именно информационный компонент генетических ресурсов представляет для пользователей наибольшую ценность, и вопрос о праве собственности на такую информацию не является столь же четко определенным, как о праве собственности в отношении материального носителя такой информации.

Ключевыми проблемами для всех стран являются проблемы управления растительными ресурсами. Несмотря на то, что и КБР и МД рассматривают *in situ* способ сохранения растительного разнообразия как приоритетный, многие страны продолжают уделять не меньшее внимание сохранению *ex situ*. Это объясняется рядом причин.

Во-первых, те образцы ГРР, которые собраны до 1994 г. (вступление в силу КБР) и хранятся в коллекциях многих генбанков мира, не подпадают под статьи КБР в связи с тем, что конвенции не имеют обратной силы, и, соответственно, статус таких образцов в коллекциях должен быть определен государством на основе национального законодательства.

Во-вторых, агробιοразнообразие – специфический объект, и доступ к его компонентам не может регулироваться на основании двусторонних соглашений между держателем гермоплазмы и ее пользователем, как того требует КБР.

В-третьих, образцы *ex situ* коллекций культурных растений на протяжении десятилетий интенсивно собирались по всему миру, ими широко обменивались и их активно использовали различные катего-

рии пользователей как государственного, так и частного секторов, следовательно, исключительно сложно, а порой невозможно определить источник их происхождения или реального владельца.

Страна, интегрируясь в региональные программы в области растительных ресурсов, может отстаивать свои национальные интересы при условии наличия стратегии их сохранения. В стратегии определяются основные действия и мероприятия, направленные на проведение инвентаризации растительных ресурсов в стране, составление и ведение национального каталога этих ресурсов, разработка плана сбора и сохранения ГРП, определение приоритетов культур для национальной экономики и направлений селекции на ближайшую и последующие перспективы и прочее. Понятно, что главными компонентами этой стратегии могут стать уже имеющиеся в стране и сохраняемые в соответствии с международными стандартами *ex situ* коллекции.

Важным моментом управления является также утверждение государством в законодательном порядке статуса всех национальных коллекций ГРП и национального генбанка, определение четкого регламента их деятельности, подразделение коллекций на типы и их структурная соподчиненность. В глобальном мире соблюдение этих условий принимает особую значимость, так как эра свободного доступа к биоресурсам осталась в прошлом.

Естественно, ключевое место в решении задач управления должен занимать национальный генбанк, роль которого в условиях глобализации выходит за рамки *ex situ* хранения национального генофонда генетических ресурсов. Такой генбанк, получив от правительства специальный статус Национального центра генетических ресурсов растений, несет ответственность как за долгосрочное сохранение национального достояния, так и за соблюдение национальных интересов в области контроля за правовыми действиями с генетическими ресурсами, а именно:

- разрабатывает на основе национального законодательства правила и рекомендации для учета генетических ресурсов, процедур и механизмов доступа к ним;
 - обеспечивает легальную основу проведения биопоиска на территории страны, координирует и контролирует эту деятельность;
 - ведет учет официальных документов о выдаче и получении образцов из национальных коллекций, согласно утвержденному механизму доступа, привлечения и обмена ими;
 - контролирует выполнение получателем гермоплазмы национальных и международных обязательств.
- Главная идея стратегии управления – это разработка мер государственного характера с целью создания наиболее оптимальных

условий для гарантированного сохранения ГРП в условиях *ex situ* и *in situ*; развития фундаментальных и прикладных исследований в области рационального использования компонентов агробιοразнообразия; устранения дублирования деятельности; повышения эффективности использования генетического разнообразия в сельскохозяйственном производстве.

• Частью современной национальной стратегии управления в современных условиях становится взаимовыгодное сотрудничество генбанков, преимущества которого выражаются в следующем:

• значительное снижение частоты и количества размножения дублированных образцов, благодаря совместным действиям генбанков;

• распределение ответственности между генбанками за сохранение коллекций, имеющих региональную значимость;

• возможность беспрепятственного получения недостающих в коллекциях образцов;

• совместное изучение и выделение перспективных образцов для дальнейшего использования в национальных селекционных программах;

• создание унифицированных общих баз данных сохраняемых в коллекциях образцов, включение в них оценочных данных для их ускоренного использования;

• проведение совместных экспедиций по сбору новых генетических ресурсов;

• обмен лучшим опытом, знаниями и технологиями;

• установление упрощенного доступа к образцам коллекций на основе общего механизма распределения выгод от их использования.

В перспективе эти преимущества дают возможность создать оптимальные коллекции для каждой страны. Они также позволят экономить огромные финансовые средства и материальные ресурсы.

Под термином «коллекция генетических ресурсов» подразумеваются собранные, систематизированные и документированные компоненты биоразнообразия, представляющие фактическую или потенциальную ценность, сохраняемые в контролируемых условиях вне естественных мест своего обитания (*ex situ*) организациями или их специализированными структурными подразделениями с целью поддержания их в живом виде, дальнейшего изучения и рационального использования.

Коллекции генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей могут подразделяться на 5 категорий в соответствии со своим предназначением, выполняемыми функциями, мандатом культур, приоритетностью сохранения и изучения генетического растительного материала.

К первой категории относятся *Национальные коллекции генетических ресурсов растений*. В их составе – мировое растительное разнообразие, представляющее собой репрезентативное, систематизированное и документированное, в соответствии с установленными международными стандартами, собрание образцов генетических ресурсов различных видов культурных растений и их диких родичей. Цель формирования таких коллекций – долгосрочное гарантированное сохранение мировых и национальных растительных ресурсов для решения различных задач сегодняшнего дня и проблем будущих поколений.

Ко второй категории относятся *Исследовательско-селекционные коллекции*, которые содержат образцы различного генетического материала растений и формируются для решения конкретных научно-исследовательских, общеобразовательных или селекционных задач. Некоторые коллекции из этой категории или их части, имеющие в своем составе уникальные ценные образцы (по одной или нескольким культурам) мирового, регионального или национального значения, могут претендовать на получение статуса национальных, если они в полной мере документированы, содержатся в надежных условиях долгосрочного хранения в соответствии с требованиями международных стандартов и обслуживаются квалифицированным научно-техническим персоналом.

Специальные Коммерческие коллекции – коллекции третьей категории. Они создаются организациями – держателями растительных ресурсов или другими пользователями этих ресурсов для коммерческого использования, как самого генетического материала, так и результатов научных исследований, связанных с его изучением. Такие коллекции формируются их держателями по собственной инициативе или на основании специальных соглашений с отдельными заинтересованными организациями с целью создания биопродукта или решения узконаправленных задач для различных отраслей промышленности и сельскохозяйственного производства.

Временные исследовательские коллекции – четвертая категория. Они формируются из образцов растительных ресурсов, полученных на основе заявок от держателей коллекций первых двух категорий организациями или научными подразделениями различных пользователей для обеспечения своих научно-исследовательских и селекционных программ согласно грантам или планам НИОКР.

И, наконец, к пятой категории относятся *Международные коллекции*, в состав которых входят образцы растительного разнообразия, переданные на ответственное хранение (возвратные коллекции) из международных организаций, иностранных национальных коллекций

или зарубежных генбанков. Управление этими коллекциями, включая условия содержания и доступ, детально регламентируется специальными двусторонними или многосторонними соглашениями.

Все коллекции генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей должны иметь определенный минимум информации о сохраняемых образцах согласно нормам работы с генетическим материалом. Банк данных коллекций включает в себя описательную, оценочную и любую другую доступную информацию о каждом образце, находящемся на сохранении в организации – держателе коллекции. Информация подразделяется на следующие категории:

1. **паспортные данные:** базовая информация, описывающая основные параметры образцов коллекции;

2. **описательные данные:** основные фенотипические описания (наследуемые, легко визуально регистрируемые характеристики, не зависящие от условий внешней среды);

3. **оценочные данные:** все данные, полученные при комплексном изучении образца;

4. **местные традиционные знания:** информация о растительных ресурсах, используемых в традиционных агроэкосистемах, полученная при проведении экспедиционных сборов у местного населения.

Информация любой категории может быть доступна для пользователей или скрыта от широкого ознакомления на основании национального законодательства или специальных положений об Информационном обеспечении коллекций генетических ресурсов растений.

У истоков национальной и мировой практик сбора, сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей стоял российский ученый Н. И. Вавилов. Созданная им в начале прошлого века мировая коллекция растительного разнообразия сельскохозяйственных культур остается, и по сей день одной из самой уникальной коллекцией в мире. В ней сохраняется растительный материал в виде живых семян и растений. Семена заложены на долгосрочное хранение в специальных холодильных камерах при регулируемой температуре.

Применительно к коллекциям вегетативно размножаемых растений различаются базовые коллекции, включающие образцы, сохраняемые в естественных условиях (*полевые коллекции*), и образцы, заложенные на долгосрочное хранение при сверхнизких температурах (-196°C) (*криоколлекции*).

Принципы хранения образцов плодовых культур существенно отличаются от принципов хранения тех культур, образцы которых сохраняются на долговременной основе в виде семян. Все они являются многолетними, вегетативно размножаемыми растениями, которые

в настоящее время, в основном, сохраняются в полевых генных банках в течение длительного периода времени, который регламентируется для каждой культуры соответствующими руководствами. По достижению предельного возраста коллекционные насаждения перезакладываются вновь и при идеальных условиях должны сохраняться вечно. Однако такой метод хранения в современных условиях (несмотря на возможность изучения биологических особенностей каждого образца в конкретных почвенно-климатических условиях) уже не полностью отвечает требованиям надежного сохранения генетического разнообразия. Основные его недостатки: во-первых, высокая стоимость поддержания образцов (большие затраты на выращивание посадочного материала, закладка коллекционных насаждений, поддержание высокого агрофона, обеспечение сохранности образцов и т.д.); во-вторых, высокий риск утраты коллекционных образцов в результате стихийных бедствий (жестокие морозы и засухи, массовые вспышки болезней и вредителей, наводнения, ураганы, пожары) и антропогенной деятельности (хищения, акты вандализма, борьба за предел собственности и т. д.) и, наконец, биотерроризма (использование генетического, химического и биологического оружия). Учитывая эти риски, научное сообщество пришло к смене парадигмы методов сохранения генетических ресурсов плодовых культур, когда наряду с традиционным хранением коллекционного материала в полевых генных банках все шире используются и другие методы, позволяющие значительно повысить надежность консервации собранного в мире генофонда.

Все большее развитие приобретает хранение оздоровленных образцов плодовых культур в условиях регулируемой среды в закрытых культивационных сооружениях, например, в Национальном хранилище клоновой гермоплазмы в Корваллисе (шт. Орегон, США). Здесь полностью обеспечиваются условия, исключающие вторичное заражение коллекционного материала. Растениям обеспечивается оптимальное питание и световой режим, меры фитосанитарного контроля и тестирование состояния здоровья. Как правило, такие хранилища совмещены с мощными биотехнологическими центрами, позволяющими оздоровить исходный посадочный материал не только от грибных и бактериальных болезней, но также от вирусов, виридов и микоплазм. Очищенный таким образом растительный материал используется также для обмена образцами и интродукции. Конечно, стоимость таких комплексов очень высока и часто не под силу даже высокоразвитым странам, поэтому ставится вопрос о кооперации усилий заинтересованных партнеров и создании таких центров на региональном уровне. Такое предложение озвучено в разработанной стратегии со-

хранения генетических ресурсов земляники, по созданию единой лаборатории (центра) для стран ЕС.

Очень важной составляющей сохранения генетических ресурсов плодовых культур является метод их поддержания в живом виде *on farm*. Это, в первую очередь, относится к сохранению в крестьянских, приусадебных, фермерских садах, садах монастырей и коллекциях садоводов-опытников уникальных староместных сортов, как правило, имеющих крайне ограниченный ареал и поэтому крайне уязвимых в условиях мощного пресса со стороны современных селекционных сортов. При этом надо в полной мере использовать накопленные этнические знания, в том числе по особенностям агротехники и использования полученной продукции в пищу, в качестве лекарственных средств и поддержание жизнедеятельности организма человека. Такого рода шаги уже предпринимаются в ряде европейских стран (Швейцария, Бельгия, Франция, Великобритания), США, Австралии.

На территории стран, возникших после распада СССР, промышленное плодоводство находится не на самом высоком уровне и основное производство плодово-ягодной продукции сконцентрировано в личных садах граждан. Как правило, ассортимент культур в таких садах намного шире, чем в промышленных, и намного богаче генетически, поскольку значительную часть таких насаждений составляют староместные сорта народной селекции, растения, выращенные из семян или перенесенные в сад прямо из мест естественного произрастания. На сегодняшний день этот процесс носит стихийный характер и обусловлен по большей части сложным материальным положением фермеров. На наш взгляд, грамотная информационная политика в этой области позволит осуществлять в дальнейшем устойчивое *on farm* сохранение целого ряда культур именно на дачных и приусадебных участках граждан. Полнокровную правовую базу для такого движения создает «Международный договор о генетических ресурсах растений для продовольственного ведения сельского хозяйства» (2004 г.).

Таким образом, анализ показывает, что без использования Международных правовых актов и современных приемов управления генетическими ресурсами растений, а также без государственной поддержки этой деятельности, угроза утраты генофонда будет постоянно возрастать.

4. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ, МЕТОДИКИ И МОДЕЛИ СОХРАНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Многие годы ученые рассматривали жизнь живых организмов, прослеживая ее от внутриклеточных структур до процессов, происходящих с ними в составе экосистем. Выяснилось, что изменения, происходящие с одним организмом (или их группой) неизбежно отражаются на жизни ячейки и что никакой организм не существует независимо от взаимодействия с другими организмами, а также с окружающей средой ее обитания. Именно такое понимание взаимодействующих процессов в живых сообществах находит свое отражение в современных теориях, методиках и моделях сохранения генетических ресурсов, охватывающих биологическое, растительное и генетическое (внутривидовое) разнообразие живой природы. Далее последовательно рассмотрим современные взгляды на решение этих вопросов.

4.1. Разнообразие растений в концепции биологического разнообразия

Сохранение биологического разнообразия (БР) планеты, в частности – растительного разнообразия (РР) – актуальная задача как глобальной экологии в целом, так и отдельных биологических дисциплин, в частности. Особую актуальность проблема сохранения РР приобретает в связи с угрозой глобального экологического кризиса – об этом настойчиво заговорили в 80-е годы прошлого века. По прогнозам отдельных ученых (Рейвин, 2000 и др.) к середине XXI века могут быть потеряны до 60 % видов растений, произрастающих в настоящее время на Земле. Потеря компонентов РР (как и БР в целом) – одно из очевидных опасных проявлений (и, одновременно – один из факторов) экологического кризиса биосферы.

Некоторый отсев видов исторически неизбежен и без всякого вмешательства человека, и здесь мы сталкиваемся с серьезной этической проблемой, – стремиться сохранить архаичные типы в виду их уникальной научной и генетической ценности, или дать возможность им погибнуть от естественных причин. Серьезные этические и экологические проблемы связаны и с интродукцией видов в несвойственные им биоценозы, что может привести к вытеснению и вымиранию аборигенных видов. Говоря о биоразнообразии, нельзя не помнить о двух важных моментах. Во-первых, состояние биоразнообразия является достаточно динамичным во времени и в пространстве. Процесс эволюции живого вещества непрерывен и сопровождается как образованием новых видов, так и исчезновением ныне существующих, точ-

но так же любые организмы расширяют или сокращают свои ареалы и заселяют новые территории, постоянно приспосабливаясь к меняющимся условиям среды; при этом закономерно меняются численность, плотность, половозрастная и генетическая структура популяций и т.д. Кроме того, следует учитывать, что современный процесс утраты видов и их местообитаний обусловлен, главным образом, антропогенной деятельностью, и именно это определяет необходимость ответных действий человеческого общества по сохранению и поддержанию биоразнообразия, понимание его ответственности за биологическую эффективность природоохранных мероприятий.

Какое же биоразнообразие мы должны сохранять? По А. М. Никанорову и Т.И. Хоружей (Шипилина, 2009), один из принципов экологической нравственности гласит: каждое поколение имеет право на то же биоразнообразие, что и предыдущее. С этим нельзя не согласиться в том смысле, что каждый вид уникален, неповторим и бесценен, но «природа знает лучше», какие организмы, и на каком уровне приспособлены к окружающим условиям и идут по пути биологического прогресса. Следовательно, вопрос сохранения биоразнообразия в большей степени относится к аборигенному (ныне существующему на определенных территориях) и ландшафтному (экосистемному) разнообразию, а также к поддержанию в жизнеспособном состоянии видов и внутривидовых группировок, составляющих генофонд планеты, но подверженных активному антропогенному воздействию.

4.2. Методические подходы к сохранению растительного разнообразия

Задача сохранения РР состоит из трёх взаимосвязанных составляющих – *изучения, мониторинга и создания механизма сохранения*. Создать эффективную систему сохранения РР и наладить её работу можно, только опираясь на фундаментальные научные знания о составе РР, распределении его основных форм и условиях их поддержания в стабильном состоянии. РР, таким образом, является одновременно и объектом науки и объектом природоохранной деятельности.

Изучение, сохранение, сбор (мобилизация) и использование источников зародышевой плазмы растений в большинстве стран мира рассматриваются как единая национальная задача и служат основой успехов в развитии устойчивого сельскохозяйственного производства, фармацевтической индустрии и в оздоровлении среды обитания человека (Жученко, 2001).

Изучение БР, включая РР, подчинено «центробежной» тенденции в развитии биологии как отрасли естествознания: объяснение всего многообразия жизнепроявления на основе ограниченного

числа базовых законов. При всей необозримости РР, охватывающего весь спектр растительных организмов планеты, базовыми дисциплинами, изучающими его, являются, с одной стороны, – **систематика**, наука о *таксономическом* разнообразии растений, с другой стороны – науки о *биохорологическом* разнообразии растений – **биогеография**, **флористика**, **геоботаника** и др. (Толмачёв, 1962; Юрцев, 1991, 1992, 1998; Камелин, 1973, и др.). Остальные биологические науки изучают различные формы типологического разнообразия, что необходимо, в первую очередь, для разработки теоретических основ диверсификации объектов БР такими науками, как генетика, теория эволюции, экология, и др.

Концепция БР в её современном виде появилась в 90-е годы XX века «на гребне волны» природоохранного движения в мире. Её выдвигали биологи и экологи (Biodiversity, 1988), которые не стремились дать ни строгое определение БР, ни классификацию его форм. Были даны лишь основные группы (или типы) БР, имеющие первостепенное значение с точки зрения природоохранных задач. Это – разнообразие генов (или популяций), видов, экосистем.

Следует отметить, что экосистемы не являются прямыми биологическими объектами, т. к. в их состав входят как биотические, так и абиотические компоненты, при этом последние являются объектом изучения лишь в той мере, в какой они взаимодействуют с биотическим «ядром» (Юрцев, 1998).

Вероятно, общий подход к аналитической оценке того или иного типа единиц БР должен быть разделён на 2 класса: одни относятся к определённому таксону (филуму), другие – к биоте определённой территории (Юрцев, 1987).

Собственно биологическим разнообразием является *разнообразие организмов* как автономных целостных единиц, способных к жизнеобеспечению и адаптации. Разнообразие же их пространственных сочетаний (разнообразие разнообразий) следует считать биохорологическим разнообразием (БХР). Если принимать организм за универсальную единицу структурированности живого, то БР следует рассматривать по уровням его организации: *организм – ткани – клетки – оргanelлы – молекулярный – субмолекулярный*.

БР как разнообразие живых организмов делится на:

1) таксономическое или **филетическое** разнообразие, т. е. разнообразие организмов, сгруппированных по принципу родства, и

2) типологическое разнообразие – разнообразие таксонов, популяций и отдельных организмов по любым категориям признаков, кроме родства (структурные, функциональные, экологические, цено-тические и др.).

Единицы таксономического разнообразия – таксоны различного ранга, разделённые по уровням иерархии (*видовой, надвидовой, внутривидовой*). Основной уровень – видовой, обладающий определённым набором признаков, свойственных видовым системам: способность к неограниченно долгому самовоспроизведению, к эволюционной наследственной адаптации, расширение амплитуды толерантности, наличие ареала, способность к свободному обмену генетической информацией, популяционная структура и др. Важно помнить, что любые биологические данные имеют научную ценность, только если они относятся к конкретным видам. Для культурных растений и домашних животных наиболее важен внутривидовой уровень, охватывающий иерархию внутривидовых таксонов, характеризующихся специфическим набором генотипов как систем генов, и их особым взаимоотношением.

Разнообразие растений (РР) как компонент БР характеризует-ся основными параметрами растительного мира, в первую очередь – элементами РР – таксонами растений в различных хоровологических подразделениях биосферы.

Единицы таксономического разнообразия растений являются субъектами РР; категории и единицы типологического разнообразия – их необходимыми атрибутами: без них таксономические категории – не что иное, как безжизненные номенклатурные и таксономические единицы.

Типологическое разнообразие представляет собой широкий спектр разнообразий, которые подразделяются как по категории признаков растительных организмов (на элементы флоры), так и по степени сходства, основанного на совокупности признаков в пределах той или иной категории. Так, различаются разные категории типологических элементов: географические, экологические, ценолитические, биологические и другие, а также – смешанные типы (эколого-географические, ценогеографические и др.). Некоторые сложные признаки состоят из комплекса элементарных, и тогда, например, проводится классификация видов по сложным структурно-функциональным признакам, по репродуктивной стратегии, по типам метаболизма, по жизненной форме (биоморфе), по категориям цено-типов и др.

Если переход от списка видов флоры к перечню надвидовых и внутривидовых таксонов является первым шагом анализа соотношений филумов в той или иной флоре, то аналогичные действия по отношению к типологическим элементам позволяет представить эту флору как закономерное сочетание структурных и функциональных типов (например, цено типов).

Именно такой **матричный** (сопряжённый) подход к изучению РР как системы таксономических и типологических единиц может считаться единственно верным, научно обоснованным, способным создавать необходимые предпосылки не только для его анализа, но и для рационального сохранения.

В проблему сохранения РР как элемента БР должны быть вовлечены силы международных и национальных государственных и неправительственных организаций, усилия которых должны быть направлены на разработку стратегии по сохранению РР. Национальные стратегии могут различаться между собой и быть адаптированы к географическим, экологическим, экономическим и другим особенностям отдельных стран и регионов. Однако основными составляющими стратегий остаются:

1) систематический (кадастровый) учёт всех объектов РР (видов) определённой территории (инвентаризация);

2) выявление и учёт объектов, приоритетных к сохранению на данной территории;

3) кадастровый учёт базовых форм РР, отвечающих определённому комплексу требований (устойчивость; способность к самоподдержанию, самовосстановлению, адаптации к меняющейся среде, эволюции);

4) создание действенной системы слежения (мониторинга) за динамикой основных его параметров;

5) разработка и оперативное осуществление эффективных мер сохранения РР, в том числе – создание механизмов взаимосвязи (прямой - обратной) между ведомствами, осуществляющими учёт и мониторинг, а также – между ведомствами, отвечающими за сохранение и восстановление РР.

Единицы РР, таксоны (прежде всего – виды), в разных фитоценозах могут быть представлены различными географическими и экологическими расами и популяциями разного иерархического уровня. При учёте видовых систем следует помнить и о существовании гибридов (как межвидовых, так и межродовых), что наиболее актуально для культурных растений. Осуществляя учёт единиц таксономического разнообразия, следует помнить, что ни один таксон не может существовать вне конкретных биоценозов и экосистем.

Для учёта РР наиболее подходящими единицами БХР являются конкретные (элементарные, парциальные) флоры, в общем плане отображающие флору, растительность, биоту ландшафта (Сочава, 1978). На практике наиболее распространённой единицей БХР при сравнительно-флористических исследованиях стала локальная флора (ЛФ) – проба флористической ситуации в данном географическом пун-

кте (Юрцев, 1975, 1982, 1987; Шеляг-Сосонко, 1980; Шипилина, 2009). В горных районах учётной единицей БХР может быть флора речного бассейна (ущелья) (Камелин, 1973).

Матричное (сопряжённое) представление данных по РР и БХР достигается путём учёта распределения иерархически соподчинённых единиц РР (в первую очередь – видов) по единицам БХР (в иерархической системе соподчинённых экотопологических и географических выделов), т. е. – через раскрытие эколого-географической структуры РР.

На практике реальным способом сопряжённого учёта единиц РР и БХР является создание электронного Кадастра РР (в идеале – единого) как системы баз данных (БД) (Юрцев, 1998; Информационные..., 2006; и др.). В Кадастр, как минимум, должна быть включена информация о географическом распространении каждого вида в соответствующем регионе и о распределении его по экотопам и сообществам.

Кадастровый учёт РР имеет, прежде всего, фундаментальное теоретическое значение. Он позволяет выявить и проанализировать особенности распределения различных таксонов РР (прежде всего – видов) по подразделениям биосферы, вскрывает эколого-географическую структуру РР, создаёт предпосылки для выявления современных и исторических факторов РР, причин его устойчивости, предоставляет информацию для анализа природы пространственных систем видов и популяций.

Однако наиболее важным представляется практическое значение кадастрового учёта РР: выявление объектов РР, нуждающихся в охране, анализ их экологического и географического распределения и их состояния, а также, в случае необходимости, планирование различных типов ОПТ в соответствии с расположением неистощительно используемых природных угодий.

4.3. Мониторинг растительного разнообразия

Создание системы регулярного мониторинга БР входит в требования Конвенции о биоразнообразии (КБР, 1992). Мониторинг предполагает слежение за состоянием объекта, своевременную регистрацию и оценку его изменений (Юрцев, 1998). Как и учёт РР, мониторинг имеет фундаментальное значение (получение долговременных рядов прямых наблюдений за такими процессами, как видообразование, флорогенез и др., в течение длительных промежутков времени), так и прикладное (обоснование необходимости принятия неотложных природоохранных мер).

Учёт и мониторинг связаны между собой как объектами исследования, так применяемыми методами: учёт – первичное исследование

(инвентаризация), мониторинг – его периодическое повторное исследование (реинвентаризация). Мониторинг, по возможности, должен проводиться теми же методами, что и первичная инвентаризация, что не исключает возможности введения со временем новых, более совершенных методик.

Периодичность реинвентаризации зависит от особенностей протекания процессов, контролирующих уровень и состояние РР, и устанавливается эмпирически. В районах с интенсивной хозяйственной деятельностью мониторинг проводится чаще.

Единицами мониторинга РР являются виды или их отдельные популяции, причём приоритетными являются локальные популяции. Единицы БХР – РР ландшафтов (или областей стыков двух и более ландшафтов), т. е. – конкретные или локальные флоры, позволяющие детально обследовать (с помощью радиальных маршрутов) парциальные флоры всех микро-, мезо- и макрозкотопов (Сочава, 1978; Толмачёв, 1962; Юрцев, 1991). Для мониторинга РР более обширных территорий необходимо создавать сеть опорных пунктов мониторинга. Приоритетными пунктами такой сети должны стать ООПТ и пункты биологических стационаров.

Следует помнить, что в задачи мониторинга входит отслеживание и прогноз глобальных изменений климата, и влияние этих изменений на РР. Наиболее чувствительны к таким изменениям виды, находящиеся в том или ином конкретном пункте на почвенно-климатической границе своего распространения. Поэтому необходимо предусмотреть пункты мониторинга в экотонных зонах, в областях биогеографических рубежей, на стыке ландшафтов. Следовательно, при создании программы мониторинга следует учитывать следующее:

1) концепция локальных флор предпочтительна для выбора пунктов мониторингования;

2) в зону мониторинга целесообразно включение территорий с типами растительных сообществ, включающих редкие и исчезающие виды; территорий, являющихся центрами происхождения культурных и диких видов; с вкраплениями реликтовых сообществ в «фон» зональных сообществ,

3) особое внимание следует уделять также «индикаторным видам», которые находятся на территории локальной флоры у одного из своих климатических пределов (Holten, 1990),

4) желательно составление крупномасштабных карт на всю площадь полигона мониторинга, в частности, геоботанической (Нешатаев, 1995); местонахождений приоритетных к сохранению видов (Смекалова, и др., 2002); и др.

5) базы данных (БД) по сети пунктов мониторинга РР могут быть составными частями структуры БД учёта БХР. Для опорных же пунктов мониторинга желательно создавать специальные БД по распределению конкретных видов в конкретных сообществах, что позволит проводить анализ экотопологической активности каждого конкретного вида.

При осуществлении мониторинга особое значение приобретает точная фиксация местонахождений редких и исчезающих видов на территории локальной флоры.

4.4. Механизм сохранения растительного разнообразия

В связи с рассмотрением РР состоящим из единиц собственно РР (таксонов и популяций) и единиц БХР разного уровня, представляющих биотический блок соответствующих экосистем (растительность, комплексы растительных организмов), существует два принципиально возможных подхода к сохранению РР: **сохранение таксономических и биохорологических единиц**. БХР ранга сообщества и выше способны поддерживать биологический круговорот веществ и канализировать поток энергии. Все ряды (циклы) сукцессий завершаются (замыкаются) на уровне ландшафта и конкретной флоры. Следовательно, при отсутствии серьёзных изменений климата биота ландшафта способна к самоподдержанию в течение неограниченно долгого срока.

При разработке конкретных мероприятий по сохранению РР, первым шагом обычно является взятие под охрану определённого набора видов или изолированных популяций. Это крайне важно, особенно – для сохранения краевых популяций раритетных видов. Этот подход предполагает создание:

- «Красных книг» разного уровня;
- соответствующих БД об охраняемых видах;
- системы подзаконных актов, регламентирующих меры охраны;
- программы мониторинга и менеджмента.

Однако различная степень богатства флор и их разный флорогенетический возраст вносят определённые ограничения в данный подход. Так, в богатых флорах, таких, как горные флоры Кавказа и Средней Азии, число редких и уникальных видов столь велико, что включение их всех в Красные книги и практическое обеспечение их охраны затруднительны, а порой просто нереальны. Можно пойти по пути введения более жёстких критериев отбора, когда доля индивидуально охраняемых видов становится меньше (Юрцев, 1998). В таком случае реальное сохранение этих видов становится невозможным. Вероятно, для таких территорий следует выбирать другие пути сохране-

ния, например, выявление мест концентрации таких видов (ядровые зоны) и организацию охраны территорий, на которых произрастает максимальное число редких видов (Нухимовская и др., 2005).

Поэтому, основной подход к сохранению РР таких территорий, состоящий в организации оптимальной сети ООПТ, должен быть реализован не только с учётом подбора территории, представительной для БХР и на основе картосхем флористического и ботанико-географического районирования (флористический и геоботанический методы), но и с учётом произрастания на этих территориях максимального числа таксонов, подлежащих первоочередному сохранению (прежде всего, редких и исчезающих).

Сеть организуемых ООПТ должна также, по возможности, отвечать следующим требованиям:

- быть максимально приурочена к сети пунктов мониторинга РР,
- включать зональные (фоновые) комплексы видов, типичные для основных классов экотопов,
- включать уникальные, в первую очередь – реликтовые группировки и места их концентрации (скально-каньонные сообщества, выходы известняковых пород, окрестности термоминеральных источников и т.п.) и местонахождения редких, уникальных таксонов,
- местонахождения локальных флор, характеризующихся повышенным флористическим богатством.

Для осуществления эффективного сохранения таксономических и биохорологических единиц следует обеспечить максимальный обмен генетической информацией между локальными и географическими популяциями, а также – свободную миграцию видов при существенном изменении климата. Поэтому сеть ООПТ должна быть скорректирована с расположением неистощительно используемых природных угодий.

4.5. Сохранение внутривидового генетического разнообразия растений

Несмотря на длительное и существенное изменение климата и среды обитания живых организмов на земле, они продолжают многие тысячелетия успешно выживать, приспособляясь к изменившимся условиям. Причину такой приспособляемости следует искать в генетической изменчивости видов. Именно наследственные различия, проявляемые, прежде всего, в генетическом разнообразии в пределах одного вида, обеспечивают основы формирования биологической вариативности организмов (Stebbins, 1942; Ворона 1986; Noss 1990; Harte 1997; Reed 2003). Если в стабильной окружающей среде отдельные виды могли бы извлечь большую выгоду, поддерживая узкий диа-

пазон генотипов (Rice and Emery, 2003), то в значительно измененных условиях вероятность выживания будет больше у тех видов, которые имеют более широкий диапазон генетического разнообразия (Cohen, 1966; Chesson, 1995; Tuljapurcar, 1989; Adonakis and Venable, 2004). О том же говорят многие факты, подтверждающие, что полностью изолированная популяция особенно восприимчива к депрессии инбридинга (Keller and Waller, 2002). Обмен генами среди популяций является фундаментальной основой сохранения видов в изменяющихся условиях среды обитания (Frankel, 1974; Lewontin, 1974; Freeman and Herron, 1998; Stockwell, 2003; Falk, Richards, Montavlo and Knapp, 2005).

При имеющем место генетическом разнообразии внутри популяций, каждая из них представляет собой сложную структуру, находящуюся в динамическом равновесии. Лишь в природных популяциях, благодаря значительному числу генетически разнообразных особей, участвующих в процессе размножения, поддерживается на приемлемом уровне генетическая разнокачественность, и именно поэтому популяция считается минимальной по численности биологической системой, которая поддерживает и продолжает свое существование на протяжении длительного времени - в неограниченном ряду поколений. Главной особенностью природных популяций является их генетическая гетерозиготность (гетерогенность). Происходящая при половом размножении комбинаторика создает практически неограниченные возможности для создания генетического разнообразия в популяциях (Яблоков, Юсуфов, 1989).

Генетическая гетерогенность, поддерживаемая мутационным процессом, постоянными скрещиваниями, позволяет и популяции, и виду в целом поддерживать не только вновь возникающие наследственные изменения, но и существующие в генофонде в скрытых формах даже в течение длительного времени. И.И. Шмальгаузен (1968) называл такие возможности «мобилизационным резервом наследственной изменчивости», который может быть использован в экстремальных условиях среды. Генетическое разнообразие обуславливает повышенную возможность более широкой адаптированности – соответствия морфологии, физиологии занимаемым экологическим нишам. Генетически разнородная популяция, благодаря широкому спектру детерминированной нормы реакции, осваивает окружающую среду более эффективно, в ее генофонде накапливается большой объем резервной (скрытой) наследственной изменчивости. Именно генетическая изменчивость и генетическое разнообразие ресурсов должны быть в центре внимания в проектах сохранения *in situ* в течение длительного времени. Генетическое разнообразие необходимо для любого вида в целях сохранения жизнеспособности, устойчивости к за-

болеваниям, возможности адаптации к меняющимся условиям. Любые меры по сохранению, увеличению численности и скорости роста всех популяций вида повлекут за собой снижение вероятности утраты генетической изменчивости.

4.6. Методы оценки генетической изменчивости

Существуют различные методы оценки и изучения генетической изменчивости, опирающиеся на оценку фенотипической изменчивости. В последние десятилетия в изучении изменчивости, экологическую и эволюционную генетику революционизировали молекулярные методы, которые играют все большую роль в работах по сохранению биоразнообразия (Young, 2000; Hedrick, 2001 и др.). Молекулярная генетика имеет большое будущее в таких работах, поскольку она может представить детальные данные о генетической изменчивости на уровне особей и популяций (Excoffier et al., 1992; Hedrick, 1999; Black et al., 2001; Hedrick, 2001; Holstinger et al., 2002; Luikart et al., 2003; Ryder, 2005).

Для изучения генетической изменчивости используются различные методы, но наиболее точны методики, основывающиеся на оценке полиморфизма ДНК. Явление полиморфизма ДНК и возможность его изучения с помощью современных методов молекулярной биологии и генетики коренным образом изменили подход к решению различных вопросов фундаментальных и прикладных исследований в области биологии и медицины. Стало возможным решение спорных вопросов систематики и филогении в разных таксономических группах растений, животных и микроорганизмов, а также проведение различных популяционных исследований. Выведение новых сортов сельскохозяйственных культур основано на использовании природного или созданного человеком генетического разнообразия растений. Для обнаружения, оценки и охраны этого разнообразия, отбора растений, несущих хозяйственно ценные признаки, и в отслеживании этих признаков в процессе селекции и в семеноводстве используют легко распознаваемые фенотипические проявления генов – маркеры.

Разработка методов молекулярной генетики в последнее десятилетие привела к появлению нового класса молекулярных маркеров, нейтральных по отношению к фенотипу (Schaal et al., 1991; Hartl, Clarck, 1997; Petit et al., 1998). Эти маркеры можно обнаружить на любой стадии развития растений и использовать для паспортизации и классификации сортов и их диких предков, картирования и определения физической природы генов, интрогрессии новых генов и генетического мониторинга в селекции и семеноводстве (Schoen et Brown, 1993; Hedrick, 1999).

Центральное место в ряду существующих молекулярно-генетических методов изучения полиморфизма ДНК занимают методы, основанные на анализе полимеразной цепной реакции (ПЦР). ПЦР позволяет амплифицировать участки генома, которые соответствуют случайно или предварительно выбранным затравочным последовательностям ДНК. ПЦР-маркеры различаются длиной амплифицированной последовательности. В основе ПЦР лежит многократное реплицирование специфического участка нуклеотидной последовательности, катализируемое ДНК-полимеразой. В зависимости от природы праймеров и способа идентификации продуктов амплификации различают несколько методов ПЦР-анализа.

Особый класс ДНК-маркеров основан на использовании праймеров, имеющих множественную локализацию в геноме. Это может быть достигнуто при использовании одного короткого праймера с произвольной последовательностью (RAPD- Randomly amplified polymorphic DNA и ее аналогов), при использовании праймеров с искусственно добавленными последовательностями (адаптерами) (AFLP – Amplified fragment length polymorphism), праймеров, комплементарных микросателлитным повторам – 4-12 единиц повтора (ISSR – Inter-simple-sequence-repeats), микросателлиты (STMS, STR, SSR) или SNPs – полиморфные маркеры, основанные на тестировании однонуклеотидных замен. Самый точный метод детекции SNP – прямое секвенирование нужного участка генома.

Таким образом, существует достаточно широкий спектр молекулярно-генетических методов изучения полиморфизма ДНК. Каждый из этих методов направлен на решение определенного круга задач, что связано, в первую очередь, с различиями в разрешающей способности этих методов. Вместе с тем, абсолютно правильно отмечал Н. Фризен (2007) «для правильного использования данных молекулярных методов и, что еще важнее, для правильного их получения, знание объекта (растений) остается решающим. Нужно помнить, что молекулярные методы, несмотря на огромную значимость, не заменяют классических, а только дополняют их».

4.7. Модели сохранения генетических ресурсов растений как компонента растительных ресурсов

Под термином «генетические ресурсы растений (ГРР)» в мировой практике подразумевают репродуктивно или вегетативно размножающийся материал следующих категорий растений: селекционные сорта, используемые в настоящее время и вновь создаваемые; селекционные сорта, вышедшие из использования; примитивные (староместные) сорта; дикие и сорные виды, ближайшие родичи культурных рас-

тений; особый генетический материал (элитные и селекционные линии и мутанты) (КБР, 1992).

ГРР может рассматриваться на различных уровнях организации биоразнообразия – генетическом, таксономическом, экосистемном (Heywood and Watson, 1995; Hammer, 2001 и др.). Исходя из предложенного понимания ГРР, ФАО (2004) определяет приоритетные пути их сохранения, предлагая для этого 2 возможности: *in situ* – в природе, в составе естественных растительных сообществ (в том числе *on farm*, – в посевах или посадках, в местах, где были сформированы основные особенности культурных растений); *ex situ* – в коллекциях, в том числе в семенных или генетических банках. В настоящее время большинство дискуссий по поводу ГРР сводится к двум основным вопросам:

- что лучше: *in situ (on farm)* сохранение или хранение в коллекциях (*ex situ*), и
- как лучше распределить доходы и выгоды от использования генетических ресурсов.

Следует помнить, что первый вопрос, как наиболее важный по значимости, всегда должен предварять второй и требовать постоянной разработки конкретных мер и приёмов сохранения.

Культурные растения, составляющие основу ГРР и агробиоразнообразия в целом, до сих пор достаточно не изучены. Даже число видов, составляющих эту группу растений, по мнению различных авторов, различно (Комаров, 1931; Вульф, Малеева, 1969; Брежнев, Коровина, 1981; Мир, 1994; Камелин, 2005; Hammer, 2007; и др.).

Нельзя не отметить, что, несмотря на небольшое число видов, вовлечённых человеком в сельскохозяйственное производство – группа культурных растений относительно невелика и не превышает 3% общего числа видов высших растений мировой флоры (Hammer, 2007), эти виды зачастую демонстрируют потрясающее генетическое разнообразие – отдельные культурные виды состоят из более чем 100 000 разновидностей и форм, сформировавшихся за более чем 10000-летнюю (Hammer, 2007) или 17000-летнюю (Камелин, 2005) историю возделывания. Это разнообразие обусловлено целым рядом причин, важнейшей из которых является то, что, как указывал ещё В. Л. Комаров (1931), большинство культурных видов возникли путём отбора гибридогенных новообразований в культуре.

Для успешного развития современного сельскохозяйственного производства, для создания новых, высокопродуктивных сортов растений, адаптированных к неблагоприятным условиям внешней среды, болезням и вредителям, необходимо сохранение не только макси-

мально широкого спектра разнообразия возделываемых растений, в первую очередь – культурных растений (КР) и близких к ним диких видов – диких родичей культурных растений (ДРКР), но и в целом экосистем, в состав которых входят те или иные виды.

В составе ДРКР выделяется группа дикорастущих полезных растений (ДПР), в которую входят дикие виды, традиционно широко употребляемые человеком, но не возделываемые, а собираемые в природе. Практически во всех регионах России, особенно в лесной и лесостепной зонах, местное население в большом количестве собирает ягоды клюквы, земляники, брусники, черники, малины, плоды диких яблонь, груш, алычи, тёрна, барбариса и других плодовых растений, а также грибы, орехи, лекарственные растения. В тех регионах, где земледелие не развито из-за суровых природных условий, например, в горных районах Алтая и Восточной Сибири, население использует в качестве овощных растений дикие лук, щавель, ревень, а также ягоды – облепиху, смородину, крыжовник. Часть диких видов относится к числу ДРКР, другая (особенно-кормовые, лекарственные травы) – к полезным растениям местной флоры.

Генетические ресурсы растений играют ключевую роль в обеспечении не только продовольственной безопасности и благосостояния каждой страны, но и экономического процветания. Целенаправленный сбор и надежное сохранение компонентов агробиоразнообразия, особенно – в местах происхождения и максимального разнообразия генетических ресурсов растений – задача первоочередной важности любого государства.

После принятия «Конвенции о биоразнообразии» (1992) сохранение генетического разнообразия в условиях их естественного обитания (*in situ*) становится в мире приоритетным направлением – Конвенция, подписанная 170 странами мира, является главной составляющей стратегии и политики каждого государства в области биоразнообразия и признает *in situ* основным типом сохранения.

В 1996 году комиссия ФАО ООН по генетическим ресурсам растений утверждает Глобальный план действий по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для продовольствия и сельского хозяйства (ГПД), определяющий стратегические направления деятельности по *in situ* сохранению (IV блок мероприятий) и развитию ГРП на локальном, региональном и международном уровнях (Global, 1996). В 2002 году Конференция сторон – высший орган Конвенции о биоразнообразии – утверждает Стратегический План сохранения растительного разнообразия. Глобальный план ФАО принимается в качестве важнейшего компонента этого плана. Практически все страны мира приступили к разработке на-

циональных стратегий сохранения генетических ресурсов растений, основываясь на этих международных документах.

На национальном уровне стратегия сохранения *in situ* и устойчивое использование компонентов биоразнообразия регулируется Национальными программами, разрабатываемыми с учетом национальных особенностей в рамках перечисленных документов, и утверждаемые правительством.

Обе существующие на сегодняшний день основные стратегии сохранения ГРП, *ex situ* и *in situ*, имеют свои **достоинства** и **недостатки**, но они, тем не менее, могут и должны дополнять друг друга (табл. 1).

Табл.1. Достоинства и недостатки основных методов сохранения ГРП.

Основные достоинства	Основные недостатки
EX SITU	
<p>Сосредоточенность растительного разнообразия как исходного материала в одном месте, в искусственно контролируемых условиях;</p> <p>Относительная безопасность и гарантия сохранения;</p> <p>Возможность последовательного и целенаправленного изучения, а также – ускоренного использования в селекции;</p> <p>Оперативная доступность для пользователя;</p> <p>Централизованное управление, возможность обработки данных, создание единой БД;</p> <p>Возможность постоянного учета и контроля за продвижением материала.</p>	<p>Сохраняются лишь <i>отдельные</i> фрагменты популяций: отдельные растения, семена, ДНК, пыльца или вегетативные части растений;</p> <p>Состав коллекции постепенно обедняется в связи с постоянным пересевом и механическими потерями;</p> <p>Содержание коллекций и их поддержание в живом виде связано с большими финансовыми затратами (NPGS – Нац. система по работе с растительной геноплазмой – расходует только на однократную репродукцию клевера или люцерны 300 - 500 \$ США);</p> <p>Наличие штата научных сотрудников и технического персонала для работы с коллекций и необходимость их профессиональной подготовки.</p>

IN SITU

<p>В экосистемах продолжается процесс эволюции;</p> <p>Сохраняется ценоз; вид взаимодействует с окружающей средой;</p> <p>Генетический состав популяции не обедняется отбором отдельных элементов; только во всем своем многообразии, во взаимосвязи и сосуществовании популяций др. с др., сохраняется таксон любого ранга, в т.ч. и вид;</p> <p>Все компоненты биоразнообразия также находятся в тесной взаимосвязи друг с другом (насекомые-опылители, животные-разносчики семян и др.);</p> <p>Местное население может участвовать в процессе сохранения;</p> <p>Финансовые затраты меньше, чем при сохранении коллекций</p>	<p>Устойчивая и возрастающая угроза исчезновения в связи с антропогенным воздействием;</p> <p>Отсутствие единой национальной стратегии сохранения и единой методики исследований;</p> <p>Отсутствие методической базы для проведения мониторинга, сохранения, учета и контроля за компонентами биоразнообразия; отсутствие БД;</p> <p>Отсутствие координирующего учреждения и обеспечение его научной базой для изучения;</p> <p>Относительная труднодоступность и неоперативность в получении материала для пользователей.</p>
--	---

В России, например, как и в ряде других стран, сохранением РР занимается множество различных организаций:

- ботанические сады, питомники, живые коллекции, генбанки – сохраняют отдельные компоненты РР;

- научные учреждения на основании проведенных исследований дают рекомендации по охране отдельных видов растений (издают Красные книги, выпускают специальные списки и др.);

- охраняемые природные территории (ОПТ) сохраняют компоненты биоразнообразия;

– министерства (природных ресурсов, охраны окружающей среды и природных ресурсов и др.), ведомства, правительственные агентства разрабатывают законы, принимают постановления по охране отдельных видов и популяций растений, организуют охраняемые природные территории различных рангов и организуют специальные программы и проекты. К сожалению, обычно не существует ни четкой координации деятельности в этой области, ни единой стратегии сохранения компонентов РР. Сохранением же компонентов агробиоразнообразия, как составной части растительного разнообразия, специально не занимается ни одно специальное ведомство или организация.

За последние десятилетия в разных странах предлагались разные модели сохранения генетических растительных ресурсов. Наиболее универсальной является модель, предложенная N. Maxted, B. Ford-Lloyd and D. Hawks (1997) и доработанная позже представителями 22 европейских стран в рамках 3-летнего проекта Conserving Europe's Plant Genetic Resources (PGR Forum) и опубликованная N. Maxted & S. Kell (2009). Эта модель, с поправками на национальные особенности, применима для большинства стран мира:

- **выбор «целевых» таксонов** – родов в семействе, секций в роде, подвидов в виде и др.

- **характеристика для целей проекта** (включает сбор информации по территории, условиям произрастания и направлениям использования «целевых» таксонов);

- **предварительный эколого-географический обзор** (анализ экологической, географической и таксономической информации по «целевому» таксону);

- **объекты сохранения** (отдельные виды, отдельные популяции) и их особенности (требования объекта к влаге, высоте, температуре, типам почв и др.);

- **полевые исследования** – уточнение мест локализации популяций выбранного таксона для сохранения его максимального генетического разнообразия: чтобы ответить на вопрос, сколько растений надо сохранять, каких именно, надо знать разнообразие внутри и между популяциями, структуру популяции, систему размножения, таксономические и эколого-географические и биологические особенности вида;

- **определение стратегии сохранения: *EX SITU* – *IN SITU*.**

Стратегия сохранения *in situ* подразделяется авторами на три типа:

- ***genetic reserves (in nature)***; сохранение в природе) – дикие виды близкого и дальнего родства с культурными растениями (дикие родичи культурных растений – ДРКР);

– **on farm** (поддержание в культуре в фермерских хозяйствах) – хорошо адаптированные к местным условиям локальные популяции (ландрасы) традиционно культивируемых растений, с использованием традиционных приемов возделывания;

– **home gardens** (выращивание в частных садах).

Каждая стратегия имеет свои особенности в определении объектов и территорий, в выявлении приоритетов сохранения, и т.д. (табл. 2).

Табл. 2. Основные типы стратегии сохранения ГРП

Сохранение <i>in situ</i>		
<i>in nature</i>	<i>on farm</i>	
genetic reserves (сохранение в природе)	fields (поддержание в культуре - в полях)	home gardens (выращивание в садах)
проходит без вмешательства или при минимальном вмешательстве человека	осуществляется человеком с использованием традиционных приемов агрокультуры	
проходит в естественных природных условиях и подчинен действию естественного отбора	проходит в условиях, созданных человеком, и подчиняется действию искусственного отбора	
не требует больших финансовых, временных и других затрат	требуют финансовых, временных и других затрат	

Подходы к сохранению и сбору агробιοразнообразия были предложены также М. Г. Агаевым в разработанных им принципах *общей теории дифференциальной мобилизации* генофонда особо ценных видов растений (ОТДМ, Агаев, 1999, 2001). В качестве исходного пункта теории предлагается рассматривать **дифференциально-целевой** принцип. Функцию общего ориентира призван выполнять принцип **экологических аналогов**, фундамент которого заложен Г. Майром (Maug, 1890, 1906, 1909) в учении о климатических аналогах. Базовыми принципами ОТДМФ можно считать **сравнительно-флористический** и **историко-флористический**. Ими можно и нужно руководствоваться при решении двух ключевых вопросов проблемы мобилизации и сохранения фитогеноресурсов, а именно: фитогенофонд каких именно видов из состава каких конкретных флор собирать, и каких видов –

сохранять. В роли ключевого пункта ОТДМФ выступает **ЭВОЛЮЦИОННО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ** принцип, заключающийся в осуществлении планомерной работы по массовому сбору генофонда особо ценных растительных объектов трибовыми, родовыми и видовыми комплексами. Вполне корректное и высокоэффективное использование данного принципа возможно только при обязательном тщательном учете различных форм эволюционно-генетической дифференциации в пределах как родовых, так и видовых комплексов. Об исключительной важности эволюционно-таксономического принципа ДМФ может весьма убедительно засвидетельствовать такой факт, как крайне ограниченное число близких диких родичей. Например, всего один вид у культуры баклажана, относящейся к роду *Solanum* L., в котором различают до 2500 видов. Фундаментальным является **ЭВОЛЮЦИОННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ** принцип, суть которого состоит в выявлении в ареале интродуцируемого вида центров локализации его наибольшего генетического разнообразия и в осуществлении МФ именно в этих генцентрах. Следует различать две категории видовых генцентров, а именно: 1) «эпигенцентры» и 2) «микrogenцентры». Для ориентировочного установления таких генцентров у особо ценных видов растений огромное значение имеют материалы гербарных коллекций, а также данные по их географии.

Общим моментом трех взаимосвязанных принципов ОТДМФ, а именно: **генетико-метапопуляционного, генетико-микрораспространенного, генетико-субпопуляционного**, является мобилизация фитогеноресурсов конкретного вида популяционными или внутривидовыми блоками (комплексами) или «демофондами». **Генетико-микрораспространенный** принцип сводится к мобилизации генофонда уникальных микрораспространенных, встречающихся в явно экстремальных условиях, в том числе на периферии видовой ареала. **Генетико-субпопуляционный** принцип заключается в дифференциальной МФ из состава отдельно взятых (особо выдающихся) фитораспространенных с учетом и вычленением компонентов их резко выраженного структурного, фенологического, хорологического и других типов генетического полиморфизма. **Индивидуально-бионтный** принцип нацелен на поиск в агрофитопопуляциях биотипов с резко выраженной индивидуальностью по хозяйственно или биологически ценным признакам, а также сбор с них семян либо других диаспор. По свидетельству Н. И. Вавилова (1931, 1965), в популяциях диких родичей плодовых нередко встречаются особи с хозяйственно ценными признаками, которые превосходят мировые стандарты. **Метапопуляция** (R. Levins, 1970, цит. по: Агаев, 1999) является экологической или географической совокупностью более или менее четко изолирован-

ных локальных популяций, но тесно связанных между собой через миграции особей и поток генов. Поэтому когда население вида представлено системой метапопуляций, тогда для мобилизации его генофонда нужно дифференцированно собирать образцы целого ряда наилучших локальных популяций определенных биотопов или регионов, но преимущественно локализованных в центральной части метапопуляционных систем. В этом случае природный генофонд вида в генетических коллекциях будет представлен не единичными и случайными фрагментами, а целыми блоками генетического разнообразия. Индивидуально-бионтный принцип сохранения генетических ресурсов растений (Агаев, 1987), предполагает, что в пределах каждого компонента полиморфизма семена или иные диаспоры следует собирать отдельно как минимум с 10-20 индивидуальных растений с учетом их гетерогенности по тем или иным «наследственным» признакам. В итоге такой «сверхдробной» мобилизации в коллекциях даже одна единственная особо ценная популяция будет представлена огромной суммой образцов – порядка 100-200. При творческом использовании комплекса принципов общей теории дифференциальной мобилизации генофонда особо ценных видов растений, разработанной в ВИР, относительно быстро и без больших затрат можно успешно создавать достаточно компактные коллекции их генофонда, обладающие богатейшим потенциалом генетического разнообразия.

Генетико-микропопуляционный принцип сводится к мобилизации генофонда уникальных *микропопуляций*, встроенных в явно экстремальных условиях, в том числе на периферии видового ареала. Также микропопуляции нередко характеризуются не только высоким адаптивным потенциалом, но и огромным резервом генетического разнообразия (Дубинин, 1948, цит по: Агаев, 2001). Популяции такого типа следует рассматривать как эволюционно продвинутые и высокоперспективные для селекции.

При организации и проведении работ по ДМФ и по сохранению ГРР, таким образом, основное внимание следует уделять фитогеноресурсам особо ценных видов, среди которых можно различать: 1) виды важнейших культурных растений как традиционных, так и нетрадиционных - (КР); 2) дикие родичи основных культурных растений с селекционно-высокоценными генами (ДРКР); 3) особенно перспективные для интродукции виды полезных дикорастущих растений (ДПР); 4) виды дикорастущих растений для использования в междисциплинарных исследованиях в качестве удобных модельных объектов и 5) редкие и исчезающие виды растений, коллекционированный генофонд которых может послужить для целей интродукции.

Использование углубленных и комплексных исследований в области ключевой проблемы инвентаризации видового разнообразия «видофонда» (Агаев, 1999) и анализа сущности вида, как базового таксона, так и базовой единицы живой материи, действительно станет эффективными, качественно новыми лишь в том случае, если их проводить с позиций высокоэффективной общей теории вида. На базе именно такой теории можно осуществлять особо успешную работу по мобилизации, использованию и сохранению генофонда наиболее ценных видов растений, животных и микроорганизмов.

5. СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОССИИ И КАЗАХСТАНА)

В. В. Никитин и О. Н. Бондаренко (Коровина) (1973), О. Н. Коровина (1980) впервые обратили внимание на роль заповедников в целом в сохранении ДРКР на территории бывшего СССР. Ими опубликованы (Никитин, Бондаренко, 1975; Брежнев, Коровина, 1981; Природный генофонд ..., 1986) три варианта сводки диких родичей культурных растений страны. В последнем издании (Природный генофонд ..., 1986) не только приводится перечень растений полевого, овощного, плодового, ягодного, технического и других направлений использования – родичей культивируемых растений флоры территории бывшего СССР, но и информация о произрастании их в заповедниках. Согласно этой работе, на территории страны было известно 763 таких вида, что составляло около 3% от известной тогда флоры (21119 видов, по: Черепанов, 1981). Лишь около половины (390 видов) их произрастало на территории 135 функционировавших тогда заповедников, из них 39 видов были включены в Красную книгу СССР 1984).

Однако за 30 лет, минувших со времени приведенных выше публикаций, были пересмотрены некоторые критерии выделения ДРКР, получены новые данные о них, существенно возросла изученность сосудистых растений страны и отдельных заповедников, а также значительно увеличилось общее число заповедных территорий. Распад СССР ускорила необходимость подготовки такого списка для Российской Федерации. Это было осуществлено Всероссийским научно-исследовательским институтом растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР).

В ВИРе создается единая стратегия сохранения *in situ* культурных растений и их диких родичей на территории России (Smekalova, 2007). Основным материалом для разработки современной стратегии являются: коллекция национального генбанка России, гербарий ВИР (WIR), архивы экспедиций разных лет, базы данных «Гербарий ВИР», «Дикие родичи культурных растений России», литературные источники, в первую очередь – труды Н. И. Вавилова, Е. В. Вульфа, П. М. Жуковского, О.Н. Коровиной, региональные Флоры, Определители и специальные справочные издания и др.

Основными блоками стратегии являются: выбор объектов, приоритетных к сохранению, основанный на принципе неоднозначности видов по разным показателям; выбор территорий для сохранения *in situ*; разработка рекомендаций по мониторингу и менеджменту для разных объектов, включая конкретные мероприятия по реинтродукции отдельных таксонов и социально – экономические особенности (в том числе – основные аспекты работы с местным населением по

разъяснению необходимости щадящего отношения к использованию традиционных природных растительных ресурсов).

1. Первым этапом является создание полного списка видов ДРКР для территории России. Без тщательной инвентаризации видов ДРКР, произрастающих на территории России, невозможно начинать работу, направленную на сохранение. В настоящее время существует рабочий список. Работа над списком продолжается по мере того, как уточняется состав флоры России и состав видов, введенных в культуру. Материалом для составления списка служат флористические списки региональных флор, публикации по отдельным таксонам и гербарные коллекции, в первую очередь – гербария ВИР (WIR).

Созданию списка предшествует тщательный номенклатурно-таксономический анализ видов, уточняются объем, структура, название каждого вида. Список на сегодняшний день насчитывает 1680 видов, относящихся к 43 семействам и 195 родам. Список представляет собой не просто перечень выверенных современных *номенклатурных комбинаций*, он содержит *информацию о распространении видов, таксономическом составе, особенностях произрастания, направлениях использования* и др. Вся эта информация по каждому виду заносится в базу данных (БД) «Дикорастущие родичи культурных растений России». Такая база является многофункциональным инструментом для дальнейшего анализа ДРКР. Созданная в настоящее время версия ИПС содержит номенклатуру (латинские и русские названия таксонов, в том числе номенклатурные синонимы) и общую характеристику видов ДРКР, произрастающих на территории России. Общая характеристика включает в себя: ранг по степени родства с культурными растениями, распространение (общее и более подробно в пределах России), наиболее характерные места обитания, тип жизненной формы, характер использования, критерии сохранения. Описание каждого вида планируется проиллюстрировать цифровыми фотографиями гербарного образца из коллекции Гербария ВИР и растения в условиях произрастания, а также картой ареала (эта работа начата). Вся собранная в ИПС информация обязательно сопровождается ссылками на использованную литературу.

Для облегчения ввода и формализации заносимой в базы данных информации, ИПС снабжена словарями: «Административное деление России», «Заповедники», «Характеристика места обитания», «Жизненные формы», «Критерии сохранения», «Характеристика почв». Во избежание ошибок при вводе номенклатурных данных были созданы словари «Номенклатура семейств» и «Номенклатура родов».

Система позволяет вести поиск и выбор информации: *по номенклатуре; по географии* (по региону, административным областям и рай-

онам России и заповедникам); по характеристике использования; по группам ранжирования, определяемым как степень родства с культурными растениями; по критериям сохранения. Предусмотрена возможность поиска видов по множественным запросам.

Из результатов анализа видов ДРКР по типу использования следует, что несомненное лидерство принадлежит кормовым растениям, далее идут пищевые (плодовые, ягодные и овощные), технические.

Географический анализ показал, что виды ДРКР неравномерно распределены по регионам России. Во флористическом отношении территория Европейской части России очень многообразна и представляет собой конгломерат флор различного генезиса, поэтому максимальное число видов ДРКР (838) произрастает на этой территории. Большую часть из них составляют виды, широко распространенные в пределах Голарктического флористического царства. Кавказ в целом – один из наиболее богатых видами регионов России (738 видов ДРКР). На флору Российского Дальнего Востока оказывает влияние восточноазиатский центр видообразования, поэтому видовой состав здесь своеобразен и содержит большое количество видов, произрастающих только на данной территории (223 из 598). Меньше всего ДРКР сконцентрировано на территории Западной Сибири (539).

2. Второй этап стратегии – выбор объекта сохранения. Для его реализации нами были разработаны критерии приоритетности к сохранению ДРКР на территории России.

Таких критериев два:

А. Родство и экономическая важность.

Б. Редкость и уязвимость.

Наиболее важным следует считать критерий редкости: если мы не сохраним вид сегодня, завтра его экономическая составляющая потеряет свою значимость.

Для выделения приоритетных к сохранению видов каждый вид из общего списка ДРКР анализируется нами по обоим критериям, состоящим из отдельных показателей:

А. Критерий родства и важности состоит из показателей

– *участия в селекционном процессе* (непосредственное использование, участие в гибридизации, использование в качестве доноров полезных признаков, в качестве подвоев и т. п.),

– *степени использования в хозяйственных целях* и

– *систематической (таксономической) близости к культивируемому виду.*

По результатам анализа по данному критерию, проведенного с использованием большого количества литературы и консультаций ку-

раторов коллекций различных культур генбанка ВИР, общий список ранжируется на 5 групп:

1) Вид представлен в культуре, имеет сорта, экономически важен (189 видов).

2) Вид участвует в скрещиваниях, используется как подвой или источник генов (72 вида).

3) Перспективен для использования, находится в близком родстве с культурным видом (в составе одной секции, одного подрода) (169 видов).

4) Другие полезные виды этого рода (полезные растения), используемые в собирательстве или народной селекции (сортов нет) (более 350 видов).

5) Все остальные виды данного рода (856 видов).

Из всех видов ДРКР в первую группу ранжирования попадает только 189 видов, то есть в сельскохозяйственном производстве интенсивно используется всего лишь десятая часть полезного фитогенофонда страны. Наиболее активно используемыми в селекции являются растения первых двух групп (261 вид). Виды третьей и четвертой группы представляют собой потенциал для привлечения в хозяйственную деятельность, поэтому тоже являются потенциально важными, интересными для исследований и перспективными для использования.

Б. Критерий редкости и уязвимости

Виды ДРКР *неравнозначны также по степени редкости, уязвимости, угрозы исчезновения и т. п.* Некоторые из них включены в Международную и региональные «Красные книги» и отнесены по международной классификации, принятой Международным союзом охраны природы к следующим категориям редкости:

- исчезающие (Endangered),
- уязвимые (Vulnerable),
- редкие (Rare).

Такие виды подлежат первоочередному сохранению *in situ*. К числу приоритетных SAR в сохранении видов должны быть также включены и узколокальные эндемы и субэндемы различных регионов, и, в отдельных случаях – реликты разных эпох, а также виды ДРКР, имеющие на территории России небольшую часть ареала.

Таким образом, проанализировав ранжированный список ДРКР по обоим критериям, мы выделили группу видов ДРКР, нуждающихся в первоочередном сохранении (приоритетных к сохранению) *in situ*: виды из числа ДРКР, которые относятся к перечисленным выше категориям редкости, узколокальные эндемики и субэндемики различных регионов России; виды, входящие в группы ранжирования 1,2 (наибо-

лее экономически важные). В настоящее время в список приоритетных к сохранению включено около 340 видов ДРКР.

3. Выбор территории сохранения. Для уточнения территорий, на которых должны сохраняться приоритетные виды, строятся карты их ареалов. Основным материалом для построения карт ареалов служит географическая информация с этикетки гербарного листа, в первую очередь – гербарной коллекции ВИР и других гербарных коллекций СТРАНЫ (всего использованы материалы 13 отечественных гербарных коллекций). Принципиальными моментами при построении карт являются следующие:

- ареалы строятся с помощью ГИС-технологий, что дает возможность совмещать точки или контуры ареалов с картами (типов растительности, почв, климатическими и любыми другими);

- карта – основа включает территорию бывшего СССР, что позволяет более точно очерчивать естественные ареалы видов, которые, как известно, не признают административных границ, предпочитая в своем распространении ограничиваться природными лимитирующими факторами.

Наложение карт ареалов приоритетных к сохранению таксонов позволяет, в частности, выявить места их максимальной концентрации, так называемые **горячие** или **ядровые зоны**. Совмещение карт ареалов с почвенно-климатическими картами территорий даёт возможность выявить факторы, лимитирующие распространение отдельных таксонов и популяций.

Сохранять все приоритетные виды не только на всем протяжении естественных ареалов на территории России и сопредельных государств, но даже в пределах выявленных зон концентрации в настоящее время не представляется возможным, как не представляется возможным организовывать специальные резерваты для их сохранения даже в местах их максимальной концентрации. Часто в этом нет необходимости – подавляющее большинство видов ДРКР – широко распространённые виды, не нуждающиеся в специальных мерах охраны.

Кроме того, организация любых специальных резерватов в нашей стране в настоящее время в сложившихся современных условиях весьма затруднительна. При этом определённая, хоть и незначительная, часть видов из числа ДРКР находится под реальной угрозой исчезновения и нуждается в первоочередных мерах охраны.

Наиболее реальная возможность – сохранять эти виды в пределах уже существующей сети Охраняемых природных территорий (ОПТ). Для осуществления этого подхода был проведен сопряженный анализ баз данных «Дикорастущие родичи культурных растений Рос-

сии» и «Сосудистые растения в заповедниках России», что позволило осуществить анализ ДРКР в заповедной сети страны.

Выяснилось, что на территории 91 заповедника (из 100 на октябрь 2004 г.), произрастает 1147 видов родичей культурных растений из 39 семейств, то есть 71,2% от их общего числа.

Около 29% от общего числа ДРКР (463 вида) не растет ни в одном из заповедников России (по крайней мере, они не обнаружены на сегодняшний день).

В наибольшей степени, используемые в селекции виды (виды первых двух групп ранжирования) составляют в заповедниках 203 вида (около 18% от общего числа ДРКР).

Оказалось значительным число видов ДРКР (408, или 36% от их общего числа), обнаруженных на территории только одного из заповедников России.

Больше всего видов ДРКР произрастает в заповедниках Кавказа, гор юга Сибири, Приморья и южной половины Европейской России (в скобках указано общее число видов во флоре): Кавказский – 246 (1439); Алтайский – 237 (1357); Хоперский – 231 (1159); Лазовский – 230 (1272); Центрально-Черноземный – 228 (1036). Меньше всего видов ДРКР – в заповедниках северных районов Сибири и Дальнего Востока: Сохондинский – 169 (988); Хинганский – 169 (972); Уссурийский – 162 (815); Кедровая Падь – 160 (909); Саяно-Шушенский – 159 (967).

18 видов ДРКР, произрастающих в заповедниках, занесены в Красную Книгу РСФСР (1988): *Allium altaicum* Pall., *A. pumilum* Vved., *Lathyrus litvinovii* Iljin, *Armeniacia mandshurica* (Maxim.) Skvortsov; *Viburnum wrightii* Miq.; *Rheum altaicum* Losinsk.; *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Bean; *Medicago cancellata* Bieb. и др.

6 видов, обнаруженных на территориях заповедников, включены в Международный Красный список редких и исчезающих видов: *Allium altaicum* Pall., *Allium pumilum* Vved., *Elytrigia stipifolia* (Czern. ex Nevski) Nevski, *Secale kuprijanovii* Grossh., *Medicago cancellata* Bieb., *Staphylea colchica* Stev.

Можно предположить, что судьба видов, вошедших в границы заповедных территорий, будет более благополучной, чем судьба оказавшихся за их пределами. Виды, не вошедшие в границы ни одного из заповедников страны, уже выявлены. К ним относятся, в частности, дикая хурма *Diospyros lotus* и дикий гранат *Punica granatum*.

Места скопления ДРКР за пределами территорий заповедников можно рассматривать как территории для создания микрорезерватов и использовать для выделения новых или для расширения существующих охраняемых территорий. Основными объектами охраны на этих дополнительно выделенных территориях будут виды ДРКР.

4. Следующий этап работы – разработка программы мониторинга с целью разработки конкретных мероприятий по сохранению. Для разработки программы мониторинга необходимо провести комплексные *геоботанические, фитоценоотические, популяционные* и др. исследования по каждому приоритетному к сохранению виду. Наиболее важны комплексные популяционные исследования, которые должны включать не только анализ численности, структуры, продуктивности, но и давать оценку ценности, прогноз жизнеспособности популяции. Особое внимание следует уделять при этом гетерогенным краевым популяциям ареала вида, несущим в своем составе оригинальную генетическую информацию.

5. Разработка мероприятий по сохранению (менеджмент).

Наиболее важным результатом реализации этого блока стратегии следует считать создание конкретных рекомендаций различным организациям, прежде всего – природоохранным структурам и специалистам ООПТ, по сохранению ДРКР:

1) Предложение специалистам заповедников считать виды ДРКР объектом сохранения. Составить списки видов ДРКР, приоритетных к сохранению на территориях конкретных заповедников.

2) Предоставление им информации о биологических, географических и экологических особенностях видов, предлагаемых к сохранению.

3) Подготовка документов и материалов для природоохранных структур с целью обоснования необходимости включения видов ДРКР как объектов первоочередной важности в списки сохраняемых *in situ* объектов в пределах ОПТ, расширения существующих, а в отдельных исключительных случаях – создания новых ОПТ различных рангов.

4) На основании результатов мониторинга давать прогноз жизнеспособности популяции. В случае выявления сокращения численности или угрозы исчезновения популяции рекомендовать местным органам власти, природоохранным ведомствам и ближайшим ОПТ конкретные меры по ее сохранению, поддержанию в равновесном состоянии, в отдельных случаях – давать рекомендации по восстановлению компонентов популяции.

5) Конкретные рекомендации по выбору стратегии сохранения. Оптимальным решением проблемы должно быть применение комбинированной стратегии сохранения: *ex situ/in situ*.

Комплекментарный подход предполагает использование оптимального сочетания различных методов сохранения, которые, дополняя друг друга, смогли бы обеспечить максимально надежное сохранение, с учетом особенностей объекта сохранения в каждом конкретном случае. Попыткой реализации такого подхода в России, в частности, является осуществляемая в последние годы совместная рабо-

та сотрудников ВИР и БИН РАН по сохранению староместных сортов яблонь Карельского перешейка (Сорокин и др., 2009).

Карельский перешеек – старинный очаг северного садоводства, где, благодаря особым почвенно-климатическим условиям и цепи культурно-исторических событий, сложился особый, отличный от других районов возделывания яблони, сортимент. В садах Карельского перешейка встретились два мощных потока интродукции: один – из Скандинавии и стран Западной Европы, другой - из северо-западных и центральных регионов Российской империи. В этих садах до сих пор встречаются не только старинные сорта, помологические названия которых за давностью лет утеряны, но и формы, отобранные местными садоводами из растительного материала яблони неизвестного происхождения.

Этот местный генофонд является уникальным по своему адаптивному потенциалу, поскольку он перенёс ряд зим, когда морозы достигали 40 и более градусов, и в тоже время очень уязвимым, поскольку, в основном, представлен деревьями, перешагнувшими возрастной рубеж 65 – 80 лет. Из-за отсутствия какого бы то ни было ухода значительная часть из них может быть утеряна навсегда уже в ближайшем будущем. Для обеспечения надежного сохранения уникального сортимента садов Карельского перешейка нами была разработана схема комплементарного сохранения, которая включает в себя:

- Создание базового резервата для *in situ (on farm)* сохранения староместных сортов яблони на месте бывших финских хуторов в окрестностях озера Отрадное (Приозерский район Ленинградской области, территория Научной Опытной Станции Ботанического института им. В.А.Комарова);
- интродукция (в отдельных случаях – реинтродукция и репатриация) отдельных форм в сады Ленинградской области и сохранение их *ex situ* (или, в случае репатриации – *on farm*);
- закрепление в полевой коллекции Пушкинского филиала ВИР – (*ex situ*);
- закладка на длительное хранение в жидком азоте 2-почковых черенков в криогенном хранилище ВИР (*ex situ*).

5.1 Подходы к сохранению диких родичей культурных растений Казахстана

Н. И. Вавилов относил Центральную Азию к одному из мировых центров происхождения культурных растений и их близких родичей (Hawks, 1998). Особенно богатое растительное разнообразие характерно для горных территорий.

Около 4,5% территории Казахстана покрыты лесами. Горные экосистемы Казахстана объединяют более 30 формаций растительности с доминированием древесных, кустарниковых и травянистых видов. Среди них – ельники, пихтовники, лиственничники, листопадные яблоневые, абрикосовые и другие растительные сообщества, формации барбариса, шиповника, арчи, а также многочисленные разнотравные сообщества. Некоторые типы лесов, в том числе – плодовые (яблоневые, абрикосовые, грецкого ореха и др.), уникальны для региона (www.caresd.net/img/docs). Виды, формирующие данные сообщества, относятся к категории редких и требуют охраны (www.globaltrees.org/rl_centralasia; IUSN Red List Categories, 2001; и др.). В категорию редких и нуждающихся в первоочередном сохранении попадают, в том числе, виды ДРКР: *Crataegus divaricata*, *C. necopinata*, *C. knorringiana*, *Lonicera karataviensis*, *L. paradoxa*, *Pyrus cajon*, *Ribes malvifolium*, *Juglans regia*, *Pistacia vera*, *M. niedzwetzkyana*, *M. sieversii* и другие центральноазиатские виды. Темпы разрушения природных растительных сообществ, включающих данные виды, колоссальны. Так, за последние 30 лет сокращено до 70% яблоневых лесов. В то же время, молекулярно-генетические исследования показали, что один из видов яблони, *M. sieversii*, является одним из основных предков культурной яблони (Harris et al., 2002). При этом известно, что именно использование гермоплазмы этого вида, собранной в 1990-х годах в Казахстане, позволила *USDA Agricultural Research Service* вывести новые сорта яблонь, устойчивые к болезням и вредителям (Forsline et al., 2003).

Проблема сохранения ДРКР региона *in situ*, в соответствии с модельной Стратегией сохранения, сводится к необходимости сохранения приоритетных таксономических единиц РР в составе природных растительных сообществ.

Первым, наиболее важным этапом стратегии является составление списка приоритетных к сохранению таксонов, в первую очередь – видов, и списка локальных флор (сообществ), в которых данные таксоны встречаются. Для политипных видов обязательно должен быть проведён детальный анализ внутривидовых таксонов различного ранга, прежде всего – уточнены их объёмы, определены таксономически значимые признаки, исследованы географические, экологические, биологические, популяционные особенности.

Malus sieversii – ближайший родич и, предположительно, предок культурной яблони. Остатки некогда громадных массивов яблоневых лесов сохранились лишь в Казахстане – в Заилийском и Джунгарском Алатау, в Киргизии – на Западных склонах Ферганского и южных склонах Чаткальского хребта (Пономаренко, 1979), в Таджикистане – в восточных районах (Запрягаева, 1963) и в Западном Тянь-Шане, в остат-

ках третичных лесов (Коровина, Черноморская, 1981). Чистые яблоневые леса встречаются редко, чаще яблоня растёт в сообществе с осиной, алычей, боярышником, грушей, грецким орехом, шиповником (Пономаренко, 1979). Оптимальные условия произрастания – склоны северной экспозиции. Высота над уровнем моря – 1500-2500 м. В естественных условиях яблоня размножается корневыми отпрысками, реже – семенами. Одна из причин исчезновения яблони – неконтролируемый выпас скота, который уничтожает молодые корневые отпрыски, повреждает взрослые деревья, объедая молодые побеги. К сокращению ареала приводит распашка земли, скашивание травы на сено, вырубка деревьев и кустарников, варварский способ сбора плодов с обламыванием ветвей. Создание лесосадов также постепенно вытесняет дикорастущие формы плодовых, которые создавались природой миллионы лет (Коровина, Черноморская, 1981).

Яблоня Сиверса относится к числу объектов, подлежащих приоритетному сохранению в составе природных растительных сообществ. Ни один дикорастущий вид яблони на земном шаре не отличается таким внутривидовым разнообразием как яблоня Сиверса (Джангалиев, 1977; Пономаренко, 1979). По мнению В.И. Запрягаевой (1964), высокий полиморфизм вида является не только свидетельством сильной популяционной изменчивости (в том числе и мутагенной), но обусловлен гибридизацией форм этого вида с сортами культурной яблони. На эти факты ещё раньше обращали внимание М. Г. Попов (1929), С. В. Юзепчук (1939), Сперанский (1936) и др. Разными специалистами по результатам изучения яблони Сиверса в различных частях ареала вида (Запрягаева, 1964 – Памиро-Алай, Коровина, Черноморская, 1981 – Западный Тянь-Шань, Пономаренко, 1991 – Казахстан, Васильченко, 1963 – Кондаринское ущелье, Гурский, 1954 – горный Бадахшан, и др.) описаны многочисленные популяции, внутривидовые таксоны или даже выделены мелкие виды. Основанием для выделения таксонов служили, однако, в значительной степени заходящие признаки, такие как форма кроны, длина побегов, степень опушенности листьев, размер и форма плодов. Такие признаки не могут быть критерием для распознавания внутривидовых таксонов, так как они не константны и весьма изменчивы (Коровина, Черноморская, 1981). В то же время выявлено, что признаки плода – форма, окраска, консистенция мякоти – постоянны, и могут служить для разграничения таксонов внутривидового ранга. По данным признакам описано, в частности, 20 форм для территории Западного Тянь-Шаня (Коровина, Черноморская, 1981). По мнению авторов, для таксона ранга формы характерен комплекс наследуемых морфологических признаков, не связанных ни с ареалом, ни с экологией. Типовые экземпляры внутривидо-

вых таксонов, назначенные О.Н.Коровиной, хранятся в гербарии ВИР и являются бесценным материалом не только для проведения таксономической ревизии вида, но и для разработки конкретных мер по сохранению вида. Для территории Казахстана описано 12 разновидностей (Пономаренко, 1991). К сожалению, при описании казахстанских форм не была проведена процедура законного обнародования согласно правилам Международного кодекса ботанической номенклатуры. Не указана для разновидностей и их географическая приуроченность.

Таким образом, первым шагом на пути сохранения яблони Сиверса должно быть детальное изучение таксономического состава вида, морфологических, географических, экологических и биологических особенностей внутривидовых таксонов. В оценке генетических ресурсов растений важная роль должна отводиться использованию уже апробированных в Республике молекулярно-генетических методов. Используя IUCN категории, национальную и региональные Красные книги, следует уточнить также статус сохранения для каждого таксона и разработать систему мониторинга. Мониторинг следует проводить на уровне ценопопуляций, включая в исследование не только общие характеристики популяций (состав, структуру, численность), но и такие показатели, как жизнеспособность, стабильность, выполняющие прогностические функции и необходимые для разработки рекомендаций по сохранению.

Все данные, полученные по каждому таксону и по каждой ценопопуляции, должны быть включены в базы данных (БД). Примером таких БД может служить БД ДРКР УК (www.rbghkew.org.uk/data/sid/).

«Только хорошо зная объект исследования, можно правильно поставить задачу и решить её» – отмечал Н. Фризен (2007). Разработка научно обоснованной стратегии сохранения и восстановления (реинтродукции и репатриации) как объектов сохранения, так и растительных сообществ, возможна лишь на основе анализа всех полученных результатов по каждому приоритетному к сохранению объекту и по каждому сообществу, в котором объект произрастает.

Сотрудничество различных научных и природоохранных организаций соседствующих стран, комплексный, разносторонний подход к изучению, мониторингу и менеджменту приоритетных таксонов и территорий могут помочь успешно решить проблему их сохранения.

6. РЕИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ

Известно, что сохранение местообитаний и отдельных видов *in situ* является предпочтительным по отношению к сохранению видов *ex situ*. Однако масштабы разрушения природных сообществ во многих регионах часто не оставляют возможностей для сохранения растений в естественных условиях. В связи с этим, реинтродукцию отдельных видов растений на сохранившиеся природные территории, а в будущем – и восстановление, и реконструкцию целых сообществ, следует рассматривать в качестве перспективных мер по спасению растений, находящихся под угрозой исчезновения. Среди ботаников весьма часто встречается неоднозначное отношение к самой концепции реинтродукции, хотя зоологи, опираясь на нее, достигли хороших результатов в сохранении ряда видов птиц и крупных млекопитающих.

Под *реинтродукцией* понимается восстановление популяций вида в местообитаниях или областях, которые когда-то были частью его исторического ареала, и где он был уничтожен или вымер. В рамках этого широкого понятия применяют еще два термина (Gorbunov et al., 2008):

Транслокация – преднамеренное или вынужденное перемещение дикорастущих индивидуумов или популяций из одной части ареала вида в другую.

Рестаурация – восстановление, усиление угасающих популяций вида.

Обширнейший опыт реинтродукции древесных растений имеется у лесников по искусственному воспроизводству и перемещению популяций ценных пород. Однако в этой области преобладал селекционный подход, который неприемлем для сохранения природного генофонда видов.

Реинтродукция, как способ восстановления популяций редких видов растений и растительных сообществ или повышения уровня их жизнеспособности, является сложным мероприятием. Она включает долгосрочные, дорогостоящие и требующие значительных временных затрат работы, которые, к тому же, далеко не всегда могут оказаться успешными. Поэтому реинтродукцию следует рассматривать в качестве крайней меры, когда все возможные способы сохранения и восстановления популяций *in situ* оказались неэффективными (Valee et al., 2004).

К настоящему времени накоплен обширный материал по реинтродукции растений. Имеется богатейший опыт лесников по искусственному воспроизводству и перемещению популяций ценных по-

род. Множество работ было проведено по созданию и восстановлению запасов плодовых, ягодных, кормовых, лекарственных растений. Публикаций результатов таких работ очень много в журнале «Лесное хозяйство» (1960-1980 гг.), в сборниках конференций по изучению, охране и восстановлению растительного покрова.

Накоплен значительный опыт и по реинтродукции редких и исчезающих растений. Многолетние экспериментальные работы по созданию искусственных популяций в тех местах, где они когда-то были, проводились в Московской области Г. П. Рысиной в 70-80-х годах прошлого века по *Hepatica nobilis* Mill., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Pulmonaria angustifolia* L. (Рысина, 1984). Имеется много публикаций по созданию искусственных самовозобновляющихся популяций на особо охраняемых природных территориях, на участках природных биотопов в ботанических садах. (Тихонова и др., 2000; Тихонова, Беловодова, 2002).

Реинтродукция популяций растений должна включать следующие основные этапы (Akeroyd, Jackson, 1995; Gorbunov et al., 2008): 1) подготовительный этап; 2) проведение полевых исследований – изучение генетической структуры, биологии и экологии сохранившихся природных популяций и сбор материала для создания маточников; 3) размножение материала в условиях культуры; 4) выбор местообитаний для искусственных популяций; 5) создание искусственной популяции и 6) мониторинг реинтродукционных популяций. Главными требованиями на всех этапах являются строгая документация проводимых работ и обеспечение генетической репрезентативности реинтродукционного материала. Предпочтительно вести контроль генетической изменчивости на всех этапах работ по реинтродукции с помощью молекулярных методов.

Подготовительный этап включает составление плана работ, в который должны входить все мероприятия от начала до заключительного этапа работы по реинтродукции. Необходимо подобрать оптимальный состав группы, расписать конкретные задачи для всех участников проекта, оценить финансовые, материальные и временные возможности его выполнения. В этот план должно входить рассмотрение практических вопросов, связанных с размножением, созданием искусственных популяций и последующим поддержанием созданных популяций. Нужно определить примерное количество семенного и посадочного материала, который потребуется для создания искусственных популяций. Необходимо также составить календарный план мероприятий по проекту.

Детальные исследования дикорастущих популяций, в которых планируется сбор материала для целей реинтродукции, имеют ключевое значение.

ческое значение для обеспечения успешности работы. Они позволяют выяснить генетическую чистоту популяции, ее экологические особенности, выявить наличие вредителей и болезней. Весьма полезной при проведении предварительных полевых исследований и мониторинга созданных популяций может быть опубликованная в 1986 г. «Методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР» (Денисова и др., 1986).

Материал для сохранения и размножения в культуре собирают в процессе полевых исследований. Правильная процедура отбора образцов имеет важнейшее значение, она должна обеспечить максимальный сбор существующей генетической изменчивости.

При создании новых популяций используют материал, выращенный на долговременных маточниках. Для некоторых целей, например для реставрации (усиления) ослабленных популяций или при необходимости переноса (транслокации) популяций, которым угрожает полное уничтожение (при строительстве дорог, зданий или других сооружений или вследствие природных катаклизмов) могут создаваться временные живые коллекции, на которых растения выращиваются до возраста 2-3 лет с последующей пересадкой в естественные условия. Исходный материал для создания таких коллекций заготавливается в данных конкретных популяциях. Не допускается использование в этих целях материала из других популяций или отселектированного материала.

При выборе участков для реинтродукции конкретных видов предпочтение следует отдавать участкам, о которых известно, что на них ранее росли природные популяции этих видов. Участки для размещения реинтродукционных популяций должны строго соответствовать экологическим требованиям реинтродуцируемых видов.

Важным вопросом при формировании реинтродукционных популяций является минимальное число растений, необходимое для создания жизнеспособной популяции. Это до сих пор является предметом дискуссии среди популяционных биологов. Считают, что для обеспечения краткосрочного выживания популяции численность особей должна составлять не менее 50 растений. Долгосрочное же выживание популяции и непрерывное развитие адаптаций могут обеспечить около 500 особей (Falk, Holsinger, 1991). Создаваемая популяция должна обладать достаточной степенью генетической гетерогенности.

Необходимо подготовить растения перед посадкой в естественные условия. Предпочтительней использовать материал, выращенный в контейнерах, – он лучше приживается. Известны способы высадки растений (и их сообществ), выращенных предварительно на ковровой основе по типу создания зеленых газонов (Раузин, 2005). Перед вы-

возом растения должны быть обследованы специалистом по защите растений, чтобы исключить занос вредителей и болезней на реинтродукционный участок.

Составляют предварительный план посадок на местности. При посадке растений, полученных при вегетативном размножении, важно размещать растения одного клона в разных местах для повышения эффективности перекрестного опыления. После посадки проводят необходимые агротехнические мероприятия (полив, мульчирование, удобрение почвы, подвязка растений и др.).

Посаженное растение снабжают этикеткой с номером, присвоенным ему на стадии размножения, для того, чтобы проследить в дальнейшем за судьбой каждого из них. Лучше использовать металлические этикетки, которые привязывают к самому растению или размещают на вбитом рядом колышке. Информацию о дате и месте посадки каждого растения заносят в журнал и помещают на карте-схеме участка.

Мониторинг реинтродукционных популяций – важнейшая часть работ по реинтродукции растений. Мониторинг проводят за всеми или выборочными экземплярами высаженных растений. В его основу может быть положена та же методика наблюдений за ценопопуляциями растений, которая была рекомендована выше для предварительных полевых исследований (Денисова и др., 1986). Это позволит получить сравнимые данные по естественным и искусственно созданным популяциям. При планировании мероприятий по мониторингу нужно учесть необходимость сведения к минимуму антропогенной нагрузки на исследуемый ценоз (наметить пути передвижения по участку, рациональную частоту мониторинга, увеличить процент визуальных наблюдений и др.).

Для оценки успешности работы по реинтродукции в первую очередь учитывают следующие показатели:

- процент выживших особей;
- мощность растений;
- время, необходимое для перехода растений к цветению и завязыванию семян;
- жизнеспособность завязавшихся семян;
- наличие проростков и ювенильных растений.
- Длительность проведения мониторинга для видов с относительно небольшой продолжительностью жизни должна быть не менее трех лет, а для долгоживущих многолетников значительно большей. В последнем случае наблюдения можно проводить один раз в несколько лет. Австралийские ботаники (Valee et al., 2004) разделяют критерии оценки успешности опыта реинтродукции на краткосрочные и долгосрочные:

- Краткосрочные критерии
- Больше 70% высаженных растений выживают, обеспечивая генетическое разнообразие популяции.
 - Вновь созданная популяция имеет сходные с дикорастущими популяциями характеристики.
 - Высаженные растения доживают до репродуктивной стадии, завязывают цветки и плоды.
 - Уровень репродуктивной урожайности и жизнеспособности семян близок к показателям дикорастущих популяций.
 - Долгосрочные критерии
 - Появление семенного потомства.
 - Численность особей в пределах популяции стабилизируется или увеличивается.
 - Адекватный уровень биологического разнообразия, особенно генотипического, сохраняется при смене поколений.

7. ОПЫТ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДОВ ДИКОПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ КОНТИНЕНТАХ И В ОТДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

Почти в каждой стране мира имеется определенный набор видов диких плодовых растений, которые в той или иной степени изучены и длительное время используются в различных целях – пищевых, технических, лекарственных, сельскохозяйственных и др. В последние десятилетия многие растения привлекают все большее внимание как источник огромного генетического разнообразия, использование которого позволяет создавать растения с новыми ценными признаками. Поэтому обобщение длительного опыта каждой из стран (или группы стран) в области изучения, сохранения и использования диких плодовых растений для различных целей представляет огромную ценность.

Для удобства рассмотрения этого опыта мы объединили отдельные страны в более крупные группы (центры) со сходным климатом и условиями произрастания видов, а также выделили крупные государства, занимающие значительные площади суши, обладающие большим разнообразием используемых видов, а также имеющие наиболее существенные достижения по рассматриваемым вопросам. В результате выделено 10 наиболее крупных территорий произрастания диких плодовых растений: Центральная Азия, Россия, Китай, Индия, Юго-Восточная Азия, Южная Африка, Северная Америка, Южная Америка, Центральная Европа и Австралия. Возможно, перечень выделенных территорий мог быть большим, но недостаточное количество публикаций по ним не позволяют это сделать.

7.1. Центральная Азия

Территория включает 5 стран: Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан и Туркменистан. Наиболее крупными горными массивами здесь являются Северный и Западный Тянь-Шань, Гиссаро-Алай, Памир и Копетдаг. Наибольшим горным агробιοразнообразием располагает Казахстан (около 600 видов растений), Кыргызстан и Таджикистан (около 500 видов растений). В Казахстане дикоплодовые представлены более чем 130 видами (Байтулин, 2007; Джангалиев, 2007). В Туркмении (Копетдаг) видовой состав горных дикоплодовых растений менее разнообразен и составляет 75 видов (Levin, 1998). В естественных дикоплодовых лесах этого региона широко распространены яблоня, абрикос, груша, боярышник, барбарис, жимолость, земляника, ежевика, малина, облепиха, рябина, смородина, черемуха, шиповник и др. В южных горных районах произрастает дикий гранат, миндаль, мушмула, орех, фисташка и хурма (Levin, 1998). Здесь сфор-

мировались также исключительно засухоустойчивые виды, такие как миндаль бухарский, метельчатый и др. Большую ценность имеют яблони Сиверса и туркменская, груши Регеля и бухарская, вишня мелкоплодная и др., а также многие виды барбариса, боярышника, шиповника, облепихи, смородины и др. По видовому разнообразию этого региона дикоплодовые растения значительно превосходят культурные. Естественно, что все они являются важным источником исходного генетического материала для получения ценных признаков при выведении новых сортов плодовых культур. Вместе с тем, наибольшую известность Центрально-Азиатский регион представляет, как один из наиболее крупных в мире, по произрастанию дикой яблони и абрикоса. Здесь они являются лесообразующими породами на сотнях и тысячах гектаров (Джангалиев, 1997). Особо крупные их массивы встречаются в горах Тянь-Шаня (Казахстан и Киргизия). Важно также, что дикая яблоня, представленная здесь видом *M. sieversii*, имеет, в отличие от других видов, огромное число популяций и многочисленных ценных клонов (Джангалиев, 1997). Впервые этот вид яблони описал И. Сиверс в 1793 г. Находясь в Западной части Тарбагатайского Хребта в районе р. Урджар, он был поражен размерами, окраской и хорошим вкусом плодов этой яблони (Сиверс, 1796). Путевые заметки Сиверса были опубликованы Палласом в 1796 г.

Одной из первых научных экспедиций, посетивших Казахстан, была экспедиция Юхана Фалька. Фальк, ученик и последователь Карла Линнея, в течение 4-х лет (1765-1768 гг.) был директором Аптекарского огорода (ныне Ботанический сад Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге – БИН РАН). После преобразования в 1823 г. бывшего Аптекарского огорода в Императорский Санкт-Петербургский Ботанический сад, когда были выделены значительные средства, и Сад стал главным ботаническим учреждением Российской империи, число и значение экспедиций возросло. В начале XX века сотрудники Императорского Ботанического сада принимали активное участие в экспедициях Переселенческого управления. Одним из результатов этой работы стало введение в культуру видов флоры Казахстана: *Fraxinus sogdiana* Bunge, *Berberis heteropoda* Schrenk, *Populus diversifolia* Schrenk (Липский, Мейсснер, 1915). Перед Великой Отечественной войной в районе северного побережья Прибалхашья работала комплексная экспедиция БИН в составе Г. И. Родионенко и А. А. Князева под руководством проф. Н. В. Шипчинского по озеленению медеплавильного завода «Балхаш». Детальная оценка дикорастущих плодовых зарослей Заилийского Алатау впервые была дана в начале 30-х годов прошлого века М. Г. Поповым, М. Мальковским и В. Клабуковым (1934 г.) Ими были обследованы крупные массивы гор-

ных земель, где произрастали дикая яблоня, абрикос, барбарис, облепиха и другие плодовые растения. Особое внимание обращалось на уникальность лесов дикой яблони и абрикоса, произрастающих здесь на тысячах гектаров. Предлагались пути их сохранения и использования. Эти, как и предыдущие научные работы, вызвали большой интерес ученых к дальнейшему изучению естественных лесов дикорастущих плодовых растений Северного Тянь-Шаня. Побывав здесь, академик Н. И. Вавилов (1929), а вслед за ним другие ученые (Пономаренко, 1998; Morgan, Richards, Dowle, 2002), считают этот регион одним из центров происхождения культурной яблони и абрикоса, а яблоню Сиверса - прародительницей культурных сортов яблони. Поэтому неудивительно, что последние 2 десятилетия интерес ученых из многих стран обращается к Центральной Азии (Hokanson, Forsline, Addwinkle, 1999; и др.). Ученые Центральной Азии внесли огромный вклад в дело изучения и сохранения дикорастущих плодовых этого региона. Прежде всего, следует отметить 3 крупных монографии: А. Д. Джангалиев «Дикая яблоня Казахстана» (1977), В. И. Запрягаева «Дикорастущие плодовые Таджикистана» (1964) и С. А. Остроухова «Дикая Туркменская яблоня» (1972). Учеными Казахстана Н.К. Волковой (1979), А. Д. Джангалиевым и Т. Н. Саловой (2007), в дикоплодовых лесах отобрано около 100 ценных форм дикой яблони и абрикоса, из которых 27 форм яблони и 16 – абрикоса признаны сортами-клонами. Используя в селекции дикие формы грецкого ореха, С. С. Калмыков (1956) создал уникальные сорта этой культуры «Идеал», «Юбилейный» и др., которые районированы во многих странах и до сих пор остаются непревзойденными по комплексу качеств (Раузин, 2007). Большую ценность и хорошие перспективы введения в культуру имеют отобранные формы облепихи (Бесчетнов, 1996), барбариса, жимолости, боярышника, шиповника, степной вишни и других (Джангалиев, 2003).

Ученые и специалисты ВИР, изучая генетические ресурсы растений (ГРП) в системе опытных станций, расположенных в различных агроклиматических зонах, также внесли существенный вклад в изучение, мобилизацию и сохранение агробиоразнообразия горных и аридных районов Центральной Азии и Казахстана. Сотрудниками института, Приаральской, Туркменской опытных станций и среднеазиатского филиала ВИР активно проводились экспедиционные обследования территории указанных регионов, в первую очередь - труднодоступных, таких как Памиро-Алай, а также местообитаний, подвергшихся сильному антропогенному стрессу, например, район исчезающего Аральского моря. Было мобилизовано большое количество аборигенных сортов и полукультурных форм, которые были закреплены в мировой коллекции ВИР. Многие из них позднее оказались исклю-

чительно ценными исходными формами и были использованы в селекции для выведения карликовых и вегетативно размножаемых подвоев косточковых культур, колоновидных краснолистных с махровыми цветками сортов персика, устойчивых к неблагоприятным биотическим и абиотическим воздействиям сортов других плодовых культур.

Большой вклад в изучение генофонда этого региона внесли также американские и канадские ученые, и прежде всего - профессор К. Sperling. С 1987 по 1995 гг. Sperling изучает в природе состояние генетических ресурсов дикоплодовых растений в 40 различных странах (в том числе - в Центральной Азии). Он пополняет тысячами образцов мировую коллекцию Генетических ресурсов. Особенно успешными считаются его экспедиции в Центральную Азию, где он в 1989 г. заложил основу многолетнего сотрудничества между казахстанскими и американскими учеными в области изучения дикой яблони Казахстана. Вместе с Н. Aldwinckle они были первыми американскими учеными, которые начали эту работу. За большой вклад в изучение мировых генетических ресурсов растений в 1995 г. К. Sperling был награжден медалью Н. И. Вавилова, а также медалью Департамента сельского хозяйства США. В 1989 г. американским журналом «Fortune» он был признан одним из 25 выдающихся деловых людей Америки. К сожалению, он ушел из жизни в 1995 г. в возрасте 38 лет, оставив после себя не так много опубликованных научных работ.

С помощью Управления по международному сотрудничеству и развитию, а также - Департамента сельского хозяйства США, было достигнуто соглашение о взаимном сотрудничестве казахстанских и американских ученых, цель которого – выявление, сбор и оценка генетического разнообразия дикой яблони Казахстана с распределением поровну результатов этой работы, в том числе - хранение *ex situ* популяций и форм в США и Казахстане. Соглашение предусматривало также английский перевод и издание трудов А. Джангалиева – «Дикая яблоня Казахстана» 1977 г. и «Дикие фрукты Казахстана». Кроме того, четверо ученых Казахстана финансировались для поездки в США. С Американской стороны в совместной работе участвовало 7 НИИ и университетов, а также ученые Канады и Южной Африки (Hokanson и др., 1997). В рамках исследований предусматривалось дать всестороннюю оценку генофонду дикой яблони. Всего участвовало в работе около 50 ученых. С Казахстанской стороны помимо А.Д. Джангалиева и Т.Н. Саловой во всех экспедициях участвовал В.Ф. Сотников, имевший большой опыт в организации и проведении этих работ. За годы экспедиций 1989, 1993, 1995 и 1996 гг. было собрано 60 тыс. семян, заготавливалась пыльца, черенки, почки, плоды. Все это подвергалось фитопатологическому, биохимическому и

генетическому анализу. На основании разностороннего анализа, включая генетический (Lamboy и др., 1996), было установлено, что яблони киргизов и Недзвецкого не могут быть отнесены к самостоятельным видам, т.к. являются соответственно подвидом и формой *M. sieversii* (Forsline и др., 2003). По окончании экспедиций генофонд *M. sieversii* (семена, пыльца, черенки, побеги) были переданы для сохранения в различные организации, расположенные в 24 разных географических точках, включая Канаду, Германию (Генбанк фруктов, Дрезден), Японию, Новую Зеландию, Норвегию, Англию, Южную Африку (Forsline и др., 2003).

Таким образом, казахстанский генофонд дикой яблони, включая лучшие ее формы (сорта-клоны) распространен практически по всему миру. В Корнельском университете сосредоточена вся его основная коллекция, которая уже плодоносит. Казахстан получил за это не много: 2 изданных книги, 4 командировки и известный набор культурных американских сортов яблони.

Сейчас в Корнельском университете собрана мировая коллекция видового состава дикой яблони, охватывающая все континенты, причем самый богатый генофонд коллекции – казахстанский. Эта коллекция уже разослана по основным научным центрам Америки и Канады и используется там для создания новых сортов (Раузин, 2007). Учитывая вышеизложенное (в том числе широкую публикацию результатов) можно предположить, что международный интерес к казахстанскому генофонду дикой яблони на длительный период будет снижен. Поэтому казахстанским ученым и специалистам надо будет самим обеспечить должный уровень исследований и сохранность генофонда дико-плодовых для дальнейшего использования его в селекционных программах.

Американские и канадские ученые в своих многочисленных публикациях (Forsline, 2003; Hokason, 1999; Lamboy, 1997; Yu, 1996) большое место уделяют разносторонней оценке (в т. ч. генетической) генофонда дикой яблони. Так, используя фитопатологическую оценку, Н. Aldwinckle (2003) выделил наиболее устойчивые к болезням (парша, мучнистая роса и др.) формы дикой яблони, которые в настоящее время успешно используются в селекции. На основании генетического анализа дана оценка различным популяциям дикой яблони, а также предложена оптимальная методика отбора генетического материала в естественных лесах. Используя методику всесторонней оценки генофонда дикой яблони, американские ученые в экспедициях последних лет (1996 г.) особое внимание обратили на яблоню Сиверса, произрастающую в Тарбагатае. Помимо большого процента крупных и окрашенных плодов, они отмечают, что многие ее популяции обла-

дают здесь зимостойкостью и комплексной устойчивостью к болезням. В своих публикациях американские и канадские ученые большое внимание уделяют сохранению дикоплодовых *ex situ* и *in situ*. Они считают, что, прежде всего, надо сохранить все агробιοразнообразие *ex situ*, дав ему всестороннюю оценку (в том числе генетическую). Сохранение *in situ* ученые рассматривают как самый дешевый и естественный путь, дающий, кроме того, возможность появления новых ценных популяций в природных условиях (Forsline и др. 2003). С этих позиций они предлагают свою стратегию сохранения (*ex situ* и *in situ*), в том числе - для яблони Сиверса в Казахстане. При этом проявляется, прежде всего, практический подход – привлечение наиболее ценных компонентов генофонда дикоплодовых со всех континентов, его тщательное изучение и сохранение, а также использование в селекционной работе.

Подчеркивая огромную ценность генофонда плодовых растений Казахстана, ученые и специалисты отмечают, что здесь катастрофическими темпами сокращаются площади и видовой состав горного агробιοразнообразия (Джангалиев, 2003). Особенно неблагоприятная обстановка наблюдается в районах, расположенных вблизи крупных городов и густой сети населенных пунктов. И. И. Кокарева (2007) приводит данные по изменениям за 20 лет, произошедшими в ущелье Аксай (Заилийский Алатау), расположенному в 15 км от г. Алматы. За прошедшие годы (1986-2006 гг.) резко снизилось здесь видовое разнообразие и обилие кустарников и травянистых растений. Например, из кизильников обнаружено только 3 вида из 7, произраставших ранее. Общее число его особей в ценопопуляциях сократилось почти в 10 раз. Значительно уменьшилось также число особей яблони и сопутствующих ей в дикоплодовых сообществах абрикоса, боярышника, черемухи, барбариса, жимолости, шиповника и др. Состояние всех растений на учетной площади значительно ухудшилось и оценивалось как плохое. Из-за большого количества отдыхающих и неорганизованного туризма естественные условия для восстановления популяций были нарушены, из-за чего нового подроста не было обнаружено. Нарушение естественных сообществ в ущелье Аксай, как и во многих других ущельях Заилийского Алатау, привели к выпадению из состава ценозов многих аборигенных видов и замене их адвентивными (в том числе – сорными и рудеральными). К сожалению, первоначальная идея создания здесь Национального парка для сохранения наиболее живописных и типичных для местности ландшафтов трансформировалась в образование зон неорганизованного отдыха для населения и разрушения естественных растительных сообществ. В целом по Заилийскому Алатау

площади дикой яблони и абрикоса за последние 50 лет сократились более чем на 50% (Джангалиев, 2007).

Подобная ситуация наблюдается во всех странах Центрально-Азиатского региона. Например, ранее широко распространенная в Туркмении яблоня *M. turkmenorum* почти утрачена в составе природных растительных сообществ (Levin, 1998). При этом данный вид обладает необычайной засухоустойчивостью и солевыносливостью, которых не имеет ни один другой вид яблони (Остроухова, 1972). Утрата территорий, на которых произрастают ценные для селекции виды природной флоры, деградация плодовых лесов, потеря отдельных видов или их популяций грозят невосполнимой потерей генофонда яблони, абрикоса и других ценных плодовых растений, а также десятков видов кустарников и травянистых растений, являющихся неотъемлемой составной частью лесных сообществ. Генетическое богатство нашей планеты находится сегодня под угрозой быстрого уничтожения, поэтому сохранение дикорастущих родичей культурных растений как компонента растительного разнообразия становится проблемой международного уровня.

Учитывая остроту и глобальную значимость решения проблемы сохранения горного агробιοразнообразия, в Алматы 26-28 сентября 2007 г. была проведена Международная научно-практическая конференция «Проблемы сохранения горного растительного агробιοразнообразия в Казахстане». На ней было заслушано более 35 докладов, охватывающих все стороны этой проблемы. В рекомендациях конференции имеется ряд пунктов, которые могут оказаться полезными для многих регионов.

- Просить правительство Республики Казахстан внести проблему сохранения генетических ресурсов растений в перечень важнейших стратегических приоритетов страны, а также в число мер обеспечения продовольственной и экологической безопасности страны;
- Обеспечить целостность лесных дикоплодовых экосистем и сохранение *in situ* природного разнообразия видов, популяций и форм агробιοразнообразия;
- Разработать стратегию и комплексные планы по сохранению генетических ресурсов агробιοразнообразия, ориентированных на решение двух основных задач: селекционно-генетическую и лесовосстановительную;
- Создать Республиканские центры по изучению и сохранению *ex situ* генетических ресурсов диких и культурных плодовых растений, поручив им пополнение коллекции, организацию сохранения генофонда в виде живых коллекций, хранения *in vitro* и криогенного сохранения;

- Выделить в пределах ареалов дикой яблони и абрикоса на особо охраняемых территориях генетические резерваты по сохранению *in situ* популяций этих растений;

- Провести поэтапные работы по лесовосстановлению дикой яблони и абрикоса, включающие: создание элитных маточников из типичных популяций; выращивание корнесобственного посадочного материала, соответствующего биологии размножения этих растений в естественных условиях; проведение лесовосстановления с использованием как приемов, способствующих естественному возобновлению, так и высаживание корнесобственного посадочного материала на участках, имеющих полноту 0.5 и ниже.

- При реализации проекта «Сохранение *in situ* горного агробиоразнообразия в Казахстане», выполняемого при поддержке Глобального экологического фонда и Программы Развития ООН в Казахстане, следует заложить в генетических резерватах специальные пробные площадки для изучения воздействия проекта на восстановление естественных биоценозов в лесах и сохранение агробиоразнообразия.

Разработанный Алматинской конференцией документ в полной мере соответствует духу Конвенции о биоразнообразии в Рио-Жанейро. Оба они предлагают в качестве приоритетного метода проводить сохранение ценных видов и их популяций в естественных условиях их местообитания (*in situ*). Этот метод ценен, прежде всего, тем, что он подразумевает сохранение веками сложившихся фитобиоценозов и экосистем и обеспечивает возможность появления в лесах новых естественных популяций ценных видов растений.

Проведенная конференция дала новый импульс в развертывании работ по сохранению генетических ресурсов дикорастущих растений. Особенно заметно эти положительные изменения проявились в Казахстане, где экономические условия складываются несколько благоприятнее, чем в других республиках Центральной Азии. Помимо широко развернутой в Казахстане работы по отбору ценных форм дикорастущих плодовых растений для целей селекции и доместикации, здесь проведен целый ряд новых разработок, позволяющих поставить работу по сохранению генетических ресурсов на новый уровень. Прежде всего, это новая концепция стратегии сохранения *ex situ* и *in situ* генетических ресурсов дикорастущих растений. На ближайшие годы намечена также программа научных исследований, где особое внимание уделено генетической оценке отбираемого материала, а также выращиванию корнесобственного посадочного материала дикой яблони и абрикоса (для создания их маточных коллекций и восстановлению дикоплодовых лесов). С целью освоения методики генетической оценки популяций дикой яблони казахстанские спе-

циалисты (при всесторонней поддержке ПРООН) прошли стажировку в Главном Ботаническом саду им. Н.В.Цицина РАН (г.Москва), и уже в 2008 г. смогли активно участвовать в оценке отбираемых в естественных лесах природных генотипов дикой яблони. В горных районах Заилийского и Джунгарского Алатау выделено 7 генетических резерватов дикой яблони и абрикоса, в полной мере характеризующих их внутривидовое разнообразие и являющихся важным звеном в проведении всех дальнейших работ.

С целью сохранения *ex situ* генофонда дикой яблони и абрикоса в Казахстане ведется серьезная подготовительная работа для создания коллекционных маточных насаждений их природных генотипов. В дальнейшем коллекции будут служить базой для восстановления утраченных и деградированных лесов дикой яблони и абрикоса, а также для сохранения *in situ* их генофонда. В 2009 г. выделен земельный участок для создания коллекции, а также отобраны в генетических резерватах Джунгарского Алатау и Тарбагатай природные генотипы дикой яблони для закрепления их в маточниках. При поддержке ПРООН и государственных структур создается хорошая материально-техническая база (рассадники, современная система орошения, земля и пр.) для производства корнесобственного посадочного материала отобранных генотипов, опыта выращивания которого в больших объемах не имелось. Специалисты Казахстана, совместно с учеными других стран, впервые в мировой практике разработали и используют в практической работе «Рекомендации по сохранению в архивах клонов (живых коллекциях) исторически сформировавшегося в ходе эволюции генетического разнообразия яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного». В этих рекомендациях нашли свое отражение самые современные методики и достижения науки: генетическая оценка отобранного материала; новые подходы при создании коллекций и восстановлении утраченных лесов; ориентация на выращивание корнесобственного посадочного материала, использование международного опыта и др. Благодаря стажировке казахстанских специалистов в ведущих научных центрах, использованию в работе новых методик и достижений науки, всесторонней поддержке выполняемой работы государственными структурами и ПРООН, Казахстан в настоящее время выходит на самый современный уровень в решении проблем по сохранению *ex situ* и *in situ* генетических ресурсов дикорастущих плодовых растений.

На основании обобщения опыта по региону Центральной Азии вносятся следующие предложения:

1. Особого внимания заслуживают работы ученых и специалистов Центральной Азии по оценке генетических ресурсов дикопло-

довых растений этого региона (прежде всего яблони), изложенные в 3-х монографиях – «Дикая яблоня Казахстана», «Дикорастущие плодовые Таджикистана», «Дикая туркменская яблоня». Для целей селекции и доместикации в дикоплодовых лесах отобрано более 100 ценных форм яблони, абрикоса и других растений, которые закреплены в маточных коллекциях. На основе диких форм грецкого ореха созданы уникальные сорта этой культуры (Идеал, Юбилейный и др.), которые районированы.

2. Важное значение в разработке и осуществлении стратегии сохранения горного агробиоразнообразия в Центральной Азии (как и для других регионов) имеют материалы и решения Международной конференции (Алматы, 2007 г.), изложенные в этом обзоре.

3. Специалисты Казахстана совместно с учеными других стран впервые в мировой практике разработали и используют в практической работе «Рекомендации по сохранению в архивах клонов (живых коллекциях) исторически сформировавшегося в ходе эволюции генетического разнообразия яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного». В 2008-2010 г.г. для создания живых коллекций в генетических резерватах Джунгарского, Заилийского Алатау и Тарбагатай начаты работы по отбору природных генотипов яблони Сиверса, в полной мере характеризующие ее генетическое разнообразие в этом регионе. Создается также материально-техническая база для выращивания корнесобственного посадочного материала этих генотипов. Подобраны земельные участки для закладки основной и региональных маточных коллекций.

4. Благодаря подготовке специалистов в ведущих научных центрах, использованию в работе новых методик и достижений науки (генетическая оценка отбираемого материала, современные подходы при создании живых коллекций и восстановлении утерянных лесов, ориентация на выращивание корнесобственного посадочного материала и др.), активной поддержке ПРООН и государственных структур, Казахстан в настоящее время выходит на современный уровень в решении проблем по сохранению генетических ресурсов дикорастущих плодовых растений. Его опыт заслуживает внимания.

5. При сотрудничестве с иностранными коллегами и передаче генофонда дикорастущих растений другим странам следует более взвешенно отстаивать интересы своих стран, не допуская односторонней выгоды партнеров.

7.2. Россия

На территории России (с сопредельными государствами, в границах бывшего СССР) произрастает около 25 тыс. видов цветковых

растений (Горбатенко, 2007). 1680 видов территории современной России являются родичами ныне возделываемых культурных растений (Смекалова, 2007). Географический анализ показал, что виды ДРКР неравномерно распределены по регионам России. Во флористическом отношении территория Европейской части России очень многообразна и представляет собой конгломерат флор различного генезиса, поэтому максимальное число видов ДРКР (838) произрастает на этой территории. Большую часть из них составляют виды, широко распространенные в пределах Голарктического флористического царства. Кавказ в целом - один из наиболее богатых видами регионов России (738 видов ДРКР). На флору Российского Дальнего Востока оказывает влияние восточно-азиатский центр видообразования, поэтому видовой состав здесь своеобразен и содержит большое количество видов, произрастающих только на данной территории (223 из общего числа родичей – 598). Меньше всего ДРКР сконцентрировано на территории Западной Сибири (529).

В видовом составе родичей культурных растений дикоплодовые представлены 250 видами (Горбатенко, Тихонова, Рябова, 2007), более половины из которых используются в селекции (Чумакова, 1987). Наибольшим разнообразием дикоплодовых растений характеризуется российский Кавказ, где сосредоточено около 150 видов. Как и Тянь-Шань, Северный Кавказ имеет крупнейшие в мире дикоплодовые леса, в которых яблоня, груша и алыча являются лесобразующими породами. Эти леса простираются на территории Адыгеи, Кабардино-Балкарии, Чечни, Осетии, Карачаево-Черкесии, Дагестана и др., занимая сотни и тысячи гектаров. Именно здесь в довоенные годы проводилась на сотнях гектаров «перепрививка» дикой яблони, груши и алычи, что привело к потере значительной части этих лесов.

Из-за уникальной приспособленности многих северокавказских видов плодовых растений к различным почвенно-климатическим условиям, а также благодаря богатству и разнообразию ценных генетических признаков, многие из них широко используются в селекции. Особую ценность представляют яблони лесная (*M. silvestris*), восточная (*M. orientalis*), ранняя (*M. proescor*), низкая (*M. pumila*); груша европейская лесная (*Pyrus pyraster*); алыча (*Prunus cerasifera*), черешня (*Cerasus aviumn*); антипка (*Padellus mahaleb*); ежевика (*Rubus caesius*) и другие (Бурмистров, 2007).

В России, в отличие от многих других стран, имеется целостная система изучения, привлечения, сохранения (*ex situ*) и использования мировых генетических ресурсов растений. Эту работу выполняет ВИР с системой опытных станций и филиалов:

- Дагестанская опытная станция (г. Дербент) организована в 1969 г. Изучает растительные ресурсы Северного Кавказа и Закавказья, в том числе дикие и культурные плодовые растения.

- Дальневосточная ОС организована в 1929 г., расположена недалеко от г. Владивостока. Имеет большие коллекции актинидии, лимонника, жимолости, амурского винограда, восточноазиатских видов вишни, смородины, аборигенных форм сливы уссурийской, абрикоса, черемухи, калины и др.

- Кубанская ОС (Краснодарский край). Станция создана по инициативе Н.И.Вавилова в 1924 г. и расположена в степной зоне Северного Кавказа (Краснодарский край). Это основной центр по изучению и поддержанию генофонда кукурузы, сорго, зерновых и зернобобовых, технических, кормовых и бахчевых культур. На станции построено Государственное хранилище семян, рассчитанное на 350 тыс. образцов при хранении в диапазоне от +4°C до -18°C.

- Крымская ОС (г. Крымск) организована в 1958 г. Имеет крупные коллекции плодовых, ягодных и овощных культур.

- Майкопская ОС (г. Майкоп) организована в 1930 г. Охватывает генетические ресурсы Северо-Западного Кавказа. Имеет крупные коллекции дикой (37 видов) и культурной яблони.

- Павловская опытная станция (г. Санкт-Петербург). Организована в 1926 г. Основное направление – ягодные культуры.

- Полярный филиал ВИР (г. Кировск). Организован в 1923 г. Здесь сосредоточена мировая коллекция картофеля, созданы элитные маточники безвирусного посадочного материала этой культуры. Большое место в работе занимают ягодные культуры.

- Астраханская ОС (г. Астрахань). Организована в 1966 г. Осуществляет работу, в основном, по овощным и бахчевым культурам.

- Екатерининская ОС (Тамбовская область, 25 км от г. Мичуринска). Организована в 1971 г. Основное направление – работа с зерновыми и зернобобовыми культурами.

- Волгоградская ОС (г. Волгоград) организована в 1932 г. Расположена на землях Волго-Ахтубинской поймы. Сохраняются в живом виде и изучаются овощные, плодовые, ягодные, зерновые и кормовые культуры.

Существенно расширяет географическое изучение генетических ресурсов растений и существующая в системе ВИР система опорных пунктов, расположенных в различных почвенно-климатических зонах страны.

В ВИР сохраняются в живом виде (*ex situ*) и изучаются коллекции культурных растений и их диких родичей. Из 323 тыс. образцов, входящих в состав 64 семейств, 376 родов и 2169 видов культурных и ди-

ких растений, сохраняемых здесь сегодня, более 30% - уже исчезнувшие с лица Земли формы. Плодовые и ягодные растения представляют в этих коллекциях около 23 тыс. образцов. Институт ежегодно осуществляет обмен генетическими ресурсами с генбанками, научными организациями, международными центрами 152 стран мира. Важно, что собранному в ВИР генофонду дается молекулярно-биологическая оценка (Конарев, 2007). Эти исследования необходимы для идентификации и паспортизации генетических ресурсов, а также – для создания интегрированной системы их использования. Здесь, кроме того, разработаны самые современные методы геоботанических исследований дикорастущих плодовых растений. Ценность этих коллекций необычайно велика. По оценкам независимых европейских экспертов она оценивается в 3 триллиона долларов (Драгавцев, 2007). Эта оценка свидетельствует о том, что в России нет более ценных объектов в т.ч. военных и космических, чем собранная ВИРОм за 100 лет коллекция культурных и диких растений.

При анализе опыта по сохранению генофонда яблони и абрикоса нельзя не остановиться на работе по дикой яблоне одной из старейших опытных станций ВИР – Майкопской. Эта станция, имея благоприятные климатические условия, обладает уникальными возможностями для решения задач по созданию и сохранению живых коллекций, а также по изучению мирового генофонда плодовых культур. В 1933 г. Н. И. Вавилов писал, что «на Майкопской станции исследователь-пловодод может видеть все богатство, все ресурсы, которые представляет собой мировой ассортимент диких и культурных форм плодовых деревьев» (Барсукова, 2007). В настоящее время на этой станции сохраняется 37 видов и более 2000 разновидностей и форм дикой яблони, в том числе - яблони Сиверса, кроме того, имеются ее ценные межвидовые гибриды и полукультурные формы (Барсукова, 2007). Изучение этого генофонда позволило выделить формы, обладающие ценными хозяйственными признаками, в том числе - слаборослостью, поздними сроками цветения, высокой урожайностью, скороплодностью и др. Например, сроки цветения *M. florentina* (форма к-2345) наступают на 20-25 дней позже, чем у сорта Ренет Симиренко. Необычайно высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено у китайского вида *M. honanensis* (к-13103) – 88. 8 мг/ 100 гр. Это в 1.5 раза превышает максимальные показатели содержания витамина С у других видов плодовых. Абсолютно устойчивыми к парше и мучнистой росе оказались *M. baccata*, *M. mandshurica*, *M. coronaria* и др. Многие дикие виды яблони являются ценными декоративными растениями, особенно – японские мелкоплодные яблони и яблоня Недзвецкого. Есть основания полагать, что

Майкопская ОС в ближайшие годы станет основным генетическим центром России по сохранению *ex situ* диких видов и культурных сортов яблони. Поэтому следует поддерживать с ней контакты для обмена генетическим материалом.

Ценный опыт по изучению и сохранению генофонда плодовых культур и винограда *ex situ* имеет также Крымская ОС, которая, кроме того, является Национальным центром сохранения генофонда винограда в России. Здесь, в частности, разработана и используется уникальная загущенная технология сохранения живых коллекций по типу «бордюр» (Еремин, 2007). В коллекции этой станции имеется 2860 сортов; 178 диких видов, форм и клонов; 144 гибридных форм и 49 подвоев винограда (Носульчак и др., 2007). Наличие в коллекции большого разнообразия диких видов винограда позволяет ученым активизировать работу по межвидовой гибридизации, которая признана в мире как наиболее перспективный путь создания сортов, устойчивых к болезням и вредителям, а также обладающих высокой морозостойкостью и способностью расти на карбонатных почвах. Именно на этой основе в США был выведен ряд ценных сортов, зимующих на шпалере при температуре $-26-28^{\circ}$ С. Очень ценную работу проводит эта станция по созданию Всероссийского банка данных по винограду. Такие банки данных имеются в США, ФРГ, Греции и других странах. Информация о мировом генофонде винограда накапливается в международном банке данных на сервере организации, ранее носившей название IPGRI (Международный институт генетических ресурсов, Рим), теперь - BI (Bioversity International): <http://www.dainet.de/genres/idb/>.

Станция имеет новую хорошо оснащенную лабораторию биотехнологии, где проводится выращивание безвирусного посадочного материала и сохранение генофонда через культуру меристем. В культуру *in vitro* уже переведено около 100 сортов (Носульчак, Смургин и др. 2007).

Очень интересную и ценную работу по изучению, сохранению и использованию генофонда диких и культурных плодовых растений выполняют и остальные опытные станции и филиалы ВИР.

Вековой опыт работы ВИР, проверенный десятилетиями является исключительно полезным при выработке и осуществлении многими странами стратегии сохранения и использования генетических ресурсов культурных растений и диких родичей.

В результате антропогенных факторов в России, как и во многих других странах, в настоящее время наблюдается лавинообразное исчезновение биологических видов. Скорость их исчезновения под влиянием этого фактора в 1000 раз превосходит естественную (Вольф, 1995).

Известно, что в прежние годы основным способом сохранения генофонда агробиоразнообразия было сохранение *ex situ*. Оно предполагает хранение образцов в живых коллекциях, полевых и семенных банках, в культуре меристем (в т.ч. сохранение семян и меристем в жидком азоте – криосохранение). ВИР и другие научные учреждения России имеют необходимые условия для проведения этой работы. В 2000 году введен в строй современный биокриокомплекс – криогенное хранилище, позволяющее значительно увеличить объемы сохранения и улучшить его качество. С 1976 г. на Кубанской опытной станции ВИР существует генбанк семян – один из первых в мире. ВИР также координирует работу с генофондом более чем 70 НИУ России, влияя, таким образом, на рациональное использование генетических ресурсов. Этот институт также является головной организацией по сотрудничеству со странами СНГ.

Способ сохранения генетических ресурсов *ex situ* не потерял своего значения и в настоящее время, являясь составной частью, так называемой, комплексной стратегии сохранения биоразнообразия. Однако в соответствии с Конвенцией о биологическом разнообразии приоритетным способом является сохранение генетических ресурсов растений *in situ*. Конвенцией рекомендуется для сохранения видов в каждой стране создавать систему охраняемых территорий, а также обеспечивать рациональное использование и сохранение генетических ресурсов, произрастающих за их пределами. В настоящее время на территории России функционируют 101 заповедник, 36 национальных парков общей площадью 42 млн. га и несколько тысяч охраняемых территорий с ограниченным использованием природных ресурсов. На охраняемых территориях находится только 40% дикорастущих видов родичей культурных растений. Остальные растут за их пределами и под влиянием антропогенных и других факторов продолжают исчезать. Следует отметить, что в России, как и во многих других странах, нет ни одного заповедника, заказника или национального парка, специализированного на сохранение генетических ресурсов дикорастущих родичей культурных растений *in situ*, хотя необходимость в них очевидна.

ВИР внес ряд предложений по организации таких заповедников и расширению особо охраняемых территорий. В них перечислены все регионы России, каждому из которых необходимо обеспечить охрану конкретных ценных видов плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Однако эти предложения пока не осуществляются. И отдельные ценные для селекции виды, и генофонд растительного агробиоразнообразия в целом, продолжают исчезать. Как отмечалось выше, около 30% сортов и форм, сохраняемых в коллекциях ВИР, нигде в

мире уже не встречаются в составе природных и культурных растительных сообществ.

Для осуществления задач, поставленных Конвенцией о биологическом разнообразии в области сохранения генетических ресурсов *in situ*, нужны новые подходы к проблеме и к решению многих практических вопросов. Прежде всего, нужно определить критерии для выделения территорий под сохранение агробиоразнообразия. В качестве таких критериев Горбатенко Л. Е., Тихонова Н. Г., и Рябова Д. Н. (2007) рекомендуют брать число встречающихся диких родичей (ДР) культурных растений (КР), число формаций с доминированием (ДРКР) и разнообразие их местообитаний.

Анализ распространения ДРКР в заповедниках различных регионов России, проведенный сотрудниками ВИР (Смекалова, 2008) показывает, что наибольшее число видов ДРКР, выявленных в пределах существующих заповедников, приходится на Дальний Восток (84.5%) и Восточную Сибирь (70.1% по отношению к числу ДРКР региона). Еще большее соотношение ДРКР к общему числу в регионе (85%) выявлено на территории Центрального лесного государственного биосферного заповедника, находящегося в центральной части Валдайской возвышенности (Горбатенко и др., 2007). На основании этих данных предполагается использовать территорию этого заповедника для первоочередного сохранения *in situ* дикорастущих родичей плодовых и ягодных растений, ареал которых охватывает всю территорию Валдайской возвышенности.

Значительную роль в сохранении генетических ресурсов и биоразнообразия растений в России играют также ботанические сады. В настоящее время на территории России насчитывается 76 ботанических садов и других интродукционных центров, работа которых координируется Советом ботанических садов России. Практически во всех российских садах собраны крупные коллекции полезных растений: декоративных, пищевых, лекарственных, кормовых, технических, эфиромасличных. В частности, генофонд декоративных травянистых растений, представленный в ботанических садах России и сопредельных стран, включает растения, относящиеся к 132 семействам, 956 родам, 5596 видам и 11 378 сортам (Каталог, 1977).

Общая численность древесных растений природной флоры России составляет 755 видов, относящихся к 160 родам 50 семейств (Плотникова, 1998). В коллекциях ботанических садов РФ представлено 73% от всего видового состава древесных растений (553 вида).

Во многих ботанических садах РФ имеются коллекции плодовых и ягодных растений. Например, коллекционные фонды плодовых и ягодных растений Главного ботанического сада РАН (ГБС РАН) насчи-

тывают более 2000 видов, сортов и форм (Каталог..., 2001). Отдельные роды представлены большим числом видов и сортов: *Malus* (в т. ч. *M. sieversii*) – 31 вид, 150 сортов, *Pyrus* – 20 видов, 40 сортов, *Ribes* – 45 видов, 159 сортов, *Fragaria* – 20 видов, 247 сортов и гибридов, 2 вида рода *Armeniaca* – *A. mandshurica* и *A. vulgaris*. Многие сады занимают сравнительным изучением сортов и селекцией традиционных культур с целью расширения их ассортимента в конкретных географических зонах. Но более важной задачей садов является введение в культуру и селекционная работа с новыми видами плодовых и ягодных растений, характеризующихся высоким содержанием биологически активных веществ. Ботанические сады сыграли значительную роль в широком введении в культуру в России *Schizandra chinensis*, *Aktinidia kolomicta*, *Hyppophaea rhamnoides*, *Cerasus tomentosa*, *Elaeagnus multiflora*, видов и гибридов *Sorbus*, *Rosa*, *Lonicera*, *Vaccinium*. Ботаническим садом Московского университета выведено более 20 сортов *Hyppophaea rhamnoides*, Главным ботаническим садом получены авторские свидетельства на 5 сортов *Lonicera edulis* (Gorbunov, 2001).

Особой ценностью обладают коллекционные фонды диких видов плодовых и ягодных растений, собранные в ботанических садах. Эти виды представляют собой неиссякаемый источник новых культурных растений, ценнейший генофонд, с помощью которого решались и решаются такие проблемы селекции, как создание зимостойких и засухоустойчивых сортов, повышение их иммунности к болезням и вредителям, преодоление периодичности плодоношения, выведение сортов с разными сроками созревания плодов и другие.

Коллекция диких родичей плодовых и ягодных растений в ГБС РАН включает более 200 видов и форм. Многолетнее (с начала 60-х годов) изучение биологических особенностей представленных в коллекции видов позволяет судить о степени их пластичности и адаптационных возможностях. По комплексу наиболее важных признаков – зимостойкости, восстановительной способности, особенностям прохождения генеративной фазы, дана оценка перспективности интродукции 154 видов. Установлено, что 77% исследованных видов в той или иной степени перспективны для выращивания в нашей зоне и лишь 7% не проходят полного цикла развития, среди которых *Pyrus korzhinskyi* Litv., *P. cajan* V.Zapr., *P. salicifolia* Pall. и др. (Удачина, 1998).

Исследования устойчивости к парше диких видов яблони показали, что в наиболее благоприятном для развития болезни 2004 г. все виды, имеющиеся в коллекции, в той или иной степени были поражены паршой. Относительно устойчивыми, со степенью поражения 0,5–1,5 балла, являются виды яблони: Саржента (*Malus sargentii* Rehd.), хубейская (*M. hupehensis* (Pamp.)Rehd.), сливолистная (*M. prunifolia*

(Willd.)Borkh.), венечная (*M.coronaria* (L.) Mill.). Гораздо сильнее поражаются паршой виды яблони: Сиверса (*M.sieversii* (Ledeb.) M.Roem.), ягодная (*M.baccata* (L.) Borkh.) и сибирская или Палассца (*M.palassiana* Juz.). Среди видов груши в условиях Москвы наиболее устойчивыми к этому заболеванию оказались *Pyrus. hupehensis* (Pamp.) Rehd., *P. caucasica*, *P. elaeagnifolia* Pall., *P. nivalis* (Криворучко и др, 2007). Проведены многолетние исследования способности к размножению зелеными черенками 25 видов плодовых и ягодных растений с использованием регуляторов роста ИМК, ИУК и специально подобранных субстратов.

Особое внимание уделяется ботаническими садами охране в условиях культуры редких и исчезающих растений. Наиболее крупные коллекции собраны в следующих ботанических садах (Горбунов, 2005,2008):

1. Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН, Москва. Общая площадь 361 га. Коллекции растений природной и культурной флоры насчитывают свыше 21 тыс. наименований (более 11 тыс. видов, форм и разновидностей и около 10 тыс. садовых форм и сортов). Коллекция редких и исчезающих растений включает 320 видов.

2. Ботанический сад Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург. Общая площадь 22,6 га. В коллекциях собрано 11664 таксона, среди них более 300 видов редких и исчезающих растений России и сопредельных стран.

3. Ботанический сад научно-производственного объединения “Нива Ставрополья” РАСХН, г. Ставрополь. Общая площадь – 207 га. В коллекционных фондах содержится более 5000 таксонов. Редкие и исчезающие растения представлены 291 видом.

4. Ботанический сад Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва. Общая площадь – 36 га. В саду насчитывается 6,5 тысяч видов, сортов и культиваров растений, в том числе 74 редких и исчезающих видов флоры России и 92 – флоры Московской области.

5. Ботанический сад Уральского отделения РАН, Екатеринбург. Общая площадь – 50 га. В коллекциях собрано около 3000 таксонов, в том числе 130 редких видов Урала.

6. Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток. Общая площадь – 170 га. В коллекциях насчитывается свыше 4000 таксонов. Число редких и исчезающих видов – 120, из них 100 – виды местной флоры.

7. Полярно-альпийский ботанический сад-институт РАН, г. Кировск. Общая площадь – 350 га. Число видов в коллекциях составляет более 2000, из них – 120 редких и исчезающих.

8. Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск. Общая площадь – 1062 га. В ботанических коллекциях насчитывается около 5000 таксонов, редких и исчезающих видов – 92.

В 2003 г. опубликована «Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений», в которой освещается содержание Конвенции о биологическом разнообразии и ее отношение к деятельности ботанических садов (Горбунов и др. 2003). Показана роль российских ботанических садов в сохранении генофонда и ресурсов российской флоры. В «Стратегии» определены основные задачи ботанических садов по сохранению биоразнообразия растений *ex situ* и *in situ*.

Из 440 покрытосеменных растений, включенных в Красную книгу РФ (1989), 274 вида выращиваются в российских интродукционных центрах. В культуре выращивается 33 вида, отнесенных к категории 1 (E) (виды, находящиеся под угрозой исчезновения), причем 17 видов представлены в коллекциях трех и более ботанических садов (т.е. они имеют достаточный страховой фонд в культуре). Из категории 2 (V) (уязвимые виды) выращивается 84 вида, из них 44 – имеются в коллекциях 3 и более ботанических садов. 207 видов растений, включенных в Красную книгу РФ, не сохраняются *in situ* (в заповедниках или заказниках) и, таким образом, генофонд практически половины видов федерального уровня охраны не обеспечен мерами сохранения *in situ*. Многие из этих видов выращиваются в ботанических садах, и культивируемые образцы представляют собой их страховой фонд (Горбунов и др., 2005; Горбунов и др., 2008).

Ботаническими садами накоплен значительный практический опыт выращивания редких и исчезающих растений. Намелились и получили развитие оригинальные методические подходы к сохранению редких растений *ex situ*, например: создание моделированных искусственных ценозов (ГБС РАН, ЦСБС СО РАН, БС УрО РАН и др.), метод внедрения исчезающих видов в естественную растительность ботанических садов (Полярно-альпийский ботанический сад-институт), метод воссоздания и интродукции растительных сообществ (Ставропольский БС) и другие (Андреев, Горбунов, 1997).

Как уже отмечалось, эффективность сохранения генофонда растений *ex situ* может быть резко повышена путем создания генетических банков растений. Долговременное хранение семян дикорастущих растений (охраняемых, лекарственных, декоративных, родичей культурных видов и др.) в регулируемых условиях налажено в ГБС РАН. В режиме низких положительных температур с 1982 г. хранятся семена 490 видов (1390 образцов) в герметичных контейнерах. Еже-

годный мониторинг всхожести семян модельных видов показывает, что у ряда видов (роды *Campanula*, *Dianthus*) этот режим обеспечивает сохранение всхожести на первоначальном уровне не менее 10-15 лет. У других видов (*Polygonum*, *Trollius*, *Bidens* и др.) семена начинают терять всхожесть через несколько лет. Постоянное хранение в режиме неглубокого замораживания (-20°C) ведется в ГБС с 1998 г. (150 видов) и оценка этого режима только начинается. С 1986 г. было начато постоянное хранение семян в режиме криоконсервации (230 видов, 265 образцов).

Другой тип генетических банков – банки меристем. Сильные биотехнологические лаборатории, занимающиеся микроклональным размножением растений и сохранением меристем, имеются в ряде ботанических садов России: в ГБС РАН, Волгоградском региональном БС, Центральном сибирском БС СО РАН, БС Уфимского научного центра РАН, БС Тверского государственного университета и др. (Горбунов, Молканова, 2003).

В ГБС РАН создан и постоянно расширяется банк редких и ценных генотипов растений в виде коллекции стерильных культур *in vitro*, включающих более 900 различных генотипов, 264 вида и 652 культивара из 37 семейств. Особое внимание уделяется применению метода клонального микроразмножения для сохранения редких и исчезающих видов (Горбунов и др., 2008). Большинство редких растений в коллекции составляют виды, находящиеся под угрозой исчезновения (категория 1 Красной книги РФ) и уязвимые (категория 2).

Ботанические сады России ведут активную работу по сохранению редких и исчезающих растений не только *ex situ*, но и непосредственно в природных условиях (*in situ*). Ряд ботанических садов ведут работы по реинтродукции редких видов растений в природные условия. Опубликованы методические рекомендации по реинтродукции редких видов для ботанических садов на русском и английском языках (Горбунов и др., 2008). В этой работе изложены методические подходы к реинтродукции редких видов растений. Обсуждаются вопросы терминологии и выбора объектов для реинтродукции. Освещены особенности предварительных исследований, привлечения исходного материала, подбора природных местообитаний, процессов создания и мониторинга реинтродукционных популяций. Особенное внимание уделяется необходимости обеспечения генетического разнообразия создаваемых популяций и тщательного документирования проводимых работ. Отдельный раздел посвящен методике реинтродукции растительных сообществ (метод создания агростепей). Приведены примеры практического опыта реинтродукции редких видов растений в различ-

ных регионах России (Башкортостан, Дальний Восток, Иркутская и Владимирская области).

Много работ выполнено российскими ботаническими садами по инвентаризации природных объектов и выделению территорий для организации особо охраняемых территорий (Андреев, Горбунов, 2003). Сотрудниками ГБС РАН проведено ботаническое обследование городов и старинных усадебных парков Московской, Ярославской, Орловской, Рязанской, Калужской областей. Получены важные данные о сохранении на территориях парков редких и исчезающих растений, выявлен богатый ассортимент древесных растений, используемых в озеленении, в том числе и видов дикорастущих плодовых растений.

Ботаническим садом УрО РАН (г.Екатеринбург) выполнены исследования по инвентаризации и научному описанию уникальных природных объектов Урала; в результате выделено около 1500 памятников природы. Разработаны проекты, проведена работа по организации на Урале целого ряда заповедников и национальных парков. На основании результатов многолетних исследований внутривидовой изменчивости древесных растений (многих хвойных пород и других лесообразующих видов) разработано «Положение о выделении и сохранении генетического фонда лесообразующих видов древесных растений», в соответствии с рекомендациями которого в России действуют многие сотни лесных генетических резерватов, позволившие сохранить ценный генофонд лесных пород. Работы, аналогичные описанным выше, связанные с особо охраняемыми территориями, выполняют и многие другие ботанические сады (ЦСБС СО РАН, БС ДВО РАН, ботанические сады Тверского, Ростовского, Самарского университетов и другие).

Во флоре России и сопредельных стран (в пределах территорий бывшего СССР) к настоящему времени насчитывается 10 видов и 9 подвидов диких яблонь (Черепанов, 1995). Российскими учеными опубликовано множество работ, посвященных этому роду. Из дикорастущих видов яблонь наиболее часто привлекали внимание исследователей яблони – маньчжурская (*M. mandshurica* (Maxim.) Kom., syn.: *M. sachalinensis* Juz.), восточная (*M. orientalis* Uglitzk.), Сиверса (*M. sieversii* (Ledeb.) M. Roem., syn.: *M. hyssarica* Kudr., *M. kirghisorum* Al. Theod. et Fed., *M. niedzwetzkyana* Dieck, *M. turkmenorum* Juz. et M. Pop.), дикая или лесная (*M. sylvestris* Mill.), Палласа (*M. pallasiana* Juz.). У систематиков разных стран в отношении большого числа видов яблони нет единого мнения о статусе и структуре таксонов, входящих в состав рода *Malus*. Ряд видов считаются одичавшими культурными формами (как яблоня Недзвецкого на Тянь-Шане, яблоня киргизов из Южной Киргизии, ча-

сто растущая вместе с яблоней Сиверса, яблоня восточная, встречающаяся на Кавказе и в Крыму и другие (Губанов, 1976, 1978).

История введения яблонь в первичную культуру в условиях Санкт-Петербурга начинается примерно с середины – конца XVIII века, когда на территории будущего Императорского ботанического сада появляются яблоня ягодная и ее разные формы (*M. baccata*, *M. baccata*. var. *aurantica*, var. *cerasifera*, var. *cerasiformis*, var. *costata*, var. *edulis*, var. *macrocarpa*, var. *oblonga*, var. *oblongata*), яблоня сливолистная – *M. prunifolia* и её разновидности, яблоня маньчжурская – *M. mandshurica*, яблоня пурпурная – *M. x purpurea*, яблоня Саржента – *M. sargentii* и многие другие. Много видов, сортов и форм яблонь, как и других плодовых растений, прошло через питомники Э. Л. Регеля и Я. К. Кессельринга (Помологический сад, созданный в 1863 г.), основной задачей которых была акклиматизация и внедрение в широкое практическое садоводство плодовых, ягодных и декоративных деревьев и кустарников (Связева, 2005).

Во времена Советского Союза для всех республик и отдельных областей были сделаны крупные обзоры по яблоне. При этом регионам с дикими видами было уделено больше внимания как центрам генетического разнообразия. Большой вклад в изучение яблонь бывшего Советского Союза внёс В. В. Пономаренко (1978, 2002). Им было показано, что наиболее важными для изучения разнообразия видов этого рода являются такие регионы, как Дальний Восток, Кавказ, и, конечно же, современные Центральноазиатские республики (Казахстан, Киргизия, Таджикистан).

Многие региональные работы российских авторов приводятся в соответствующих географических разделах настоящего обзора.

Говоря о яблонях как о хозяйственно ценных растениях, чаще всего воспринимают их через призму пищевой ценности, при этом упуская их декоративность. Тем не менее, всё чаще появляются новые декоративные сорта яблонь, например формы *M. halliana* (краснолистные, красноцветковые, махровые), имеется также значительное число публикаций по применению дикорастущих видов яблонь для городского озеленения (Ванина, 1997; Ткаченко 2008 и др.). С каждым годом всё более широко используются в качестве декоративных растений яблоня Недзвецкого, яблоня ягодная и другие виды. Многие виды яблонь оказываются устойчивыми к городским поллютантам, водным и климатическим стрессам, при этом они невероятно декоративны в период цветения и являются источником питания для птиц, зимующих в городе (прежде всего это мелкоплодные виды, плоды которых городское население не может использовать в пищевых целях).

На основе анализа литературных источников можно сделать следующие предложения по использованию опыта России в стратегии сохранения и восстановления агробиоразнообразия:

- Разработать национальную программу сохранения генетических ресурсов и ходатайствовать о ее включении в перечень важнейших стратегических приоритетов страны.
- Использовать в качестве приоритетной систему ВИР по интродукции, сохранению, изучению и использованию генофонда культурных и диких растений.
- Создать национальные полевые генбанки диких и культурных плодовых растений, используя опыт России и других стран.
- Провести мониторинг и инвентаризацию дикоплодовых растений с целью выбора территории для сохранения *in situ* дикой яблони, абрикоса и других растений.
- Изучить и использовать предлагаемые учеными России критерии по выделению территории для сохранения агробиоразнообразия в местах естественного обитания и выбору объектов для сохранения этого разнообразия.
- Шире использовать молекулярно – биологический и генетический анализ для паспортизации, идентификации и оценки генетических растительных ресурсов.
- Ходатайствовать о создании специализированных зон (заповедников, заказников, национальных парков) по сохранению растительных сообществ и входящих в них определенных видов и в дальнейшем расширять практику создания специализированных заповедников (а не вообще заповедников).
- Использовать опыт России в создании биокриокомплексов в стране.
- Учесть опыт работы системы ботанических садов РФ в области сохранения биоразнообразия растений и привлечь национальные ботанические сады к работе по сохранению компонентов агробиоразнообразия.

7.3. Китай

Географически одна часть Китая относится к Центральной Азии (Тибет и др.), другая – к Восточной. Это наложило свой отпечаток на видовой состав дикоплодовых растений и необычайное его разнообразие. Из 50 известных видов дикой яблони в Китае, по одним данным, имеется 14-15 (Драгавцев, 1966; Джангалиев, 1977), по другим – 20 видов (Васильченко, 1963; Бахтеев, 1970; Пономаренко 1974). Значительную часть территории Китая занимают горы. Западная часть страны занята Тибетским надгорьем (со средней высо-

той 4500 м н.у.м.), обрамленным горными системами Гималаев, Каракурма, Кунь-Луны, Наньшаня и Сино-Тибетскими горами; Северная и Северо-Западная – горами Восточного Тянь-Шаня; Северо-Восточная – Маньжуро-Корейскими горами и Большим и Малым Хинганом. Восточная часть страны более равнинная, здесь живет более 90% населения страны, Южная занята горами Наньлин, Юньнань, Гуйчжоуским нагорьем, Сучуаньской котловиной. Учитывая особенность размещения горных систем на территории Китая и различия их климатических особенностей, мы подразделили горную территорию на 4 региона: Западный, Северный и Северо-Западный, Северо-Восточный, Южный. Обзор делался по каждому из этих регионов.

Западный регион (Тибетские горы, Каракурм, Кунь-Лунь, Наньшань и Сино-Тибетские горы). Тибетское надгорье – это самый крупный из них горный массив (около 2 млн. кв. км), сочетающий плоские или слабовсхолмленные равнины высотой 4-5 тыс. м с хребтами высотой 6-7 тыс. м. Климат резко континентальный (январь – до 20°C, июль – от 5-15°C). Осадков от 100 до 500-700 мм (на юге). Преобладают щебнистые пустыни и полупустыни. Огромные территории слабо заселены и используются как пастбища. Гималаи, высочайшая горная система земного шара, является климатическим и природным рубежом между пустынями Центральной Азии и тропическими ландшафтами Южной Азии. На территории Китайских Гималаев горные степи и полупустыни, характерные для северных склонов чередуются с листопадными и хвойными лесами южных склонов, а также с высокогорными лугами. Однако таких территорий здесь немного. Выше 5000 м н.у.м. начинаются ландшафты гляциально-нивального пояса. По долинам рек – участки тугайной растительности. Исследованы эти обширные горные пространства очень слабо. На Тибетском плато среди дикорастущих растений выявлено 70 видов, представляющих 30 родов из 17 семейств (Zuo-Da Qing, 1998). Дикоплодовые растения представлены, в основном, сливой, абрикосом, яблоней и диким орехом (*Juglas regia*). Отмечается, что все эти виды засухоустойчивы, а дикий абрикос, кроме того, имеет большое разнообразие форм, в том числе - поздноцветущих. Основное направление в использовании дикорастущих растений – заготовка населением плодов для питания, приготовление лекарств и domestikация. Многие формы абрикоса представляют большую ценность для селекции и должны быть сохранены. Рекомендуется провести более широкое исследование этого региона.

Северный и северо-западный регионы охватывают территорию Восточного Тянь-Шаня, протяженность которой в Китае более 1200 км. Характеризуется разнообразной растительностью, представ-

ленной как растениями умеренного климата, так и более сурового (особенно на границе с Тибетом). Особо богаты районы Синьцзяна (Cui-Da-Fang, 2006; Hon-bo, 2005), Здесь имеются 427 видов растений, представляющих 324 рода из 60 семейств (Yang-Hai-Jun, 2003). В их числе 9 охраняемых, 3 редких и исчезающих вида. Дикоплодовые представлены более чем 100 видами (Hon-Bo, 2005). Наибольшее распространение имеет яблоня, которая образует здесь естественные леса, особенно крупные в районах Джунгарского Алатау. Преобладают два вида яблони – *M. sieversii* и *M. niedzwetzkyana*, распространены *M. prunifolia*, *M. asiatica*, *M. pumila* и др. (Драгавцев, 1966). Длительное время оставалась неизвестной восточная граница ареала *M. sieversii* в Центральной Азии. В заметке, опубликованной в журнале «Плодоводство» №1 (1893), П. М. Жуковский, побывавший в 1890 г. в северо-западном Китае, отмечает, что по склонам Барлыкских и Уркушарских гор имеются сплошные, очень густые заросли дикорастущей яблони возрастом 30-35 лет. Автор собрал семена двух форм с хорошим качеством плодов и назвал одну Уркушарской, а другую Дарбульжинской яблоней.

А. П. Драгавцев (1966), изучавший плодоводство Китая, писал, что *M. sieversii* проникает по горам Джунгарского Алатау и бассейну р. Или в Синьцзян-Уйгурский автономный район Китая, где занимает массивы площадью около 12000 га. Отборные крупноплодные формы этой яблони иногда встречаются в садах местных жителей.

В монографиях и флорах по роду *Malus*, *M. sieversii* в списках дикорастущих яблонь Китая долгое время не значился и только в 1974 г. в вышедшем 36 томе «Флоры Китая» (Yu Te-tsun, Ku Tsun-chin, 1974) приводятся первые сведения о яблоне Сиверса. Область распространения яблони Сиверса – западные районы провинции Синьцзян, населенные пункты Шаньцзин, Шаньбо. Основные ее массивы сосредоточены на высоте 1250 м над у.м. Поездки В.В. Пономаренко в Китай в 1990 и 1993 г.г. позволили собрать материал о *M. sieversii*, произрастающей на западе страны. Изучена также полная коллекция видов рода *Malus*, собранная в Юго-Западном сельскохозяйственном университете (провинция Сычуань). Исследованные гербарные материалы и живые образцы дикорастущей яблони, выращиваемые в коллекционном саду университета подтвердили, что это типичная яблоня Сиверса. Китайская *M. sieversii* представляет собой дерево высотой 2-10 м, изредка достигает 14 м, часто с несколькими стволами и раскидистой кроной. Большой вклад в дело изучения дикой яблони, произрастающей в Китае, внес проф. Li Yonong, долгие годы работавший в провинции Синьцзянь, где естественные леса *M. sieversii* в горных районах Восточного Тянь-Шаня занимают массивы, сопоставимые с ее лесами

в Центральной Азии. Благодаря его публикациям (1986, 1996, 1999 и др.) стало известно об огромном внутривидовом разнообразии и его большой ценности в селекционно-генетическом отношении.

В районе Кульджи (Инин) имеются крупные заросли дикого абрикоса, встречающегося как на северных, так и на южных склонах. Все исследователи этого региона отмечают богатейший видовой состав дикой яблони и абрикоса. Отобраны и закреплены десятки форм (Hokanson и др. 1999; Cul DaFang, 2006), обладающих ценными генетическими признаками (урожайностью, устойчивостью к болезням, ранними и поздними сроками созревания, поздним цветением, слаборослостью). Отмечается также большое число форм дикой яблони, обладающих крупноплодностью. Такую же особенность отмечают исследователи В. Ф. Сотников, Е. Г. Раузин, Ph. L. Forsline и др., работавшие в приграничных с Китаем горных районах – Тарбагатае (Урджар), Джунгарском Алатау (п. Кольжат, Кок-Тума и др.). Помимо яблони и абрикоса в Восточном Тянь-Шане широко распространены боярышник, барбарис, жимолость, облепиха, малина, ежевика, черемуха, рябина, смородина, шиповник и другие дикоплодовые растения. Ведется изучение и отбор ценных форм этих растений (Lin-Fu-Quan, 1999). При анализе генетических ресурсов Восточного Тянь-Шаня особо следует остановиться на районе, где эта горная система соприкасается с Тибетом (провинция Цинхай). Здесь растительный пояс поднимается до высоты 1800-3400 м. н. у. м. и зависит от климата, который становится более холодным и континентальным. Поэтому виды растений, характерные для Восточного Тянь-Шаня, вначале дополняются, а потом сменяются тибетскими и наоборот. В этом районе дикоплодовые растения представлены 99 видами из 28 родов и 14 семейств (Maliro, 2002). Яблоня представлена 7 видами, абрикос – одним, появляется слива, вишня, груша. Широко распространены земляника и другие ягодные растения. Исследователи отмечают высокую зимостойкость, засухоустойчивость и позднее цветение плодовых растений (The Zhou-Jung, 2003). В Стратегии использования генетических ресурсов Китая для выведения новых сортов и введения в культуру ценных форм Северному и Северо-Западному региону произрастания дикоплодовых (Восточный Тянь-Шань) отводится одно из ведущих мест (Lin-Fu-Quan, 1999). При оценке генетических ресурсов этого региона нельзя не отметить его богатейший генофонд культурных сортов яблони, груши и, особенно, винограда, насчитывающий несколько тысяч сортов (Драгавцев, 1966). Особую ценность представляют кишмишные сорта винограда, возделываемые здесь тысячелетиями (Турфан, Синьцзян – Уйгурский автономный район). По производству кишмиша Китай (и, прежде всего Синьцзян – Уйгурский район) занимает первое

место в мире, а объемы экспорта составляют 40% от мировых (Раузин, 1993, 2007). Причем все производство кишмиша основано на использовании сортов винограда (в т. ч. сортов народной селекции), способных давать высокоценную продукцию при естественной солнечной сушке. Следует также отметить длительность (около 60 лет) и высокий научный уровень последних 10 лет проведения работ по изучению и сохранению генетических ресурсов этого региона (Китайско-Казахстанский Симпозиум, 1993). Помимо НИИ плодоводства и виноградарства (г. Урумчи) и его филиала в г. Кульджа (Инин) этой проблемой занимается Сельскохозяйственный институт (г. Урумчи), Ботанический сад (г. Урумчи) и лесная опытная станция. Они имеют великолепно оборудованные генетические и биотехнологические лаборатории, укомплектованные высококвалифицированными специалистами, прошедшими обучение в ведущих мировых научных центрах Англии, Германии, США, Канады и других стран. Поэтому генетическая оценка генофонда, а также размножение и сохранение растений *in vitro* здесь являются обычными методами работы (Раузин, 1993). Используя эти методы, здесь созданы банки генетических ресурсов растений, в т. ч. дикоплодовых, разработана стратегия их сохранения и использования *ex situ* и *in situ*, создаются и расширяются особо охраняемые территории по сохранению генофонда растений (Lin-Fu-Quan, 1999). В последние годы активизируется научный обмен генофондом растений со многими странами, особенно с государствами Юго-Восточной Азии и Северной Америки. Примером этому может служить богатая коллекция диких видов яблони, произрастающих в Китае, переданная из США (Forsline, 2003; Luby, 1999), взамен чего Китай получил доступ к мировой коллекции видов дикой яблони, собранной в Корнельском университете США. К сожалению, Казахстан, передал в США свои ценные формы дикой яблони, не получив взамен адекватной коллекции.

Северо-Восточный регион. Хинган, Маньжуро-Корейские горы простираются севернее Кореи на протяжении более 1000 км. вдоль границы с Россией (Приморский Край). Регион состоит из плато и плоскогорий, разделенных отдельными хребтами. Растительность – хвойные и широколиственные леса. Малый и Большой Хинган (Дасиньянлин), горная система протяженностью около 1200 км, является важным природным рубежом между Центральной (Монголия) и Восточной (Китай) Азией. Вершины плоские, склоны пологие. Растительность – смешанные широколиственные леса, на юге - лесостепи и степи. Климат этих горных систем – от сурового до умеренного, осадков много, почвы плодородные, поэтому растительность необычно богатая и характеризуется большим разнообразием видов, сформировавшихся под влиянием восточноазиатского центра видообразования. Поэ-

тому из большого количества видов многие характерны только для этой территории. Дикорастущие плодовые представлены 97 видами из 37 родов и 23 семейств (Zhou-You, 2004). В регионе широко распространены яблоня, груша, слива, абрикос, вишня, актинидия, лимонник, виноград, огромные массивы занимают ягодные культуры (особенно земляника, малина, смородина, жимолость и др.). Яблоня представлена здесь несколькими видами: *M. baccata*, *M. asiatica*, *M. pumila*, *M. marshurica* и др. В отличие от типичной европейской *M. sylvestris*, произрастающей в лесах, состоящих из бука, дуба и березы, северокитайские виды яблони (*M. manshurica* и др.) входят в состав кедрово-пихтовых и широколиственных лесов (Драгавцев, 1966). Помимо яблони в этих лесах произрастает груша уссурийская, абрикос сибирский, слива уссурийская, разнообразные виды ягодных культур. Эти виды дикоплодовых растений имеют очень ценные генетические признаки – урожайность, морозостойкость, иммунитет к основным заболеваниям и др. Для яблони, сливы, груши особую ценность представляет способность этих видов легко размножаться вегетативно (Бурмистров, 2007). Помимо генетической ценности, дикоплодовые этого региона рассматриваются многими исследователями (Zhou-You, 2002) как источник сырья для плодоперерабатывающей промышленности. По данным проведённого здесь обследования заготовки диких плодов, ягод и винограда могли бы составлять на этой территории около 2-3 млн. т ежегодно, в том числе винограда - 50 тыс. т. В качестве еще одного направления использования дикоплодовых предлагается осуществить доместикацию некоторых ценных видов и форм дикоплодовых растений (Zhou-You, 2004). Таким образом, в использовании дикорастущих плодовых Северо-Восточного региона Китая существует 3 основных направления: селекционно-генетическое (сохранение генофонда и его использование в селекционной работе); хозяйственное (заготовка плодов, ягод и винограда для переработки и потребления); доместикация (одомашнивание отдельных ценных видов и форм).

Южный регион охватывает горные системы Наньлин, Юньнань, Гуйчжоуское нагорье и Сугуаньскую котловину.

Горная система Наньлин входит в состав Южно-Китайских гор. Длина 1200 км, высота до 2100 м. н. у. м. Климат субтропический. Горы покрыты вечнозелеными субтропическими и тропическими лесами. Юньнаньские горы – это более высокая часть Юньнань-Гуйчжоусского нагорья. Высота 800-2000 м. н. у. м. Растительность – субтропические леса и саванны. Чуйчжоуское нагорье – длина – 600 км, ширина – 500 км, высота – 1000-1200 м над у.м. Растительность, в основном, представлена сосновыми и дубово-буковыми лесами,

а также зарослями бамбука. Сучуаньская котловина имеет площадь 200 тыс. кв. км, высоту 400-500 м. Сложена из красноцветного песчаника. Земли заняты, в основном, сельскохозяйственными культурами (рис, кукуруза, табак и др.). Названные горные системы (за исключением Юньань) располагаются, в основном, в северной и центральной части Южного региона и охватывают 5 крупных провинций: Хунань, Хубей, Хэнань, Гуйчжоу, Сучуань, с общим населением 350 млн. человек. Учитывая, что тематика обзора касается, в основном, листопадных культур, мы не будем останавливаться подробно на дикоплодовых, представляющих вечнозеленые субтропические леса и саваны. Дадим лишь общее представление о них и основные направления их изучения и использования. Наиболее богаты дикоплодовыми провинция Хубей, где сосредоточено 213 видов из 24 семейств и 43 родов (Zhang-Zhong Hui, 2004; Liu-Mengjuh, 1998), далее идут провинция Хэнань, где встречается 103 вида и Гуйчжоу – более 100 видов (Qin-Ju-Hong, 2000; Liu-Shi-Biao, 2002). Провинция Хунань и Сучуань менее богаты дикоплодовыми (Ou-Mao Hua, 2004; Jiang Xlao, 2002). На территории провинции Хэнань имеется заповедник, где произрастает 342 вида растений (Wang-Zhong-Yan, 2005). Видовой состав дикоплодовых растений представлен в основном виноградом, актинидией, киви, грушей (2 вида), орехами, ягодными и субтропическими культурами (Lin-Ski-Bioa, 2002). Сведений о наличии здесь дикорастущей яблони и абрикоса нами не встречено. 70 видов дикоплодовых введены в культуру. Основное направление в использовании дикорастущих растений, особенно лекарственных и дикоплодовых, – доместикация, заготовки для потребления (особенно киви), сборы лекарственных растений. Среди лекарственных растений особо выделяют *Acebia trifoliata* (Liu-Shi-Biao, 2002). Почти во всех публикациях указывается на потерю многих ценных видов растений (особенно лекарственных) и продолжающуюся угрозу их дальнейшего исчезновения. В некоторых работах (Jiang-Xiao-Wen, 2002) даются предложения по сохранению генофонда дикоплодовых, носящие общий характер (расширение охраняемых территорий, улучшение работы заповедников и пр.). Естественно, что в Южном регионе Китая наиболее богатым разнообразием растительности располагают горные районы с субтропическим и тропическим климатом и тропическими лесами. К таким районам относятся горные системы Юньнаня и, частично, Нанлина. Они охватывают самые южные провинции Китая – Юньнань, Гуандун, Чжэцзян и Цзянсу с общим населением более 300 млн. человек. Так, в провинции Юньнань произрастает около 500 видов растений, в том числе 54 эндемичных (Tang-Kaixue, 2002; Ren Xinjun, 2001); в провинции Гуандун – 551 вид, в том числе 157 дико-

плодовых (Li-Zhen-Kui, 2001; Cui-DaFang, 2001); Чжэцзян – более 450 видов, в том числе 135 дикоплодовых (Xu De Fa и др.1998); Цзянсу – 300, из них 38 дикоплодовых (Cao-Xiu Quin, 2004). Из дикоплодовых особенно распространены тропические фрукты, (манго, папайя, фи́га и др.), а также ягодные культуры, орехи, виноград и пр. Имеются сведения о произрастании в некоторых районах (Цзянсу) вишни, сливы, груши (Cao-Xiu Qin, Song-WeiChun, 2004).

В провинции Гуандун находится Природный Национальный Заповедник «Nanling», осуществляющий сохранение 551 вида растений, в том числе - 157 дикоплодовых (Li-Zhen Kui и др. 2001). Особое внимание обращается здесь на лекарственные растения (405 видов растений, в том числе более 60 фруктовых). Результаты работы этого заповедника не приводятся. Как и в других южных районах Китая, основным направлением в использовании дикорастущих растений (в том числе дикоплодовых) субтропических и тропических лесов является доместикация ценных видов и форм, заготовка их для потребления (особенно тропических фруктов) и сохранение биоразнообразия в заповедниках и на охраняемых территориях. К сожалению, нами не встречено литературных источников, излагающих конкретный опыт сохранения агробиоразнообразия *in situ*. Кроме общих фраз о его необходимости, результатов многолетней работы в этом направлении не приводится.

На основании анализа источников литературы можно сделать следующие предложения по использованию опыта Китая:

- Осуществлять передачу ценных форм и видов дикоплодовых и других растений зарубежным странам только на основе взаимовыгодного обмена.
- Обратить особое внимание на создание коллекций видового разнообразия яблони, абрикоса и винограда, с целью использования в селекции.
- Изучить возможность интродукции из Китая (Тибет, Маньчжурия) поздно цветущих видов и форм абрикоса.
- Приступить к созданию Национального Генбанка диких и культурных растений по примеру Китая и других стран.
- Использовать опыт Китая, благодаря которому эта страна за последние 20 лет вошла в число самых передовых в важнейших научных направлениях, (обучение специалистов и приобретение современного оборудования в области генетики, биотехнологии и др.).
- Широко использовать в работе по изучению, сохранению и восстановлению горного агробиоразнообразия таксономическую, географическую, экологическую и генетическую оценку растительного материала, а также биотехнологические методы его размножения и сохранения.

- Изучить и использовать тысячелетний опыт Китая (провинции Синьцзян–Уйгурский район, Турфан) по производству кишмиша на экспорт на основе естественной солнечной сушки ценных кишмишных сортов нового поколения. Природные условия Казахстана (в частности, территории в районе поселков Жаркента и Чунджи) позволяют производить высококачественный кишмиш. Значительную ценность также представляет собой огромный генофонд винограда (15 видов дикого винограда и несколько тысяч сортов культурного), позволяющий создавать самые высококачественные сорта различного направления.

7.4. Индия

Около 75 % территории Индии занимают равнины и плоскогорья, из которых самым крупным являются Доканское плоскогорье и Индо-Гангская равнина. Горные массивы страны: на севере простираются высочайшие горы Земли Гималаи и Каракурум, на западе - Западные Гаты, на востоке – Восточные Гаты. Каракурум – это высокогорная система (до 8611 м н. у. м.) в Центральной Азии между Памиром и Куньлунем на севере и Гималаями на юге. Северные склоны представляют собой каменистые пустыни, на южных - под влиянием Индийского муссона – до высоты 3000-3500 м поднимаются хвойные и мелколиственные леса, выше 3500 м – степи и участки лугов.

Гималаи простираются между Тибетским нагорьем на севере и Индо-Гангской равниной на юге. Протяжённость их более 2400 км, высота до 8848 м (Джомолунгма). Они являются климатическим и природным рубежом между пустынями Центральной Азии и тропическими ландшафтами Южной Азии. На северных склонах – горные степи и полупустыни. На южных, снизу вверх идут заболоченные джунгли, листопадные и хвойные леса, кустарники, луга. Выше 5000 м – ландшафты гляциовально-нивиального пояса.

Западные Гаты возвышаются над Деканским плоскогорьем с западной его части. Высота их – 1500-2000 м над у.м., длина – 1800 км. На западных склонах – влажные тропические леса, на восточных – саванные редколесья. Восточные Гаты окаймляют Деканское плоскогорье с восточной его части. Они более крутые, чем западные Гаты, обращены к Бенгальскому заливу. Растительность – влажные тропические леса (на западных склонах) и саванные редколесья (на восточных). Учитывая, что тематика данного обзора касается в основном листопадных культур (яблони, абрикоса и др.) мы не будем останавливаться на растительности сухих и влажных тропических лесов, которые представляют большую часть страны. Листопадные растения произрастают, в основном, в средней и верхней части верхних скло-

нов Гималаев и Каракурума, в 2-х штатах страны – Химачал-Прадеш и Уттар-Прадеш. Изучены эти высокогорные районы слабо, поэтому имеющаяся по этому вопросу литература представлена немногочисленными источниками.

Генетические ресурсы дикоплодовых в штате Химачал-Прадеш (Гималаи) представлены 28 видами из 19 семейств. Из них 4 - под угрозой исчезновения (*Prunus persica*, *Prunus armeniaca*, *Phyllanthus emblica*), и 4 редких – *Phenix sxevestris pyrifolia*, *Cornus capitata*, *Artocarpus lakoocha* (Vidya-Thakur, Chauhan, 2005; Bist, Sharma, 2005). Широко распространены здесь абрикос (4 вида), гранат (4 вида), орех (4 вида), персик (3 вида), хурма (2 вида), слива (2 вида), миндаль (1 вид), природный гибрид миндаль × персик. Произрастают они в засушливой зоне с малым количеством осадков, поэтому обладают засухоустойчивостью (Maikhuri, Etal, 2004). Особая засухоустойчивость характерна для миндаля, абрикоса (все виды) и сливы (2 вида). Леса, где встречаются дикоплодовые виды, занимают зону от 3 до 4 тыс. м. н. у. м. и растут только на южных склонах, в составе листопадных лесов. Поэтому учесть их трудно, но они имеют определенное хозяйственное значение. Авторы отмечают большую значимость дикоплодовых видов для селекции, предлагают общеизвестные меры по их сохранению *ex situ*.

Вместе с тем, оценивая их хозяйственный и экономический потенциал, они считают возможным проводить заготовки плодов для потребления, создавать надомные перерабатывающие пункты для занятости населения, осуществлять доместикацию ценных популяций. Решение социальных вопросов для местных общин являются также необходимостью.

Дикоплодовые растения штата Уттар-Прадеш (Север Индии) произрастают в более жестких условиях, чем в Хамачал-Прадеш. Здесь большие пространства занимают холодные пустыни, прилегающие к Тибету (Sharma, Behmi, 2000). Основное распространение имеет слива и абрикос (Parmar, Sharma, 1992), встречаются орех, большое количество ягодных культур (Maikhuri, Semwal, Singh, 1994). Отмечается, что абрикос обладает поздними сроками цветения и поздними сроками созревания плодов, отличается слаборослостью. Изучен химический состав абрикоса: сухих веществ 13,53%, кислота – 2,24%, сахар – 5,5%. Средняя масса плодов – 12 г (Parmar, Sharma 1992).

Предложения по использованию дикоплодовых традиционны: доместикация, заготовки для потребления и переработки, решение социальных вопросов для поддержки местных общин (Bist, Sharma, 2005).

Центральная часть Гималаев также богата природными ресурсами дикорастущих растений. Существует 13 потенциально-возможных для эксплуатации групп массивов дикорастущих растений (лекарственных, технических, пищевых, включая дикоплодовые и др.). Около половины из них отводится для заготовки горчицы жаропонижающей (*Aegle marmelos*), три – для сборов морошки, сливы и различных лекарственных растений (Maikhuri, Rao, Saxena, 2004).

Рекомендации по использованию агробиоразнообразия в целом сводятся к доместикации, заготовкам и переработки сырья в надомных предприятиях, решению социальных вопросов местных общин.

Большой интерес представляет одна из публикаций (Dhar, Bhatt, Rawai, 2000) по сохранению *in situ* одного из исчезающих видов древесных растений *Myrica esculenta* Buch., варварски вырубаемого из-за ценнейшей древесины. В естественных условиях деревья этого вида плохо восстанавливаются из-за очень низкой всхожести семян. Благодаря использованию различных методов (охлаждение, замачивание семян в различных растворах, использование регуляторов роста и пр.) всхожесть семян повышается – 48,6%. Предлагается 2 пути сохранения этого вида – доместикация (выращивание вблизи местных общин) и сохранение в местах естественного произрастания путем восстановления лесов посадкой саженцев, выращенных из подготовленных семян в специальных питомниках. Этот опыт представляет интерес для его изучения и практического использования. Привлекает к себе внимание также работа по сохранению растений и животных в 2-х национальных парках – «Казиранга» (штат Ассам, организован в 1908г.) и «Корбетт» (штат Уттар-Прадеш, организован в 1935г.) Они занимают площадь 43 и 52 тыс. га соответственно и охраняют редких животных и «саловое дерево».

В целом, из опыта Индии по изучению и сохранению горного агробиоразнообразия заслуживают внимания:

- Доместикация ценных видов растений – лекарственных, редких и исчезающих, дающих хорошую продукцию в техпереработке и пр. Проводиться эта работа должна вблизи мест естественного произрастания растений для повышения занятости местного населения и решения социальных вопросов.
- Интродукция ценных поздноцветущих и засухоустойчивых видов и форм абрикоса, сливы и миндаля, а также орехоплодных культур.
- Опыт сохранения и восстановления ценных растений, имеющих низкую полевую всхожесть, включающий подготовку семян в лабораторных условиях и высев их на подготовленные (распаханные) площадки.

- Заслуживает внимания опыт сохранения «салового дерева» и исчезающих диких животных (панцирный носорог, слоны, тигры, медведь- губач, свиной олень и др.) в национальных парках Индии.

7.5. Юго-Восточная Азия

Юго-Восточная Азия представлена двумя странами – Малайзией и Индонезией, имеющими в этом регионе наибольшее разнообразие диких растений, в том числе – дикоплодовых. Малайзия состоит из двух разделенных заливом территорий: Западный (п-ов Малакка) и Восточный (о. Калимонтан), занимает первое место в мире по производству каучука, масла масличной и кокосовой пальм, ананасов, перца. Климат тропический. Малайзия считается центром происхождения многих тропических плодовых деревьев. На полуострове Малакка (запад страны) выявлено 3395 видов дикорастущих растений, 12% из которых (около 400 видов) имеют съедобные плоды (Saamin, Rahman, 1998). Из огромных ресурсов тропических фруктов сейчас культивируется около 100 видов, являющихся родичами дикорастущих плодовых (Wang, 1995). В их числе манго, авокадо, папайя, ананас, хлебное дерево, разнообразные орехи и др. Имеется возможность ввести в культуру еще не менее 38 видов растений, таких как *Artrocarpus*, *Baccaurea*, *Canarium*, *Dimocarpus*, *Dyphno*, *Litsea* и др. (Saw, Lafrankil, Kochumer, 1991). Об огромном разнообразии здесь тропических фруктов говорит такой пример. На обследованном природном массиве в 50 га выявлено 820 видов растений, в том числе 76 съедобных фруктов, из них – 10 видов манго, 12 видов хлебного дерева, 5 видов орехов и др. (Saw и др., 1991). Из выявленных на участке видов 24 уже культивируется. Несмотря на огромное разнообразие дикоплодовых тропических растений, многие из них находятся на грани исчезновения во многих районах страны (Solpadmo, 1979). Поэтому стоит задача сохранения этого ценнейшего генофонда. Основные направления – доместикация, сохранение *ex situ*, селекционно-генетическая работа (Solpadmo, 1979).

Индонезия включает в себя более 3 тыс. островов, самые крупные из которых – Ява, Суматра, Калимонтан. Свыше половины территорий страны – горы (до 5029 м н.у.м.) и около 70% покрыто тропическими лесами. Из введенных в культуру растений экспортное значение имеют каучуконосы, кокосовая и масличная пальмы, чай, кофе, какао, сахарный тростник, ананас, манго и др. Из огромного разнообразия дикоплодовых фруктов, сопоставимого с Малазийским, здесь культивируется 37 растений, таких как манго, ананас, папайя, авокадо, дуриан, гуава, местная груша и др.

Основное направление в использовании – сохранение генофонда *ex situ*, доместикация, заготовки для потребления (Utilization..., 1990).

На основании анализа опыта Юго-Восточной Азии по сохранению и использованию генофонда дикоплодовых растений, можно сделать следующие выводы:

- Юго–Восточная Азия необычайно богата разнообразием дикорастущих растений (3395 видов) в том числе - дикоплодовых (около 400 видов, 100 из которых культивируются). Этот регион является одним из центров происхождения многих тропических фруктов – манго, авокадо, папайи, ананаса и др. Имеется возможность ввести в культуру (дополнительно) 38 плодовых растений.

- Главными направлениями в сохранении и использовании тропических дикорастущих является доместикация ценных видов и форм растений, сохранение генофонда *ex situ* и селекционно-генетическое использование.

7.6. Австралия

Австралия – самая жаркая часть суши Южного полушария, около 70% территории расположено в зоне пустынного и полупустынного климата. Количество осадков убывает с востока на запад с 1500 мм до 300-250 мм. Восточную часть Австралии занимает Большой водораздельный хребет (до 2230 м), Западную – плоскогорье (400-500 м н.у.м.) с отдельными хребтами. Большой водораздельный хребет (Восточно-Австралийские горы) простирается вдоль восточного и юго-восточного побережья страны на 4 тыс. км. На юго-восточных склонах – влажные листопадно-вечнозеленые леса, на западных – лесосаванны, саванны, заросли ксерофитных кустарников. Особой и наиболее интересной частью этого региона является Австралийская флористическая область, которая охватывает южную часть суши Австралии и остров Тасман (штат страны). Внутреннюю часть острова занимает плато (до 1617 м), покрытое лесом из эвкалиптов, вечнозеленых буков и высокотравных лесов. Эта флористическая область характеризуется богатством и разнообразием растительности. Здесь произрастает около 1200 видов растений (Riley, 2001), из которых 75% - эндемики (эвкалипты, саговники и др.). Из дикоплодовых растений распространены манго, гуава, гуанобана, карамбола, орехи, ананас и др.

Основное направление в использовании дикоплодовых – доместикация, сохранение генофонда *ex situ* и селекционно-генетическое использование. Австралия является высокоразвитой садоводческой

страной. Здесь в промышленных масштабах выращиваются ананас, цитрусовые, бананы, яблоня, груша, абрикос, вишня, слива, орехоплодные, гуава и др. тропические и субтропические культуры. Хорошо поставлена научно-исследовательская работа в области садоводства, а также сохранение и использование генофонда. Все это осуществляется в научно-исследовательском центре садоводства (г. Мербин, штат Виктория), а также в агроуниверситетах в г. Розворти (штат Южная Австралия) и г. Уогга-Уогга (штат Новый Уэльс). К сожалению, из-за ограниченного числа публикаций и отсутствия доступа к информации по сохранению дикоплодовых растений Австралии делать какие – либо выводы по опыту этой страны в данном направлении не представляется возможным.

7.7. Центральная и Южная Африка

В отличие от Северной Африки, где преобладают пустыни со скудной растительностью (Сахара и др.), Центральная и Южная Африка и, особенно, – ее прибрежные и экваториальные государства, располагают богатой и разнообразной растительностью. К таким странам мы относим Гану, Гвинею, Камерун, прилегающие к побережью Атлантического океана, и Мозамбик, Малави, Танзанию и Кению, находящиеся на побережье Тихого океана. Кроме того, эти государства расположены вблизи экватора, что налагает особый отпечаток на богатство флоры этих стран.

Гана – преимущественно равнинная страна. Климат – экваториально-муссонный, на западе – близок к экваториальному. Осадков выпадает от 1000 (на севере) до 2000 мм (на юго-западе). Большая часть страны – саванны, на юго-западе – экваториальные леса. Главная экспортная культура – какао (1 место в мире).

Гвинея – климат экваториально – муссонный, осадков 1200-4000 мм. Преобладают саванны и тропические леса. Экспортные культуры – кофе, ананасы, бананы, масличная пальма и др.

Камерун – большая часть страны – плоскогорье (500-1500 м), на юге – горы (до 4070 м). Климат экваториальный и экваториально – муссонный. На юге – тропические леса, на севере – саванны. Главные экспортные культуры – какао, кофе, бананы, хлопок, лес.

Мозамбик – преобладает платообразный рельеф – от 500 до 1800 м. Климат на севере – экваториальный, на юге – тропический. Преобладают саванны. Главные культуры – маниок, орехи, сахарный тростник, хлопок, кокосовая пальма.

Кения – занимает северо-восточную часть Восточно-Африканского плоскогорья (до 5199 м). Климат – субэкваториальный, осадков – от 250 до 2000 мм. Преобладают саванны и саванные леса,

полупустыни. Главные культуры – кофе, чай, сизаль (грубое волокно для канатов из листьев агавы).

Танзания – расположена на плоскогорье (1000 м н. у. м.). Климат – экваториально-муссонный. Преобладают саванны и мелколесье. Основные культуры – кофе, хлопчатник, сизаль, орехи.

Малави – в основном плоскогорье (2670 м н.у.м.). Климат – экваториально-муссонный, осадков 750–2000 мм. Тропические леса, саванны, горные степи. Главные культуры – чай, табак, арахис, хлопчатник, тунга (5 видов деревьев из сем. Молочайных, используемых для приготовления масла для лаков).

Общей закономерностью для Африканского континента является увеличение растительного разнообразия с запада на восток и в регионе экватора. К северу и югу от экватора видовое разнообразие растительности убывает (O'Brain, Peters, 1998). Поэтому вначале рассмотрим западный регион Африки (Гана, Гвинея, Камерун, Мали), а затем - восточный (Кения, Мозамбик, Малави, Танзания).

Среди дикоплодовых западного региона выявлено около 300 видов, из которых более 200 представляют тропические и экваториальные леса, и около 100 – саванны (Paganova, 2001; Egorova, 2001). Среди них – многочисленные виды пальм (в том числе масленичная, финиковая, кокосовая и др.), анноны (40-50 видов), виды кофейных деревьев (до 50 видов), виды икако (дикие сливы), орехоплодные (более 15 видов) и др. (Vivien, Faure 1989). Все виды классифицированы по пригодности к еде, питью, изготовлению масла, использованию в медицине и др. Предлагается ввести в культуру 28 видов (перечень их приводится), отличающихся хорошими вкусовыми качествами, урожайностью и ценным биотехническим составом (Vivien, 1990). Изучены также дикоплодовые засушливой зоны саванн. В некоторых странах (Камерун) начата инвентаризация наиболее ценных плодовых видов (Vivie, Faure, 1998).

На примере одного из ценных и распространенных плодовых растений *Ricinodendron hendelotii* рассмотрена вариабельность массы плодов и его урожайности в 6 провинциях (во влажных лесах) Камеруна (Fondoun, Manga, Kengue, 1990). Эта работа показала, что по массе плодов разница достигает 110 г, а по урожайности деревьев – более чем в 2 раза. Одним из общих направлений в использовании дикоплодовых растений этого региона является domestикация, имеющая здесь 2 направления – введение в культуру ценных видов и закладка плантаций дикоплодовых вблизи жилья жителей местных общин с тем, чтобы сохранить леса от уничтожения. Другое направление – создание социальных условий для беднейшего населения сельских районов этих стран. Рассматриваются вопросы заготовки и переработки плодов для местного потребления.

Восточный регион – включает Кению, Танзанию, Мозамбик, Малави. По биоразнообразию и плотности растительности восточный регион Африки из-за более влажного климата несколько превосходит западный, хотя основным типом растительных сообществ здесь также являются тропические и экваториальные леса и саванны (O'Brain, Peters, 1998). Продуктивность лесов также выше, что позволяет проводить в них заготовку плодов для потребления (Kaaria, 1998, Gowela, 2000). В этом регионе проводится ряд интересных многолетних научных работ по изучению и сохранению его биоразнообразия, по естественному возобновлению уничтоженных лесов, по величине защитной (буферной) зоны и др. Так, на территории двух бывших заповедников Малави длительный период изучаются изменения растительности в сохранившихся растительных лесах и на безлесных участках, образовавшихся в результате деятельности человека (вырубка леса, хищнический сбор плодов и т.). В результате было установлено, что богатство и общее количество растений было выше на облесенных территориях, однако разнообразие и равномерность его распределения на территории естественного возобновления (бывших безлесных участках) превосходило облесенные (Maliro, Kwarata, 2002). Эти данные удивительны и могут объясняться только благоприятными почвенно-климатическими условиями, способствующими быстрому лесовосстановлению.

Другая интересная научная работа посвящена изучению величины (буферной) защитной зоны, обеспечивающей сохранение естественных экосистем региона. Более 25 лет (с 1980 г.) здесь проводится сравнительный анализ изменений в экосистемах заповедников в зависимости от величины буферной зоны (Defries, Hansen, Newton, Hamson, 2005). Было установлено, что для сухих тропических лесов Южной Африки она должна быть не менее 50 км. Следует согласиться с высказыванием авторов, что буферная зона есть краеугольный камень сохранения биоразнообразия в лесах. Важное значение в проведении научной работы по сохранению экосистем и типичных природных ландшафтов имеет наличие в этом регионе большого количества заповедников и национальных парков. Всемирно известные национальные парки в Кении – Маунт-Кения и Цаво-Нейроби (организованы в 1948 г.); в Танзании – Серенгети и Лейк Маньяра и др. Площадь земель под парком Цаво-Нейроби составляет 2 млн. 80 тыс. га, а под парком Серенгети – 1 млн. 295 га, скопление копытных животных – более 1,5 млн. голов (в каждом). В национальных парках имеются научные подразделения (в Серенгети, например, НИИ им. М. Гржимека), которые обеспечивают научный подход к осуществлению практической работы по сохранению есте-

ственных экосистем в заповедниках и в регионе в целом. Приток туристов в заповедники (несколько млн. человек в год) является важной статьей дохода в этих странах. Из опыта Южно- Африканского региона можно использовать следующее:

- Организация и работа заповедников, а также всемирно известных национальных парков Цаво - Найроби, Маунт - Кения, Серенгети и др. (особое внимание обратить на экотуризм).
- Изучение вопроса выявления оптимальной величины защитной (буферной) зоны, обеспечивающей сохранение природных ландшафтов и экосистем в целом, что может иметь важное значение.
- введение в культуру ценных видов и закладка плантаций дикоплодовых вблизи жилья местных жителей для сохранения леса от уничтожения.

7.8. Южная Америка

Бразилия, Колумбия и Венесуэла занимают основную часть континента, имеют сходный климат (экваториальный и субтропический) и растительность (экваториальные и тропические леса, а также саванны и редколесья). Флора очень богата и разнообразна, высок уровень видового и родового эндемизма. Эти страны являются родиной многих культурных растений (ананас, аннона, бертоллеция и др.). Здесь хорошо развито промышленное садоводство (особенно в Бразилии), с разнообразным набором культур: кофе, какао, ананас, бананы, папайя, апельсины, манго, авокадо, орех, а также персик, груша и яблоня (в субтропиках) и др. Особенно большим разнообразием видов дикоплодовых растений отличаются территории лесов, входящие в бассейн р. Амазонка (Бразилия, Венесуэла). Здесь встречаются 8-9 видов ананасов, около 100 видов анноны (*Annona* L.), около 40 видов бертоллеции (в этот род объединены орехоплодные тропиков), многочисленные виды пальм и др. (Santos, 1997; Veler, 1992; Shultes, 1989). Особый интерес представляют дикорастущие орехоплодные виды, объединенные в род Бертоллеция. Ежегодные заготовки дикорастущих орехов на экспорт составляют здесь около 50 тыс. т (Shultes, 1989). Главную ценность в этих заготовках представляет Бразильский орех, средняя масса плодов которого превышает 1 кг (в культуре этот вид ореха не выращивается). Большую значимость для заготовки диких плодов представляют многочисленные плодовые деревья с местным названием умбу (*Spondins tuberosa*), произрастающие в полузасушливых лесах 7 северо-восточных штатов Бразилии и охотно заготавливаемых местным населением (Santos, 1997). Для введения в культуру большой интерес представляют отдельные виды анноны с сочными, крупными и вкусными ароматными плодами, а также малоизвестные

виды *Poteria usucui* с крупными, грушевидными, очень сладкими плодами (Shultes, 1989). Известный американский ученый С. R. Sperling (1989) совершил 4 экспедиции (по 2-5 месяцев каждая) по изучению дикорастущих плодовых в Колумбии, Эквадоре, Перу, Боливии и Бразилии. Он собрал богатую коллекцию гермоплазмы этих растений, особое внимание при этом было обращено на исследование вариабельности, сбор всех возможных вариантов гермоплазмы и изучение возможности введения в культуру видов *Ullucum tuberosum*.

Во всех встреченных нами публикациях по этому региону просматривается чисто практический интерес к дикоплодовым растениям – заготовка плодов, изыскание новых малоизвестных видов для введения в культуру, сбор генофонда. При этом изыскание новых малоизвестных ценных видов для введения в культуру становится одним из основных направлений в использовании дикоплодовых во многих странах мира. При анализе литературы обращает на себя внимание большая сеть научных учреждений, работающих в области садоводства и лесоводства. Так, в Бразилии имеется НИИ кофе; НИИ плодовых культур (г. Риу-Гранде) и 5 опытных станций; НИИ лесного хозяйства и 3 опытных станции и т.д. В Венесуэле и Колумбии также имеется несколько научных центров по этим проблемам. На основании изучения опыта представленных стран Южной Америки можно сделать следующие предложения:

- Введение в культуру новых видов дикоплодовых растений, как одно из самых востребованных ныне направлений в использовании дикорастущих растений.

7.9. Центральная Европа

Существует обширная информация о дикоплодовых Центральной Европы. Из публикаций последних лет, касающихся плодовых культур и, прежде всего, яблони, особо следует отметить работы ученых Великобритании S. A. Harris, J. P. Rabinson, B.E. Juniper (2002); J. Morgan, A. Richards, E. Dowle, (2002); B. E. Juniper, D. J. Mabberlex (2006), Германии (M. Geibel, 2003), России (Пономаренко и др., 2001) и др. Заслуживает также внимания популярная книга Кристофера Роббинса (2009) «Казахстан – это родина яблок», переведенная на русский язык. В этих публикациях подтверждается генетическое родство многих культурных сортов яблони с одной из их прародительниц *M. sieversii*. Вместе с тем, некоторые из этих ученых считают, что наряду с Центральной Азией, богатейшие центры видообразования рода *Malus* находятся в Центральном и Южном Китае (B.E. Juniper и др. 2006). В этих публикациях, кроме того, рассматриваются и другие важные вопросы: центры происхождения яблони, систематика, филогения, географическое распро-

странение, прародители вида *M. domestica*, первичные очаги возникновения садоводства, значение и использование яблони и др. Большое значение имеют также работы известного английского ученого Н. Макстеда (Maxted et al, 1997; Maxted, 2003; 2004; 2008; 2009), посвященные различным вопросам сохранения *ex situ* и *in situ* растительного агробιοразнообразия в странах Европы и на других континентах. Основные проблемы, рассматриваемые Н. Макстедом, следующие: теория и стратегия сохранения; законодательные акты; принципы создания генетических резерватов и их устройство; отбор и генетическая оценка генотипов; создание живых коллекций; реинтродукция и др.

Несмотря на то, что на территории многих стран Европы прежде произрастало достаточно большое количество дикоплодовых видов (более 120), однако в настоящее время они уже не образуют естественных лесов и встречаются лишь единично, либо фрагментарно (Fellenberg и др. 2000; Mratinic 1998; Kojic, 1997). В результате увеличивающегося антропогенного воздействия число этих видов продолжает постоянно сокращаться и в большинстве европейских стран дикоплодовые находятся на грани полного уничтожения (Fellenberg, 2001). Это обстоятельство накладывает свой отпечаток на количество и характер исследований, а также на стратегию сохранения и использования агробιοразнообразия. Большинство публикаций рассматривают дикоплодовые с экологической точки зрения, как часть лесной флоры, естественных ландшафтов и экосистем (Mueller, 1999; Kojic, 1996; Balcekievicz, 1990 и др.). Этому, например, была посвящена пятая научная конференция по сельскохозяйственной экологии (23-25 февраля 1999 г., Берлин), в решениях которой сказано о необходимости сохранения природы, в том числе - дикоплодовых, как части природных ландшафтов (Mueller, 1999). Вместе с тем, имеется целый ряд публикаций, где дикоплодовые рассматриваются как ценный генетический материал, который необходимо прежде всего сохранить *ex situ*, а затем перейти на отдельных территориях (Берлин-Франкфурт, Нижняя Саксония, Rugian Island, горы Сербии и др.) на сохранение *in situ* с использованием лесовосстановительных работ (Vegetmann, 1996; Wagner, 1999; Grope, 1999; Wolf, Arenhovel, 2000). При этом яблоню (*M. silvestris*) и грушу (*P. Pyraister*) называют «коренными» жителями Германии и призывают заботиться о них, как о жителях страны (Wagner, 1999). По этим двум видам и другим дикоплодовым в Германии, Словакии, Югославии и других странах Европы проводится серьезная научная работа (Fellenberg, 2001; Wolf, 2000). Так, в Германии создана коллекция, состоящая из 225 клонов *M. silvestris* и 205 – *P. pyraister*, которая длительное время изучалась на предмет выделения ценных для селекции генетических признаков (Fellenberg, 2001). Ведется так-

же селекционная работа с привлечением этих клонов для создания новых сортов. Важно также отметить, что клоны яблони и груши изучаются здесь в корнесобственной культуре, а имеющемуся генофонду дается генетическая оценка на уровне изменений ДНК. Эта работа проводится в НИИ лесного хозяйства Нижней Саксонии, совместно с другими европейскими центрами (Международное общество «Садовые науки», ISHS Бельгии). Особое значение придается здесь сохранению в живых коллекциях, в том числе – *in vitro*, типичных популяций дикой яблони и груши для последующего их размножения и восстановления в естественных условиях (Wolf, Arenhovel, Bhm, Franke, Rodgge, 2000 и др.).

В Европейских странах существует еще одно направление в использовании дикорастущих плодовых. Различные их виды, в основном - яблоню и грушу, выращивают в питомниках, а затем в составе других лесных пород (дуб, бук и др.) высаживают на участки леса, требующие лесовосстановления (Paganova, 2001; Wagner, 1999). При этом проводятся многолетние наблюдения за состоянием деревьев яблони и груши в составе других лесных пород, а также за различиями в росте растений, полученных от родительских форм, произрастающих в различных регионах страны (Paganova, 2001).

Особого внимания заслуживает международный северный (арктический) генбанк Норвегии. В нем семена растений хранятся при оптимальной и стабильной температуре в хранилищах – капсулах, сооруженных в вечной мерзлоте на Арктических островах, покрытых мощным слоем льда. Это хранилище носит название «The Svalbard Global Seed Vault» и сдано в эксплуатацию 26 февраля 2008 г. в Норвегии. Оно находится в 1000 км от северного полюса на одном из арктических островов в шахте в условиях вечной мерзлоты. Хранилище-капсула длиной более 130 м встроено в песчаный грунт. Температура в нем в любое время года и суток составляет 0.4°F (около -16°C) и поддерживается активной вентиляцией воздуха. Считается, что такая температура обеспечивает оптимальные условия для долгосрочного хранения семян. По мнению разработчиков, это хранилище способно выдерживать даже серьезные катастрофы на земле (наводнения, землетрясения, атомные взрывы, энергетические кризисы). Семена многих видов сельскохозяйственных растений при таких условиях могут сохраняться 1000 лет и более (подобно семенам, найденным в Египетских пирамидах). Построенное хранилище рассчитано на сохранение 4,5 млн. образцов семян (по 500 шт. семян каждого образца), что обеспечивает всю мировую потребность. В настоящее время в хранилище сохраняют семена растений 104 страны, общая численность - 430 тыс.

образцов. Стоимость международного арктического генбанка 9,1 млн. долларов.

На основании анализа литературы по дикоплодовым растениям Центральной Европы можно сделать следующее заключение:

- В сохранении и использовании дикоплодовых видов Европы существует три основных направления: *экологическое*, рассматривающее их как часть лесной флоры, естественных ландшафтов и экосистем; *селекционно-генетическое*, предполагающее изучение и сохранение их в качестве генетических ресурсов – *ex situ*, и *in situ* (на отдельных территориях в местах естественного обитания), проведение лесовосстановительных работ; *лесоводческое*, рассматривающее их, как обычные лесные растения, высаживаемые в составе других лесных пород на участки, требующие восстановления. Однако все эти направления следует рассматривать только в комплексе мероприятий.

- Заслуживает внимания ценный опыт Норвегии по созданию международного генбанка в районах с вечной мерзлотой (на Арктических островах и пр.), где без больших затрат обеспечивается оптимальная и стабильная температура для длительного хранения мирового генофонда семенных коллекций.

7.10. Прочие страны

В ряде других стран также ведутся исследования по дикоплодным растениям, и этот опыт следует также рассмотреть. Так, в Израиле, с целью освоения пустыни Негев, испытывалось около 40 засухоустойчивых и жаростойких видов плодовых растений различного происхождения. После 10 лет испытаний лишь несколько видов были рекомендованы для второго тура испытаний: прежде всего – кактусы *Selenicereus megalanthus*, *Cereus peruvianus*, а также *Casimiroa edulis*, «пустынное яблоко» *Ziziphus mauritiana*. Кроме этих 4 видов, кандидатами во второй тур испытаний были включены марула (*Sclerocarya birrea* subs. *cattra*) и арган (*Argania spinosa*).

В Ливане из-за недостатка воды также изучается возможность использовать засухоустойчивые виды дикоплодовых для восстановления деградированных земель. Предполагается создавать питомники и осуществлять посадки засухоустойчивых видов вблизи местных общин (Hamadeh, 2006).

Следует отметить также, что в России (Кабардино-Балкария) испытывались дикоплодовые виды и для освоения карьеров (песчаных, глиняных, гравийных) (Egorova, Khachetov, 2001). Для этой цели использовались в основном местные виды дикой яблони, груши, сливы, вишни, абрикоса и др.

Большой интерес представляют исследования, проведённые на Кипре по введению в культуру ценных японских видов инжира, хурмы, фиников и мушмулы. Кипр является древнейшим очагом возделывания плодовых культур но, вместе с тем, в Европе появилась растущая тенденция в потреблении этих новых культур. Работы, начатые в 1995 г., продолжаются.

Из опыта этих стран следует рекомендовать:

- Изучить возможность использования Центрально-Азиатских и др. засухоустойчивых дикоплодовых видов для облесения пустынь, восстановления деградированных земель и укрепления песчаных почв склонов и карьеров.

7.11. Северная Америка

Несмотря на то, что на территории США и Канады произрастает достаточно большое число дикоплодовых видов, они не образуют естественных лесов и встречаются лишь единично, или фрагментарно. Исключение составляют ягодные культуры (ежевика, земляника, малина, смородина, брусника, голубика, клюква и др.), которые в северных районах этих стран имеют большое видовое и внутривидовое разнообразие и характеризуются широким ареалом. Следует отметить также сохранившиеся до сих пор 28 видов дикого винограда (Носульчик и др., 2007). Как и во многих других развитых странах мира, ежегодно увеличивающееся антропогенное воздействие приводит к резкому сокращению дикорастущих видов и безвозвратной утере многих из них. Из сохранившихся особо следует отметить виды яблони *M. angustifolia*, *M. coronaria*, *M. ioensus* и *M. fusca* (Warren, Lamboy, 1996); винограда *V. vinifera*, *V. labruska*, *V. berlandieri*, *V. vulpina* L. и др.; земляники – *Fragaria virginiana* Duck (один из родителей садовой земляники) и *F. ovalis* (вид, распространенный в Канаде и на Аляске); ежевики – *Rubus allegheniensis*, *R. argutus*, *R. macropetalus*, *R. titanus*; голубики – *Vaccinium myrtilloides*, *V. angustifolium* и межвидового гибрида – голубики высокорослой. Большое количество сохранившихся видов имеют жимолость, малина, смородина, брусника, клюква, барбарис и др. Необходимо особо отметить, что благодаря наличию собственных дикорастущих видов, американские ученые первыми создали сорта и ввели в культуру такие ценные растения как голубика и ежевика (Раузин, 2007). На основе межвидовой гибридизации в Америке впервые в мировой практике получены ценные зимостойкие сорта винограда с высоким качеством плодов. Помимо США, они уже выращиваются в 13 странах, а в Канаде занимают основную часть площадей. На той же основе созданы смородиново-крыжовниковые гибриды «Josta», «Kroma» и др.

Бурный рост промышленности и экономического потенциала США и Канады, начавшиеся в XIX веке, стимулировал создание мощного сельскохозяйственного производства, включая садоводство и виноградарство. В отличие от многих стран Европы и Азии, имевших тысячелетний опыт возделывания плодовых культур и винограда, в Северной Америке эта отрасль имеет всего 3-х вековую историю. В то время, когда в мире уже имелось несколько тысяч сортов и большое разнообразие плодовых культур и винограда, здесь приходилось все начинать сначала. Поэтому первым этапом в развитии этой отрасли был завоз пород и сортов плодовых культур и создание на этой основе развитого садоводства и виноградарства. Массовый приток переселенцев из различных стран мира способствовал этому. К концу XIX века США уже имели в своих генетических коллекциях сотни сортов плодовых, ягодных культур и винограда. К этому же периоду относится начало серьезной работы по изучению собранного генофонда культурных растений и его использование при создании новых сортов. Так, в 1893 г. был выведен сорт «Delicious» («Stark Delicious»), который стал родоначальником многих американских сортов яблони (Pollan, 2001). В тот же период (конец XIX века) в саду А. Маллинса в Восточной Вирджинии был обнаружен случайный сеянец, получивший название «Golden Delicious» и впоследствии распространившийся не только в Северной Америке, но и по всему миру. В 70-80 гг. XX века доля двух этих сортов в мировом производстве яблок достигала 40% (Паузин, 2007). Маточное дерево «Golden Delicious» сохранялось до 50-х годов прошлого столетия, а в настоящее время на его месте поставлен гранитный монумент, в знак признания заслуг этого сорта в мировом производстве яблок (Pollan, 2001). К середине XX века американскими селекционерами выведено большое количество новых высокоценных сортов – «Dgonatan», «Red Delicious», «Adared», «Gold Spur», «Well Spur», «McIntoch» и др., которые продолжают занимать ведущее место в мировом производстве фруктов. Благодаря этим сортам производство плодов в мире увеличилось с 21 (1970 г.) до 49 млн. т (1995 г.).

Подобная революция произошла и в создании новых ценных сортов груши, сливы, абрикоса, персика и многих других плодовых культур. При столь значительных успехах в селекции нельзя не отметить тот факт, что из 15000 сортов (Пономаренко, 2005, 2007), составляющих ныне генетическое разнообразие яблони, все мировое производство этой культуры сведено к 2-4 группам сортов: «Delicious» (золотой и красный), «Dgon Gold», «Fuji» (японский сорт) и «Galla». В связи с этим возникает вопрос, приобретаем ли мы или теряем от результатов такого рода селекции? Вместе с тем изучение и использование в селекции огромного генетического материала, который был собран

из многих стран мира, дало удивительные результаты и показало исключительную эффективность в производстве сельскохозяйственной продукции. Это направление продолжает быть одним из главных в сегодняшней селекционно-генетической работе.

Начиная с 1970 г., работа по интродукции и изучению мировых генетических ресурсов в США значительно расширилась и существенно улучшилась. В 1956 г. был создан Национальный банк генетических растительных ресурсов, который сегодня является основной частью Национальной системы генетических ресурсов США. Эта система включает в себя следующие структурные подразделения:

- *Национальная лаборатория хранения семян* (Fort Collins, штат Колорадо) Здесь, в современных условиях, заложена на долгосрочное хранение национальная коллекция семян сельскохозяйственных растений.

- *Четыре региональных интродукционных питомника растений*, задача которых - интродукция, изучение, сохранение и поддержание в живом виде семенных коллекций. Эти питомники находятся в штатах Вашингтон (г. Пуллман), Джоржия (г. Гриффин), Иллинойс (г. Аймес), Нью-Йорк (г. Женева).

- *Восемь национальных клональных (вегетативных) полевых генбанков*, в задачу которых входит сохранение генофонда преимущественно древесных и кустарниковых растений. Полевые генбанки расположены в штатах Нью-Йорк (г. Женева), Флорида (г. Майами), Порто-Рико (г. Маягуэр), Калифорния (г. Девис и Риверсайд), Гавайи (г. Хило), а также в Орегоне (г. Корвалис) и в округе Колумбия (г. Вашингтон).

- *Национальная лаборатория генетических ресурсов и национальный карантинный центр растений* (штат Мэриленд, г. Белтсвилл). В центре поддерживается целостность системы сохранения генетических ресурсов, и осуществляется обмен генетическим материалом с зарубежными странами. Здесь находится Национальный Комитет по генетическим ресурсам, информационный центр, каталоги и центральный компьютер с базой данных по генетическим растительным ресурсам. Кроме того, центр тестирует растения на карантинные объекты и выдает соответствующий сертификат.

- *Шесть генбанков основных сельскохозяйственных культур* (зерновые, крупяные, зернобобовые, кормовые, технические, масличные и др.). Размещены они в штатах Вашингтон (г. Пуллман), Айдахо (г. Абердин), Калифорния (г. Девис), Техас (п. Колледж Стайтин), Миссури (г. Колумбия), Иллинойс (г. Урбана).

- *Шесть станций, имеющих коллекции основных сельскохозяйственных культур*, которые интродуцируют, изучают и сохраняют об-

разцы культурных растений. Размещены они в штатах Айдахо (г. Абердин), Калифорния (г. Девис), Техас (п. Колледж Стейшен), Кентукки (г. Лексингтон), Северная Каролина (г. Оксфорд).

- *Национальная интродукционная станция картофеля* находится в штате Висконсин (п. Старжент Бей) и занимается изучением и сохранением генофонда картофеля.

По независимым оценкам экспертов коллекции генетических ресурсов, собранных в США оценивались в 1999г. в 800 миллиардов долларов (Maxted, 2000). В настоящее время эта оценка возрастает не менее чем в три раза. Экономический эффект от использования генофонда растений также будет возрастать. Стоимость отдельного генетического образца может достигать 50-100 тыс. долларов. Расчетная прибыль, например от использования «гена сладости» для культуры томатов может составить около 340 млрд. долларов (Maxted, 2008). Подобный экономический эффект может быть получен от использования генов, защищающих растения от болезней и т.п.

В целом, система интродукции, изучения и сохранения генетических ресурсов в США в значительной мере сопоставима с российской (ВИР и его филиалы), с той лишь разницей, что в США на эти цели выделяется финансирование, в десятки раз превосходящее российское. Например, годовой бюджет одной только локальной интродукционной станции, размещенной в штате Нью-Йорк (г. Женева) составляет 22 млн. долларов. Кроме того, станция имеет материально-техническую базу, оцениваемую в сотни миллионов долларов и крупные земельные массивы.

В национальной системе изучения и сохранения генетических ресурсов растений Северной Америки значительное место уделяется плодовым культурам и винограду. Так в США, например, этим занимаются 4 американских научных центра, размещенных в условиях различного климата (умеренного, теплого, тропического и субтропического). В условиях умеренного климата (штат Нью-Йорк, г. Женева) изучаются яблоня, груша, черешня, виноград, холодостойкие сорта и др. В штате Орегон (г. Корваллис) – ягодные культуры (земляника, малина, смородина, жимолость, голубика и др.). В условиях теплого климата (штат Калифорния, г. Девис и Риверсайд) большое место занимают абрикос, персик, киви, орех, гранат, виноград, апельсины, мандарины и др. В тропических и субтропических районах (Флорида, г. Майями; Порто-Рико, г. Маягуес; Гавайях, г. Хило) изучают и сохраняют генофонд бананов, ананасов, орехов, авокадо, манго и многих других тропических фруктов. Один из этих центров, с филиалом в Корнельском университете, занимается генетическими ресурсами яблони и называется Коллекция яблони (*Malus collection*). Этот центр

- один из крупнейших в мире (Forsline, 2000). Здесь сохраняются 2,5 тыс. сортов яблони и 700 образцов ее диких видов. Из этого большого генетического разнообразия яблони ежегодно около 300 образцов распределяется по Национальным генетическим центрам других стран.

Анализ литературы за последние десятилетия в США и Канаде показывает, что не только культурным, но и дикорастущим плодовым видам стали уделять все больше внимания. Среди современных американских и канадских ученых наибольший вклад в интродукцию и изучение дикорастущих плодовых растений, особенно – яблони, внесли Dr. Calvin R. Sperling, H. Aldwinckle, P. Forsline (США), а также E. E. Dickson (Канада) и др. Так например, Dr. Sperling участвовал в 4 научных экспедициях в Южную Америку (Колумбия, Эквадор, Перу, Боливия) по сбору и изучению растительного агробιοразнообразия этого региона. Каждая экспедиция продолжалась по 2-5 месяцев, За этот период им была собрана коллекция из 5 тыс. образцов растительных ресурсов, в том числе большое количество дикоплодовых. Особое внимание обращалось при этом на возможность введения в культуру ценных малоизвестных растений. С 1987 по 1995 гг. Dr. Sperling изучает в природе состояние генетических ресурсов дикоплодовых растений в 40 различных странах (в том числе Центральной Азии). Он пополняет тысячами образцов американскую коллекцию генетических ресурсов. Особенно успешной считается его экспедиции в Центральную Азию, где он в 1989 г. заложил основу многолетнего сотрудничества между казахстанскими и американскими учеными в области изучения дикой яблони Казахстана. Вместе с H. Aldwinckle они были первыми американскими учеными, которые начали эту работу (Forsline, 2003). Подробно о работах Американских и Канадских ученых по изучению дикой яблони в Центральной Азии изложено в соответствующем разделе.

В стратегии сохранения *in situ* растительного агробιοразнообразия Северной Америки большое место уделяется охране генетических ресурсов, как части естественных ландшафтов и экосистем в целом. Эти задачи в США и Канаде решаются путем создания крупных Национальных парков, в т.ч. межгосударственных (США, Канада). Всего создано 56 Национальных парков (National Parks of the US, 2003). Площади парков составляют в основном 50-100 тыс. га (минимальная 1.3 тыс. га, максимальная 5.3 млн. га). Первый в США и первый в мире Национальный парк под названием Yellowstone создан в 1872 г. на территории 3-х Американских штатов – Вайоминг, Айдахо и Монтана. Его территория около 900 тыс. га. Необходимость создания охраняемой территории была вызвана хищнической выруб-

кой богатейших лесов (в основном сосновых) этого региона. До создания этого парка ежедневная вырубка деревьев достигала здесь – 300 шт. Продавались они по 50-75 центов за дерево. На территории этого парка, помимо красивейших гор, лесов, рек и многочисленных водопадов имеется всемирно известная долина гейзеров (65 штук) и водопад высотой 100 м, который замерзает зимой и свисает с горы, образуя неопишемое по красоте зрелище. Помимо богатейшей и разнообразной растительности, здесь много диких животных – оленей, бизонов, медведей и др. В 1869 г. на территории заповедника вспыхнул огромной силы пожар, который уничтожил значительную часть лесов этого парка. Однако уже через 30 лет основная площадь лесов была восстановлена. В настоящее время новые 140-летние леса, как и сохранившиеся от пожара прежние, поражают своей красотой. Парк ежегодно посещают более 3 млн. человек. Основными принципами при создании этого парка (как и всех последующих), были полное сохранение имеющегося на его территории фито- и биоразнообразия, а также – типичных ландшафтов и экосистем. Для этого маршруты туристов, места их отдыха и парковок машин проложены так, чтобы они не затрагивали основного охраняемого ядра биоразнообразия и проходили в нескольких километрах от него. Помимо эффективной охраны, очень хорошо организован показ объектов туризма и высоко культурный отдых самих туристов. При этом отпадает необходимость «дикого» туризма и воспитывается чувство бережного отношения к природе. Участки, отводимые под туристические маршруты и прилегающие к ним территории, занимают незначительные размеры, красиво обустроены и хорошо вписываются в естественные ландшафты, что очень важно. В настоящее время американцы гордятся своими Национальными парками и считают их создание лучшей национальной идеей. Каждый из 56 Национальных парков страны, помимо общего предназначения сохранения типичных ландшафтов и экосистем, несет свои особые функции сохранения и охраны:

- Горной растительности в различных районах страны – лесов, альпийских лугов, цветочных растений и всего горного растительного разнообразия. К этим паркам относятся: Waterton Glasser, Yosemite, Grand Tetons, Rocky Mountain, Redwood Mountain, Denali и др.

- Уникальных лесов, отдельных пород и деревьев – Yellowstone (реликтовые сосны); Sequoia и Redwood Mountains (гигантские секвойи); Rocky Mountains (сосны щетинистые); Biscayne Everglades (пальмы, сосны); Virgin Island (морские леса); Isle Royale (березовые леса); Joshua, Saguaro и Big Bend (кактусовые леса); Great Basin (реликтовые щетинистые сосны); Redwood (леса, имеющие возраст 900-1500 лет

и отдельные гигантские деревья высотой 80м. и более); Kobik Walley, Denaly (северные леса) и др.

- Тундровой растительности – Denaly, Gates of the Arctic, Catmai, Channel Isles, Glasier Bay и др.

- Растительности и ландшафтов пустынь – Death Valley (песчаные пустыни); Rocky Mountain (каменистая пустыня); Dry Tortugas, Evergrades и Kobuk Walley (песчаные дюны).

- Растительности ландшафтов и экосистем островов – Channel Isles, Virgin Islands, Isle Royale, Dry Tortugas.

- Прибрежного растительного мира и ландшафтов – Everglades, Biscayne, Olimpic и др.

- Разнообразие животного мира в различных регионах страны – Grand Tetons (стада буйволов); Yellowstone (бизоны, олени, медведи); Waterton Glasser (дикие козы); Denaly (северный олень, архар, куропатка, медведь); Badlands (бизоны); Isle Royale (лоси); Capital Reef (архары); Dry Tortugas (крокодилы); Everglades (фламинго, крокодилы); Glacier Bay и Kenai Pjoras (тюлени, моржи, киты); Zion (горные львы); Acadia и Olimpic (животный мир океана).

- Рек, протоков, озер, ледников – Great Stoky Mountains; Voyageurs (сотни озер и протоков); Waterton (650 озер); North Cascade; Olimpic; Denaly; Monnt Rainier (25 ледников) и др.

- Гейзеров, горячих источников и фонтанов, каскадов горячей воды – Yellostone (долина гейзеров), Hot Springs (фонтаны и каскады горячей воды).

- Действующих вулканов и кратеров бывших вулканов – Howaii Volcanoes (действующие вулканы), Crater Lakes (множество уникальных озер, образовавшихся в кратерах).

- Пещер с подземными озерами – Manimont Cave, Carlsbad Cavers, Wind Cave и многие другие.

- Уникальных каньонов, скал, каменных столбов, окаменелых лесов, каменных арок, пустот и пр., образовавшихся в результате воздействия воды, ветра и солнца – Grand Canyon, Rocky Monntain, Bruce Canyon, Black Canyon (800 м. глубиной), Wind Cave (4 монумента Американских президентов), Arche park, Carlans Coverage, Petsified Forest (окаменелые леса) и др.

- Уникальных коралловых рифов, величественных скал и гранитных берегов на океанских побережьях – а Wirgin Islands (бирюзовые рифы), Acadia, Zion и др.

- Памятников древней культуры– Mesa Verde (архитектура древних мексиканских поселений).

Следует отметить, что среди перечисленных выше парков, для тематики книги наибольший интерес представляют парки Yosemite и

Sequoia, сохраняющие леса гигантской секвойи, парки Redwoods и Yellowstone (уникальные сосновые леса) и парки Rocky Mountains и Great Basin (самые древние в мире деревья щетинистой сосны). Проводимая в этих парках работа по сохранению ценных видов древесных растений вполне сопоставима с той, которую надо проводить по сохранению *in situ* яблони (*M. sieversii*) и других ценных растений.

Восточная Калифорния и Южный Орегон – это единственные в мире регионы, где произрастают гигантские секвойи (*Suqoia gigantea*) – хвойные деревья из сем. Таксодиевых (иногда их называют болотными кипарисами). Наиболее распространенным видом рода является секвоя вечнозеленая, и только в указанных районах встречается секвоя гигантская. Оптимальные условия для ее произрастания имеются на высоте 1800-2200 м над уровнем моря на склонах Redwood Mountain, где она предпочитает глубокие плодородные почвы и где высота ныне растущих деревьев возраста 1000-2000 лет и более достигает 80-100 м. Секвойя получила свое название в память о вожде американских индейцев (Секвы), активно боровшегося против вторжения европейцев. Ее гигантские деревья с ветвями, напоминающими бивни мамонта, достигают высоты 142 м (Discovery Colifornia, 1984), причём сравнительно быстро (60-70 см в год) секвойя растёт в первые 70 лет. В Национальном парке «Sequoia» туристам демонстрируется дерево высотой 86 м, имеющее окружность 34 м и возраст 2100 лет (National Parks, 2003).

Однако секвойи не относятся к самым высоким и мощным деревьям на земле, по высоте они уступают австралийским эвкалиптам, достигающим высоты 155 м, а по окружности ствола – африканским баобабами, превышающим в обхвате 54 м (Книга рекордов Гиннеса, 1991).

В Национальном парке Yosemite растёт более 200 деревьев гигантских секвой, одно из которых является одним из старейших, ныне живущих на земле. Его имя «Grizzly Giant», возраст 2700 лет. Изучением секвойи, наряду со специалистами этих парков, занимается Калифорнийский Университет, имеющий живую лабораторию секвойи площадью 130 га (Discovery Colifornia, 1984). Научная работа касается выявления оптимальных условий для гигантской секвойи, отбор ценных популяций, сохранение генофонда и разработка рекомендаций по сохранению вида *in situ*.

США и Канада имеют огромные площади и разнообразный видовой состав сосны. Однако наиболее уникальные ее леса имеются на территориях 2-х Национальных парков – Redwoods и Yellowstone. Здесь на больших площадях произрастают самые высокие и древние сосны в мире. Высота деревьев составляет 70-100 м, а возраст от 900 до 1500 лет и более. В парке Redwood имеется «звёздное дерево»

под названием «The Nugget Tree» (самородок). Высота его в 1995 г. составляла 114 м, возраст 2000 лет. Изучение и сохранение этих лесов идет по той же схеме, что и секвойи (National Parks, 2003).

Не меньшее значение имеет научная работа Национальных парков Rocky Mountains и Great Basin по изучению и сохранению сосны щетинистой (Bristlecone Pines), проводимая с Университетом Аризоны и другими научными центрами. Произрастает этот вид сосны на пустынных горных каменистых вершинах, на высоте 4.0-4.5 тыс. м над у. м. Удивительно то, что самые крупные и древние деревья растут в наиболее безжизненных условиях. Высота этого вида сосны сравнительно небольшая (не более 12-15 м), возраст ныне живущих деревьев достигает 4.0-4.5 тыс. лет и более. Например, возраст сосны, известной под названием «Pine Alpha», произрастающей в парке «Rocky Mountains» – 4300 лет. Проф. Шульман (Dr. Shulman, 1958) описал дерево щетинистой сосны, возраст которого – 4600 лет. Более того, современные методы (радиоуглеродный анализ и др.) свидетельствуют о том, что возраст сохранившихся на участке некоторых, но уже отмерших деревьев, достигает 9000 лет. Таким образом, этот вид сосны – самый древний в мире из всех существующих древесных растений. Еще совсем недавно этот вид был на грани уничтожения. Благодаря работе ученых в настоящее время удалось восстановить значительную часть площадей этой реликтовой сосны, произрастающей на территории этих 2-х парков. Есть также уверенность, что этот вид сосны не будет утерян.

Помимо сосны щетинистой, к категории старейших жителей нашей планеты относят также баобаб, чей возраст достигает 5000 лет (БСЭ, 1981). К долгожителям принадлежит также тисс (хвойное вечнозеленое растение семейства Тиссовых), произрастающий в Северной Америке, а также в Европе (Англия, Шотландия, Российский Кавказ и др.). Возраст отдельных деревьев превышает 3000 лет. Во многих национальных парках и лесах Северной Америки широкое распространение имеют такие долгожители, как дуб и липа, отдельные экземпляры которых старше 1000 лет. Исследователи из Калифорнийского Университета нашли в графстве Риверсайд так называемый «дубовый кустарник», которому, по их заявлению, 13 тысяч лет. Они считают, что это самое старое растение в мире, на 1000 лет старше, чем «креозотовый кустарник» в калифорнийском Палм-Спрингсе (В Новом Свете, №1, 2010).

Приведенные примеры деятельности Национальных парков США свидетельствуют об их высокой эффективности в вопросах сохранения *in situ* растительного разнообразия. Кроме этой работы, они также занимаются рекультивацией и восстановлением нарушенных ланд-

шафтов, организацией высококультурного отдыха и упорядоченного посещения туристов. При этом самое ценное ядро природных ландшафтов защищено буферной зоной и остается недоступным для посетителей. По аналогичной схеме, что и в США работают все национальные парки Канады. Наиболее известен из них «Банф», организованный в 1885г. и занимающий 664 га. Основной объект сохранения в нем – это хвойные леса и богатейший растительный и животный мир. Как и во всех национальных парках, большое место в нем уделяется туризму.

Туристическая деятельность обеспечивает Национальным паркам стабильный доход. Так, например, парки «Гранд Каньон», «Йосемити», «Великие дымчатые горы», «Олимпия», «Йелоустон» и «Секвойи» и др. в 2006 году посетили от 2,6 млн. до 4,4 млн. человек. В 2008 г. «Гранд Каньон» посетило более 5 млн. человек, и доход от туристической деятельности составил около 80 млн. долларов. На эти средства не только идеально сохраняется и восстанавливается природное своеобразие каждого парка, но и выполняется серьезная научная работа.

Таким образом, анализ деятельности в Северной Америке по изучению и сохранению растительного разнообразия позволяет сделать следующие заключения:

- Привлечение, изучение и использование в селекции огромного генетического материала плодовых культур, который был собран в США и Канаде из многих стран мира, дает выдающиеся результаты. Сорты, выведенные в США и Канаде, занимают ведущие места в мировом садоводстве. Этот подход остается главным в сегодняшней селекционной работе в США.

- В США впервые в мировой практике получены ценные устойчивые к болезням зимостойкие сорта винограда, на основе использования местных диких видов винограда, с использованием межвидовой гибридизации. Эти сорта уже выращиваются в 13 странах, а в Канаде занимают основную часть площадей. На этой же основе введена в культуру голубика, ставшая одной из ведущих ягодных культур в США.

- На базе первого в мире Национального банка генетических ресурсов, основанного в 1956 г. в США, создана Национальная система генетических ресурсов, в которую сегодня входят 9 геноохранилищ, одно из которых – для яблони (USDA- АОП). Здесь сохраняется 2500 сортов яблони и 700 образцов ее диких видов и ценных популяций. Эта система выполняет важнейшую роль в укреплении позиций США как ведущей державы в выведении новых ценных сортов сельскохозяйственных культур, в том числе плодовых.

- Основная коллекция мирового генофонда дикой яблони в настоящее время сосредоточена в США (Корнельский Университет). Завезенные сюда из Казахстана виды и ценные популяции дикой яблони переданы в генетические центры многих стран мира, взамен на образцы диких видов яблони и других плодовых растений из этих стран.

- Американские и канадские ученые большое место в своей работе отводят всесторонней оценке генофонда дикой яблони (фитопатологической, генетической, цитологической и др.). На основании этой оценки, в частности, разработана методика отбора генетического материала в естественных лесах дикой яблони, которая приемлема для Центральной Азии и, прежде всего, для Казахстана. Более 30% всех публикаций посвящены фитопатологической и генетической оценке генофонда. В них обращается внимание на ценность популяций яблони Сиверса, произрастающих в Тарбагатае и других горных районах.

- При сохранении генофонда *ex situ* особое внимание уделяется его предварительной оценке и современным методам хранения (*in vitro*, криосохранению и др.).

- В стратегии сохранения *in situ* растительного разнообразия в Северной Америке основное место уделяется охране его, как части естественных ландшафтов и экосистем в целом. Эта задача решается путем создания Национальных парков, решение по организации которых выносит Конгресс США. За последние 15 лет создано 14 Национальных парков, в том числе 2 межгосударственных (США и Канада). Всего в США – 56 Национальных парков.

- Работу Национальных парков Северной Америки можно оценить как высокоэффективную. Благодаря ей сохраняются наиболее ценные и исчезающие растения, разнообразный животный мир, а также типичные ландшафты различных регионов этих стран. Кроме того, за счет высокоорганизованной туристической деятельности парки имеют хорошие доходы, на которые они содержат различные службы и ведут научную работу.

- Маршруты для туристов, места их отдыха и парковок машин расположены с таким расчетом, чтобы они не затрагивали основного охраняемого ядра и проходили не менее чем в нескольких километрах от него.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОХРАНЕНИЮ ПРИРОДНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ДИКИХ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН (на примере яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного)

Естественные леса дикой яблони и абрикоса Северного Тянь-Шаня (территория Республики Казахстан) по своим масштабам, уникальности, генетическому потенциалу, научной и практической значимости могут быть отнесены к категории одних из самых ценных сообществ Земли. Однако, несмотря на их огромную ценность, за последние десятилетия наблюдается катастрофическое сокращение площадей и деградация этих лесов. Происходящее грозит не только утратой генофонда дикой яблони и абрикоса, но и потерей многих видов растений, являющихся неотъемлемой частью этих лесных сообществ. В связи с этим сохранение естественных лесов, в состав которых входят дикорастущие плодовые растения, является важнейшей задачей не только национального Правительства, но и мирового сообщества в целом.

В последние годы в Казахстане уделяется всё большее внимание *ex situ* и *in situ* сохранению генетических ресурсов дикой яблони, абрикоса и других плодовых растений, а также восстановлению их естественных лесов. В ближайшее время намечено приступить к созданию полевых коллекций и маточников природных генотипов яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного, для чего в предшествующий период была проведена необходимая подготовительная работа: выделены генетические резерваты, подобраны земельные участки, формируется материально-техническая база, подготовлены специалисты, осваиваются современные методики сохранения генофонда и пр. Настоящие рекомендации являются важнейшей частью этой подготовительной работы. В них нашли свое отражение международный опыт сохранения генофонда, современные методики и достижения науки (генетическая оценка отбираемого генетического материала, новые подходы при создании коллекций и восстановлении утраченных лесов, ориентация на использование корнесобственного посадочного материала и др.)

8.1. Основные принципы и подходы при создании резерватов генетических ресурсов и живых коллекций природных генотипов яблони и абрикоса

Вся работа по сохранению генофонда дикорастущих растений и восстановлению их утраченных площадей начинается с инвентаризации генетических ресурсов резерватов, отбора репрезентативной

выборки природных генотипов и создания маточных коллекций генотипов этих растений, в полной мере сохраняющих внутривидовое разнообразие данного вида. Обобщение многолетнего международного опыта (Maxed et al., 1997; 2006; 2008 и др.; Джангалиев, 2007) по разработке мер по сохранению ГРП позволило сформировать следующие основные подходы для создания генетических резерватов:

1. Выделение резерватов должно быть основано на многолетнем экспедиционном обследовании территории и комплексной работе специалистов разного профиля в местах естественного произрастания, предлагаемых для сохранения видов. Абсолютное большинство резерватов должно находиться на территории, менее всего подверженной антропогенной деятельности.

2. Каждый генетический резерват должен быть нанесен на топографические карты, иметь полную таксационную характеристику произрастающих на его территории растений, с учетом внутривидового таксономического, генетического и ландшафтно-экологического разнообразия.

3. Должна быть разработана конкретная правовая база и подписаны соглашения с местными органами, регулирующие вопросы сохранения генетического разнообразия, начиная от периода организации до официального получения территорией статуса генетического резервата.

4. Генетические резерваты следует размещать на участках, где представлены части ареалов видов с популяциями в каждой из них либо *Malus sieversii*, либо *Armeniaca vulgaris*, а предпочтительнее – популяции обоих видов. Располагать резерваты следует так, чтобы в него по возможности входили пойменные территории, горные склоны и вершинные участки.

5. Решение о форме и местоположении любого генетического резервата принимается исключительно на основании биологической целесообразности, хотя политические и экономические факторы могут быть учтены при условии, что они не вступают в противоречие с возможностью сохранения при этом самого резервата.

6. Учитывая, что *M. sieversii* и *A. vulgaris* являются многолетними видами с относительно низкой плотностью популяции, предпочтительно создание меньшего количества генетических резерватов, но с большей площадью каждого. Этот подход обеспечит достижение максимально полного ряда генетического разнообразия, представленного в естественных популяциях.

7. Каждый резерват должен иметь ядро (центральную часть), буферную и транзитную зоны. Минимальное количество отдельных особей в выбранных для сохранения таксонах, в центральной части

(ядре) резервата должно быть не менее 500, предпочтительнее - более 1000, а в идеале – 5000. Следует помнить, что любая популяция, количество особей в которой менее 5000, подвержена в долгосрочной перспективе генетической эрозии. Однако дополнительное количество популяций данного вида в буферной зоне является своего рода «генетическим наполнителем» центральной его зоны и значительно увеличивает возможность межзонального обмена генами.

8. Следует обеспечить минимальное количество углов в резерватах из-за отрицательного воздействия факторов «углового эффекта». Идеальная форма резервата – округлая, без вкрапления дорог и прочих антропогенных факторов. Углы буферной зоны в идеале должны быть примерно на 3 км удалены от центральной части, иногда это удаление может быть уменьшено до 2 км.

9. Очень высокий эффект при создании генетических резерватов дает метод оставления естественных коридоров и опорных проходов между близкими по территории резерватами. Это дает возможность поддерживать более широкую естественную среду обитания как сохраняемых, так и сопутствующих видов и рассматривается как средство поддержания динамики мета-популяций и обмена генами.

10. Цели создания генетических резерватов не могут быть достигнуты в полной мере, если не будет прослеживаться четкая связь между сохранением и использованием генетических ресурсов растений. Поэтому равнозначным по ценности является информирование различных групп профессиональных пользователей (в том числе разных стран) о сохраняемом генетическом разнообразии, наличии его в живых коллекциях, возможностях взаимного сотрудничества и пр. Важно также привлекать к сотрудничеству высшие школы и НИИ, предлагая использовать в качестве научной базы буферную зону генетического резервата. Кроме того, транзитная зона резервата может быть использована на благо местного населения в развитии альтернативных видов деятельности.

11. Следует прилагать максимум усилий для ознакомления с деятельностью резерватов широкого круга населения, обеспечивая к ним доступ посетителей, групп по экотуризму, местных заинтересованных лиц и пр. Рекомендуются создавать фильмы, выпускать популярные издания и использовать прочий информационный материал. Целесообразно также размещать в буферной зоне информационные стенды, создавать природные тропы, привлекать к сотрудничеству туристические организации.

12. Основной задачей по управлению генетическими резерватами следует считать длительное сохранение и поддержание в должном состоянии генетического разнообразия *M. sieversii* и *A. vulgaris*,

наряду с широким его использованием для научных и практических целей.

13. Задача мониторинга состоит в наблюдениях за динамикой изменений в популяциях сохраняемых/наблюдаемых видов, в обеспечении контроля и выявлении любых нежелательных изменений.

14. Для оценки изменений, которые происходят в резерватах, помимо учета фактического количества особей ведется учет возрастной структуры популяций с использованием шкалы Домина и методов квадратов. Размер квадрата должен быть 500 м² и включать в себя 50-100 особей.

15. Данные, полученные в ходе оценки резерватов, заносятся в журнал, а затем вносятся в стандартную базу данных в Excel. Рекомендуется также использовать аналитические программы Twinspan, Decoana и аналогичные им.

Используя эти принципы и подходы, в Заилийском и Джунгарском Алатау было выделено 6 генетических резерватов дикой яблони и 1 резерват абрикоса.

Несмотря на то, что усилия по сохранению яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного направлены на сохранение их *in situ*, имеется также необходимость в создании оптимальной коллекции *ex situ*, которая будет являться своеобразной «резервной копией» и, кроме того, обеспечивать практический доступ различных групп пользователей к генетическим ресурсам.

При создании живых коллекций растений необходимо придерживаться общих принципов и подходов, обеспечивающих сохранение генофонда. Вместе с тем, для коллекций многолетних растений, какими являются яблоня и абрикос, следует учитывать следующие особенности:

1. Коллекционные насаждения природных генотипов яблони и абрикоса (живые коллекции) создаются для длительного (40-50 лет) сохранения их внутривидового разнообразия. Кроме того, они могут служить основной базой для размножения сохраняемых генотипов и проведения на этой основе восстановления утерянных лесов дикой яблони (в дополнение к сохранению *in situ*). Живые коллекции могут также представлять собой ценнейший материал для целей селекции, так как выращивание большого числа генотипов в выровненных условиях позволяет им ярче проявиться и вести селекцию на генном уровне.

2. В маточные насаждения (живые коллекции) необходимо вводить максимально возможное количество природных генотипов с тем, чтобы полнее сохранить широкое внутривидовое разнообразие естественных лесов дикой яблони и абрикоса. Поэтому пополнение коллекции должно проводиться непрерывно.

3. С целью сохранения основных биологических особенностей генотипов яблони, вводимых в коллекции, посадки предпочтительно закладывать корнесобственным/клоновым посадочным материалом. Основные принципы этой технологии будут изложены ниже. Живые коллекции абрикоса могут закладываться семенным путем.

4. Учитывая, что живые коллекции, помимо выполнения задачи длительного сохранения генофонда дикой яблони и абрикоса, будут многие годы служить источником получения биологического материала для размножения ее генотипов, необходимо, чтобы эти насаждения имели достаточно широкие междурядья. Рекомендуемая схема размещения такова: междурядья – 5,0 м; расстояние между деревьями в ряду – 2,5 м.

5. Под живые коллекции выделяются выровненные участки, с благоприятными для яблони и абрикоса почвами, микроклиматическими условиями и хорошим обеспечением поливной водой, предпочтительнее на территории естественного ареала. Учитывая, что пополнение коллекций должно проводиться непрерывно, общая их площадь должна быть не менее 7-10 га. Участок должен быть огорожен и обеспечен необходимой охраной.

6. При создании живой коллекции в корнесобственной культуре, а также при выращивании посадочного материала, специальной пространственной изоляции (от окружающих садов) отведенных под нее участков не требуется. Технология ухода за коллекциями мало чем отличается от технологии ухода за культурными садами яблони и абрикоса.

7. Для некоторых целей, например, для усиления ослабленных популяций или при необходимости переноса особей популяций, которым угрожает полное уничтожение (при строительстве дорог, зданий или других сооружений или вследствие природных катаклизмов), могут создаваться временные живые коллекции, на которых растения выращиваются до возраста 2-3 лет с последующей пересадкой в естественные условия. Исходный материал для создания таких коллекций заготавливается в данных конкретных ценопопуляциях. Не допускается использование в этих целях материала из других ценопопуляций или отселектированного материала.

8.2. Отбор природных генотипов яблони и абрикоса для закрепления их в коллекционных насаждениях

Основная цель отбора и закрепления генотипов состоит в том, чтобы максимально охватить внутривидовое разнообразие дикой яблони и абрикоса и сохранить тем самым богатейший генофонд их естественных лесов. Поэтому эту работу следует проводить, прежде всего, в гене-

тических резерватах, наиболее широко представляющих генетические ресурсы дикой яблони и абрикоса. Кроме того они, как правило, максимально изолированы буферной зоной от техногенного влияния и поэтому сохраняют типичные для дикой яблони и абрикоса биоценозы. Вместе с тем, отбор генотипов для закрепления в живой коллекции должен проводиться также во всех естественных популяциях (отдельные ущелья, обособленные массивы дикой яблони и абрикоса и пр).

Для яблонников Казахстана характерна резко выраженная горизонтальная и вертикальная мозаичность признаков. Наибольший внутривидовой полиморфизм отмечен на высоте 1100-1500 м. В более суровых условиях, на высоте более 1500 м, произрастают преимущественно высокоадаптированные и узкоспециализированные формы. Для отбора и сохранения в живой коллекции/полевом генетическом банке важны генотипы не только среднегорья, с высокими помологическими качествами плодов, но и деревьев, растущих выше 1500 м, несущих такие устойчивые признаки, как короткий вегетационный период, скороспелость и скороплодность, высокие адаптивные характеристики. Отбор маточных деревьев состоит из двух этапов: первичный отбор и окончательный отбор, в ходе которого данные первичного отбора подтверждаются результатами генетического анализа (анализа ДНК). Цель проведения такого анализа – максимально исключить внесение в живую коллекцию гибридов яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного с культурными сортами. При отборе природных генотипов следует исходить из того, что в коллекции необходимо вводить максимально возможное количество генотипов (с тем, чтобы полнее сохранить широкое внутривидовое разнообразие естественных лесов). Для создания таксономически и генетически репрезентативной коллекции необходимо собрать исходный материал не менее чем в 5 природных популяциях яблони и абрикоса, в каждой из которых должно быть собрано до 95% их таксономического и генетического разнообразия (материал не менее 50 деревьев).

Первичный отбор заключается в том, что в период вегетации предполагаемые для использования в качестве сохраняемых генотипов деревья изучаются и оцениваются по определенным правилам:

- Перед первичным отбором проводится рекогносцировочное обследование насаждения, в ходе которого для отбора намечаются биогруппы деревьев. Должны быть представлены биогруппы, расположенные в различных геоморфологических комплексах (водоразделы, средние и нижние части склонов, надпойменные террасы и поймы постоянных водотоков), и приуроченных к ним различных типах условий местопроизрастаний: очень сухой и сухой типы условий место-

произрастания, свежие типы условий по склонам и по долинам, влажный тип условий произрастания (места по днищам долин и места с дополнительным грунтовым увлажнением). Отбор биогрупп проводится с учетом высотных поясов: до 1100 м. над уровнем моря, 1100-1500 м., выше 1500 м.

- Деревья яблони Сиверса отбираются в естественных биогруппах (семьях) деревьев, связанных корнеотпрысковым размножением. Количество деревьев в биогруппе не регламентировано (3-12 шт.). При отборе маточных деревьев из разных семей повышается вероятность отбора различных генотипов. Возраст, высота и диаметр деревьев биогруппы могут быть разными, но в качестве модельного выбирается одно, старшее дерево (обычно в возрасте 70-120 лет), с большей долей вероятности являющееся патриархом биогруппы. Если возраст дерева превышает 120-130 лет, оно может быть отобрано в том случае, если в биогруппе нет более молодых деревьев. В отборе могут участвовать отдельно стоящие деревья семенного происхождения, которые часто представляют интерес как особый генетический материал.

- Отобранные деревья по основным морфологическим характеристикам должны соответствовать характерным признакам соответственно для яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного, а насаждение не должно нести признаков искусственного происхождения и проведения прививок;

- В отборе генотипов для коллекции участвуют деревья, характеризующиеся любой силой развития. Развитие деревьев (по визуальной оценке) может оказаться характерной и важной особенностью конкретного генотипа, которую целесообразно сохранить.

- Выбор генотипов (биогрупп яблони) проводится на основе морфологических и фенотипических, а также помологических признаков (размер и развитие кроны, окраска, величина и форма плодов и их вкус, урожайность дерева, устойчивость к вредителям и болезням, различные сроки цветения и созревания плодов и пр.). При этом отбираются любые генотипы, а не только те, которые характеризуются выраженными хозяйственно-ценными признаками.

- Зараженность грибными болезнями или вредителями, а также механические повреждения не должны являться факторами, исключающими выбор конкретного дерева.

- Для создания таксономически и генетически репрезентативной маточной коллекции необходимо собрать исходный материал не менее чем в 5 природных популяциях яблони и абрикоса, в каждой из которых должно быть собрано до 95% их таксономического и генетического разнообразия (материал не менее 50 деревьев).

- Все отобранные образцы природных генотипов (корневые черенки, семена, конусы роста) обязательно снабжаются этикеткой, где указывается номер образца, его краткая характеристика, место произрастания (включая номер генетического резервата), высота над уровнем моря, дата взятия образцов, фамилия ответственного за отбор и взятие образцов и др.

8.3. Выращивание посадочного материала яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного

Создание коллекций природных генотипов дикой яблони и абрикоса, а также восстановление их естественных лесов с характерным для них огромным внутривидовым разнообразием невозможно осуществить без соответствующего посадочного материала. В естественных условиях дикая яблоня веками произрастает, размножаясь преимущественно корневыми отпрысками и частично семенами (абрикос – только семенами). Поэтому выращивание посадочного материала этих видов целесообразно ориентировать на естественные для их биологии способы. В мировой практике используются способы, изложенные ниже. Они рассматриваются с учетом опыта, полученного в плодоводстве и лесном хозяйстве СССР и (в последующем) Республики Казахстан, а также в работах проекта Правительства РК/Глобального Экологического Фонда/Программы Развития ООН в Казахстане «Сохранение *in situ* горного агробиоразнообразия в Казахстане».

8.3.1. Размножение семенами

Заготовка семян дикоплодовых видов для выращивания семенного посадочного материала допускается только в насаждениях или группах деревьев, расстояние до которых от культурных садов или искусственных насаждений с присутствием генотипов культурных или полукультурных сортов, составляет по прямой не менее 2 км. Особенно важно соблюдение этого правила в отношении яблони Сиверса, которая наиболее подвержена межвидовой гибридизации. Культурные сорта абрикоса и лучшие внутривидовые формы в Казахстане получены из одного вида – абрикоса обыкновенного, поэтому влияние культурных генотипов в этом случае менее опасно. Но конечно, как для яблони, так и для абрикоса лучше выявить изолированные популяции, свободные от влияния генетической эрозии, в которых можно проводить заготовку семян. Семена, полученные в таких популяциях, могут использоваться также и для целей реинтродукции, т.е. для создания лесов яблони и абрикоса на месте исчезнувших популяций или в новых, подходящих по экологии, местообитаниях. По современным представлениям генетики, в ходе микроэволюции в изо-

лированных популяциях накапливаются генетические изменения и в каждой популяции складывается довольно тонкое генетическое равновесие. Привнесение генетического материала из других популяций может нарушить это равновесие и привести к непредсказуемым последствиям (в частности, к интрогрессивному доминированию, подавлению аутбридинга и др.).

Современными исследованиями установлено, что генотипический состав природных популяций у древесных растений всегда поддерживается естественным отбором именно в таком состоянии, которое обеспечивает их устойчивость, в том числе способность к саморегуляции и самовоспроизводству в ряде поколений. Любой искусственный отбор, равно как и любое перемещение потомства за пределы материнской популяции, выводят генотипический состав из оптимального состояния, снижают устойчивость, а, в конечном счете, и продуктивность насаждений. Поэтому воспроизводство природных популяций как целостных систем должно проводиться исключительно либо естественным путем, либо культурами их местных семян по технологиям, максимально копирующим ход естественного восстановления. Такие технологии позволяют получить *ex situ* искусственные популяции с близким к природному уровню генетического полиморфизма.

При создании коллекции живых растений, выращенных из семян, очень важно собрать достаточно репрезентативный в генетическом отношении исходный материал, а также не допустить элиминации генетического разнообразия в процессе размножения. При создании живых коллекций семенным путем следует руководствоваться следующими основными принципами:

1. Для создания полноценной искусственной популяции достаточно собрать семена не менее чем из 5 природных ценопопуляций, отобрав образцы семян у 50 деревьев в каждой популяции. Однако, чем больше популяций будет охвачено, тем лучше. Если число ценопопуляций достаточно большое, число образцов в каждой из них может быть меньшим (15-20 деревьев).

2. Выбранные для сбора семян ценопопуляции должны пройти предварительное морфологическое, биохимическое и молекулярное обследование с целью оценки генетической чистоты популяции.

3. Принципы отбора маточных деревьев для создания живой коллекции изложены выше. Если посадочный материал выращивается для восстановления популяций, то деревья для сбора семян в каждой из популяций выбирают на вероятностной основе случайным образом, закладывая на территории популяции трансекты или разбивая площадь популяции на квадраты. Следует избегать субъективизма при выборе источников семян в популяции.

4. Образцы семян, собранные с каждого растения в природе, высеваются отдельно. Полученные из них растения регистрируются под своим номером для обеспечения максимального числа материнских генотипов в процессе размножения. Они снабжаются этикеткой и наносятся на план генетического резервата/лесного насаждения. По-возможности, образцы делятся на части и не все семена высеваются одновременно с целью предотвращения потерь отдельных генотипов.

5. Плоды для производства семян берут зрелые и нормально развитые. Обычно семена заготавливают тогда, когда они вполне сформировались и приобрели нормальную окраску. Иногда плоды яблони снимают раньше, чем сформируются семена. В этом случае плоды выдерживают некоторое время (10-12 дней) при температуре 15-18°C, чтобы семена дозрели. Из недоразвитых и уродливых плодов семена не заготавливают. Плоды с периферии кроны лучше освещаются и развиваются, поэтому чаще дают полноценные семена. Лучше собирать на семена такие плоды.

6. Семена извлекают из плодов различными способами. Косточки абрикоса отделяют вручную. Плоды яблони измельчают, семена выбирают, просеиваются через сетку и сразу идут на сушку. Семена для сушки размещают тонким слоем в тени при хорошей вентиляции и периодически перемешивают. При сушке на солнце оболочка быстро ссыхается, лопается и семена гибнут. После сушки семена проветривают. Допускается содержание примеси в семенах лесной яблони не более 4% и абрикоса до 1%. Очищенные семена хранят в сухом проветриваемом помещении при температуре 1-5°C; яблони - в подвешенных мешках емкостью не более 15 кг, абрикоса - в ящиках. У семян определяют жизнеспособность. Жизнеспособные семена яблони имеют блестящую семенную оболочку, плотные, упругие, чисто белые семядоли горьковатого вкуса. У не жизнеспособных семян тусклая семенная оболочка, желтоватые или стекловидные семядоли с запахом плесени. Влажность семян яблони должна быть не выше 15-16%. При более высокой влажности семена плесневеют, иногда самосогреваются, приобретают затхлость и при стратификации загнивают. Жизнеспособность семян определяется в соответствии с нормативными документами.

7. Семена плодовых пород всходят только после прохождения периода покоя. При осеннем посеве семена не требуют предпосевной подготовки. При весеннем посеве семена подвергаются стратификации. Семена смешивают с песком, опилками или торфом в соотношении 1:3. Смесь в ящиках намачивают и хранят при температуре около 5°C (допустимы колебания от 1 до 7°C), периодически переме-

шивая. Длительность стратификации у дикой яблони 120-130 дней, у абрикоса 80-100 дней.

8. При посеве применяют различные схемы посева: однострочную широкорядную, двухстрочную ленточную, трехстрочную. Семена яблони высевают на глубину 2-3 см, абрикоса – 3-5 см. В течение лета почву поддерживают в чистом от сорняков и рыхлом состоянии путем культивации междурядий и рыхления почвы в рядах. Поливают по бороздам или дождеванием.

9. Полученные сеянцы пересаживают в контейнеры и после подращивания высаживают на постоянное место в популяцию или живую коллекцию. Как при пересадке в контейнеры, так и при посадке в питомник следует избегать какой бы то ни было отбраковки посадочного материала.

Выращивание посадочного материала яблони Сиверса из семян может быть рекомендовано после проведения комплекса работ по подготовке семенного материала, включающих:

- молекулярно-генетические исследования в исходных популяциях, задачей которых является подтверждение их природной чистоты;
- проведение мероприятий по защите популяции от переопыления яблоней домашней и предотвращению проявлений генетической эрозии;

Перед посадкой в живую коллекцию или естественную популяцию, необходима выборочная проверка выращенного посадочного материала молекулярно-генетическими методами с целью выяснения его природной чистоты и степени генетического разнообразия (полиморфизма).

8.3.2. Клональное микроразмножение

Это один из способов ускоренного вегетативного размножения при котором, теоретически, сохраняются все основные генетические особенности воспроизводимого растения. Проводится в биотехнологических лабораториях в стерильных условиях, в пробирках со специальными питательными смесями при контролируемом температурном и световом режиме. Исходным материалом служат меристематические верхушки или целые почки растений. Этот способ хорошо подходит для сохранения *in vitro*, а также для выращивания генетически однородного посадочного материала растительных видов, древесных и кустарниковых культур. В настоящее время в Казахстане проведены успешные опыты и разработана методика/регламент по выращиванию молодых растений яблони Сиверса из культуры тканей (Жумабеков, 2010).

Выращивание посадочного материала способом клонального микроразмножения для создания живой коллекции может быть рекомендовано после проведения лабораторной проверки соответствия генетических характеристик выращенного посадочного материала яблони Сиверса исходным материнским генотипам. Для использования этого способа в целях реинтродукции, необходимо соответствующее оснащение питомнических комплексов (помещение и лабораторное оборудование для клонального микроразмножения, реактивы, теплицы и пр.), а также специальная подготовка персонала.

8.3.3. Размножение зелеными и одревесневшими черенками

Этот способ дает хорошие результаты при укоренении в рассадниках одревесневших и зеленых черенков таких культур, как виноград, смородина, облепиха, слива, вишня, алыча, всех клоновых подвоев яблони и др. Его использование также дает возможность получать клоновый посадочный материал.

Применительно к яблоне Сиверса, укоренение зеленых черенков составило 12%, а абрикоса немногим более 5%. Этот способ в настоящее время не может быть рекомендован для производственного использования. Вместе с тем, после продолжения соответствующих исследований и отработки эффективной методики, выращивание саженцев яблони Сиверса и абрикоса способом укоренения зеленых черенков может стать одним из основных способов получения генетически однородного посадочного материала этих плодовых видов.

8.3.4. Размножение укоренением корневых черенков яблони Сиверса

Выращивание посадочного материала из корневых черенков позволяет получать саженцы, сохраняющие все генетические признаки материнских растений. Заключается этот способ в том, что с маточных/материнских деревьев заготавливаются корни второго и третьего порядка, которые для удобства зимнего хранения могут быть разделены на отрезки. Весной корни делятся на корневые черенки длиной 10-15 см и высаживают в рассадники, где они укореняются и к концу вегетации дают однолетние саженцы.

В настоящее время в условиях ООПТ Казахстана, этот способ выращивания посадочного материала в целях создания живой коллекции является наиболее доступным и отвечающим всем требованиям по сохранению/копированию материнского генотипа.

Заготовка корней и их хранение. Оптимальным сроком заготовки корней дикой яблони является весенний период, в условиях

Алматинской области это конец марта - начало апреля (после схода снегового покрова, до начала сокодвижения) Допускается заготовка в осенний период - от начала листопада до выпадения снега (обычно это октябрь - начало ноября). Заготовку корней проводят вручную, с заранее отобранных деревьев, на глубине не более 30 см. Для этого на расстоянии 1,0-1,5 м от ствола выявляется поверхностный корень и проводится его раскопка. При этом обязательно проверяется его принадлежность к выбранному маточному дереву. Открываются также корни, ответвляющиеся от первоначально найденного корня. Острым секатором или ножом отделяются участки корня толщиной 0,5-2,0 см и длиной до 80 см, но не менее 30 см. От одного дерева допускается заготавливать не более 2,0 м корневого материала, при этом площадь раскопок не должна превышать 1,0-1,5 м². При отделении корней особое внимание обращается на то, чтобы не перепутать морфологически верхний (обращенный к стволу) и нижний конец корня. Для этого верхний конец обрезается под прямым углом, а нижний – под острым. Затем корни увязываются в пучки и заворачиваются в мешковину, хлопчатобумажную ткань или другой материал для защиты от подсыхания и механических повреждений при транспортировке. Каждая связка обязательно маркируется этикеткой. Хранение проводится в холодных подвалах или холодильниках при температуре около 0-2°С выше нуля, или в земляном прикопе. Количество выкопанного корневого материала определяется потребностью в количестве посадочного материала данного генотипа для посадки в живую коллекцию, и в среднем не превышает 2 м.

Черенкование и подготовка корней к весенней высадке. Выкопку корневого материала и подготовку корневых черенков проводят непосредственно перед высадкой в рассадник. Корни извлекают из прикопа или холодильника и острым секатором режут на черенки, которые не должны иметь видимых наружных повреждений. Длина черенков, в зависимости от толщины, составляет 10-14 см. Обязательное условие – строгое соблюдение маркировки морфологически верхнего и нижнего конца черенков. Положительные результаты дает замачивание черенков перед посадкой в растворе биоактиваторов (Эпин или Корневин). Подготовленные черенки высаживаются в рассадник, при этом разные генотипы отделяются друг от друга соответствующими табличками.

Высадка корневых черенков в рассадник. Укоренение корневых черенков проводится в рассаднике, в условиях контролируемого увлажнения и температуры, которые можно создать только в условиях защищенного грунта. Высадка черенков проводится после прогревания почвенной смеси до температуры не менее 16-18°С. Схема по-

садки черенков 10 x 10 см. Посадка проводится верхним (под прямым углом) срезом черенка вверх, который заглубляется не более 1-2 см. Важнейшее значение при корнечеренковом размножении имеет создание оптимального водного режима для растений, который возможен при использовании туманообразующих распылителей.

Если рассадник расположен на высоте над уровнем моря выше 1100 – 1200 м, то гарантированное укоренение корневых черенков достигается в капитальной теплице. В этом случае легко создать оптимальные условия температуры почвы и воздуха, который не должен нагреваться выше +27°C, и не должен опускаться ниже +20°C. Кроме того, выращивание черенков в теплице исключает резкие перепады температуры и влияние неустойчивых погодных условий в предгорьях (особенно в период конец апреля - начало июня), которые отрицательно влияют на ход образования корней у черенков.

Работы по укоренению корневых черенков на высоте до 1100 м допускается проводить на временном участке защищенного грунта. Для этого устраивается траншея глубиной 20-25 см и шириной 1,5 м. Траншея заполняется почвенной смесью, как указано выше. По всей длине траншеи через каждые 2 м устанавливают дуги, выполненные из толстой проволоки. Высота дуг в верхней точке должна быть не менее 60-70 см. Дуги служат каркасом для закрепления укрывного материала, в качестве которого может быть использован агроспан (материал солнцестабилизирующий, нетканый, плотностью 17-30 г/м²). Допускается использовать стеклоткань белого цвета, с пропускной способностью солнечных лучей не более 10-15%. Такая временная теплица должна быть оборудована туманообразующей оросительной системой. Срок высадки черенков в рассадник соответствует началу сокодвижения в дикой яблоне, в Алматинской области это обычно первая-вторая декада апреля. Вместе с тем, необходимо учитывать, что, как отмечалось выше, температура почвы должна быть не менее 16-18°C. При своевременной посадке большая часть всходов появляется в конце мая - начале июня, когда условия для их роста наиболее оптимальны (достаточно тепла и влаги, нет перегрева почвы).

Как уже отмечалось, черенки разных генотипов (разных деревьев) отделяются колышками с маркировкой генотипов, также составляется карта-схема посадки с указанием расположения генотипов.

Уход за корневыми черенками в рассаднике включает поливы, удаление сорняков, проведение 1-2 подкормок азотно-калийными и фосфорными удобрениями (из расчета 30-40 г/м²), удаление побегов-конкурентов (из 3-5 побегов оставляют один) и проветривание. В течение первых 5-6 недель полив проводится по следующей схеме. Распылители включаются через 1,5-2 часа, в зависимости от темпе-

ратуры воздуха число поливов должно быть не менее 4-5 раз в день. При давлении воды в форсунках распылителей не менее 2 атм., норма полива составляет 1,5-2 л/м². Поверхность почвы постоянно должна быть слегка влажной. Не допускается как избыточное увлажнение, так и подсыхание. В дальнейшем количество поливов снижается, но не должно быть менее 1 раза в день. Не допускается даже кратковременный перегрев растений, максимальная температура в теплице или под защитной тканью не должна превышать 27°C. При необходимости ткань по бокам рассадника поднимается с целью проветривания. При проведении прополок и удалении сорняков, которые проводятся по мере необходимости, следует соблюдать особую осторожность с тем, чтобы не повредить черенки. К концу вегетации черенки образуют собственную развитую корневую систему длиной 15-20 см и формируют корнесобственные растения высотой 25-40 см, являющиеся клонами материнского дерева (с единым генотипом). При соблюдении указанной технологии количество укоренившихся черенков составляет не менее 60%. Для контроля условий укоренения рассадник должен быть оборудован термометром (контроль температуры почвы), термографом (контроль температуры воздуха) и тензиометром (контроль за влажностью почвы). Срок выращивания посадочного материала яблони 1 год.

8.3.5. Размножение способом прививки корневыми черенками и щитками

Способ прививки яблони корневыми черенками с успехом может быть использован для закрепления внутривидовых форм яблони в клоновых коллекциях. Для этого в сентябре-октябре или рано весной у деревьев, которые представляют интерес, откапываются корни толщиной 5-15 мм произвольной длины. При этом морфологически верхний конец корня (обычно более толстый) отмечается прямым срезом, а нижний – косым.

При осенней заготовке корневые черенки сохраняются до весны в подвале или холодильнике во влажных опилках, песке или во мху. Весной, в обычные сроки прививки корни нарезаются на отрезки длиной 6-10 сантиметров и прививаются в питомнике на подвои, в качестве которых используются сеянцы яблони. Для этого могут быть использованы и переросшие нестандартные подвои. Прививки делаются морфологически нижним концом способом «улучшенной копулировки» или «в боковой зарез». Морфологически верхний конец корневого черенка оказывается вверху. Место прививки необходимо расположить по возможности ближе к поверхности почвы, которое обвязывается пленкой и окучивается (закрывается) рыхлой почвой

до верхнего конца черенка. Через 2-3 недели черенки дают побеги, которые за лето вырастают до 100 и более сантиметров. Приживаемость черенков составляет 60-80 %. Осенью растения разокучивают, обязательно отделяют сформировавшуюся корневую систему привоя (образовавшуюся от корневого черенка) от корневой системы подвоя и получают несколько выравненных по силе роста растений с собственными корнями, которые могут быть высажены в питомник для доращивания, в контейнеры или в прикоп для зимнего хранения.

Возможно применять также прививку корневых черенков способами «копулировкой» или в боковой зарез в крону молодых или омоложенных обрезкой деревьев. Привитые кусочки корней обязательно полностью тщательно обмазывают садовым варом. Приживаемость корневых черенков такая же, как прививок стеблевыми черенками. Прививка яблони корневыми черенками представляет значительный интерес при выполнении работ по сохранению в живых коллекциях природного генетического разнообразия яблони, а также может ускорить изучение и подбор подвоев, выявленных методом биологического обследования. Никаких генетических изменений у растений, выросших из корневых черенков на подвоях, по наблюдениям академика РАСХН Е.Н.Седова, не происходит.

Недостатком способа размножения корневыми черенками является то, что точки роста у привитого корневого черенка образуются только в верхней его части. Вырастает обычно 1-2 побега. Для устранения этого недостатка и увеличения коэффициента размножения изучен и предложен способ прививки корневыми щитками, который признан изобретением (Е.Н.Седов, 1998).

Сущность этого способа заключается в том, что ранней весной, после начала сокодвижения и отставания коры на подвое, или в летний период (июль-август) выкапывают корни (диаметром 0,5-2,0 см) яблони любого вида (род *Malus*), режут корни на корневые черенки длиной 15-20 см, отмывают от почвы и срезают с них щитки (15-20 мм длиной), затем вставляют их «за кору» в Т-образный зарез или «в приклад» (как при окулировке почек со стеблевого черенка). Если требуется сохранить черенки до начала использования в течение какого-то времени, то следует использовать для этого влажную ткань, опилки, мох.

Привитой корневой щиток обвязывают прививочной пленкой. Через 2-3 недели прививки щитком развязывают (снимают пленку). При летней окулировке щитков побег, в который привиты эти щитки, срезают выше места прививки рано весной следующего года, а при весенней окулировке срез побега выше щитка проводится через 2-3 недели после окулировки. В дальнейшем на привитых корневых щитках образуются почки, из которых вырастают побеги.

Значительное увеличение коэффициента размножения корневыми щитками по сравнению с корневыми черенками заключается в следующем. С каждого корневого черенка длиной 15-20 см, который обычно используется для прививки и дает рост 1-2 побегов, можно нарезать 15-20 корневых щитков. Их обычная длина 15-20 мм, каждый из щитков дает по 1-2 побега. Следовательно, коэффициент размножения увеличивается, как минимум, в 15-20 раз. Так как привитой корневой щиток завязывается пленкой, то это избавляет от покрытия его садовым варом. Приживаемость корневых щитков, по нашим данным, 90-95 %. Прививка корневыми черенками обеспечивает приживаемость 60-80 % привитого материала.

При необходимости, выросшие из привитых корневых черенков или корневых щитков побеги могут быть использованы для перевода на свои корни.

Способ выращивания саженцев для лесокультурных работ путем прививки корневыми черенками и щитками может быть рекомендован в лесных учреждениях и ООПТ после апробации в производственных условиях, а также при подготовке специалистов соответствующего профиля.

8.4. Создание живой коллекции яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного способом прививки (окулировки и копулировки)

Живая коллекция может создаваться прививкой надземных вегетативных частей деревьев природных генотипов (привой) на саженец дикой яблони или абрикоса, обладающий собственной корневой системой (подвой).

Эти способы хорошо отработаны в садоводстве, т.к. являются одними из основных при размножении культурных сортов семечковых и косточковых культур, позволяющие сохранить основные признаки прививаемого сорта. При этом, важное значение имеет подвой, под влиянием которого изменяется сила роста, выносливость, долговечность, урожайность и др. характеристики сорта. Одно из основных требований, предъявляемых к подвоям – хорошая совместимость с прививаемыми сортами, поэтому подвои также как и сорта, специально отбирают в ходе селекции и тиражируют.

Для создания живой коллекции яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного способом прививки необходимо провести дополнительные исследования по выращиванию оптимальных подвоев. Подвои могут быть вегетативного происхождения (укоренение стеблевых черенков), а также выращенные из семян, собранных в естественной популяции. При этом семена могут собираться с семенных деревьев, чистота природного генотипа которых подтверждена генетическим анализом. Кро-

ме этого, должны быть проведены мероприятия по защите семенников от переопыления культурными сортами. Важным направлением исследований должна быть оценка совместимости подвоев с прививаемыми формами природных генотипов, иначе после вступления деревьев в фазу плодоношения коллекционные деревья могут подвергаться ветро- и снеголому, угнетению роста и плодоношения. Расположение земельного участка такой коллекции должно обеспечивать гарантированное отсутствие источников генетической эрозии сохраняемых форм как минимум в 2-х километровой буферной зоне.

Недостатком живой коллекции, созданной прививками, является взаимное влияние привоя и подвоя, которое обусловлено объединением в физиологически единый организм генетически разнородных частей и транспортом метаболитов, выделяемых фрагментами (в т.числе фитогормонов). При размножении половым путем, обмена генетическим материалом не происходит и семена не несут признаков гибрида. Но при вегетативном размножении признаки подвоя и привоя, в первую очередь фенотипические, в размножаемом растении сохраняются. При размножении культурных сортов это явление, называемое «прививочная гибридизация», не имеет определяющего значения. Кроме того, проведенные в плодоводстве многолетние исследования выявили наиболее соответствующие различным сортам подвои. Но применительно к дикой яблоне все эти вопросы недостаточно изучены. Поэтому возникает риск, что полученный в будущем посадочный материал, выращенный укоренением вегетативных частей коллекционных растений, или выращенный с использованием прививочного материала, не будет являться копией (клоном) сохраняемого в коллекции генотипа. В свою очередь, это вызовет ограничения при использовании коллекционных посадок, обусловленные взаимным влиянием различных генотипов привоя и подвоя на вегетирующую массу.

8.5. Реинтродукция ценопопуляций яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного

Обширнейший опыт реинтродукции древесных растений, восстановление ценопопуляций вида в местообитаниях или областях, которые являются или когда-то были частью его исторического ареала, и где он был уничтожен или вымер, имеется у специалистов-лесоводов по искусственному воспроизводству и перемещению ценопопуляций ценных пород. Однако в этой области преобладал селекционный подход, который неприемлем для сохранения природного генофонда видов.

При выборе участков для реинтродукции яблони и абрикоса, предпочтение следует отдавать участкам, о которых известно, что

на них ранее росли природные ценопопуляции этих видов. Участки для размещения реинтродукционных популяций должны строго соответствовать экологическим требованиям яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного.

Важным вопросом при формировании реинтродукционных ценопопуляций является минимальное число растений, необходимое для создания жизнеспособной популяции. Это до сих пор является предметом дискуссии среди популяционных биологов. Считают, что для обеспечения краткосрочного выживания ценопопуляции эффективная численность особей должна составлять не менее 50 растений. Долгосрочное же выживание ценопопуляции и непрерывное развитие адаптаций могут обеспечить около 500 особей. Создаваемая ценопопуляция должна обладать достаточной степенью генетической гетерогенности. При этом для создания лесов яблони и абрикоса на месте исчезнувших ценопопуляций (или на новых, подходящих по природно-экологическим условиям местообитаниях) предпочтение следует отдавать посадочному материалу, выращенному из семян, заготовленных в маточных коллекциях, либо в естественных лесах, изолированных от культурных садов. Этот материал будет представлять наиболее широкий спектр генетического разнообразия дикой яблони и абрикоса. В случае если для этих целей будет использоваться посадочный материал корнечеренкового происхождения, то на осваиваемых участках необходимо высаживать, возможно, большее количество имеющихся в коллекциях генотипов. Несколько иной подход должен быть использован при усилении существующих ценопопуляций дикой яблони и абрикоса, ослабленных в результате антропогенных и других факторов. Обычно такие участки имеют серьезно нарушенные фитобиозеноты, а полнота насаждения яблони и абрикоса в них очень низкая. В этом случае не допускается использование материала из других ценопопуляций или отселектированного материала, так как это может нарушить тонкое генетическое равновесие и привести к непредсказуемым последствиям (подавлению аутбридинга и др.). Поэтому ослабленные ценопопуляции следует восстанавливать корнечеренковым или семенным материалом, полученным от размножения генотипов, взятых из этих ценопопуляций.

Предпочтительней использовать посадочный материал, выращенный в контейнерах, – он лучше приживается. Перед вывозом растения должны быть обследованы специалистом по защите растений, чтобы исключить занос вредителей и болезней на реинтродукционный участок.

Обязательно составляют план посадок на местности. При посадке растений, полученных при вегетативном размножении, важно раз-

мещать растения одного клона в разных местах для повышения эффективности перекрестного опыления. После посадки проводят необходимые агротехнические мероприятия (полив, мульчирование, удобрение почвы, подвязка растений и др.).

Посаженное растение снабжают этикеткой с номером, присвоенным ему на стадии размножения, для того, чтобы проследить в дальнейшем за судьбой каждого из них. Лучше использовать металлические этикетки, которые привязывают к самому растению или размещают на вбитом рядом колышке. Информацию о дате и месте посадки каждого растения заносят в журнал и помещают на карте-схеме участка.

8.6. Генетическая оценка структуры популяции

Генетическое разнообразие является результатом отбора, мутации, генетического дрейфа и рекомбинации генов. Все эти явления вызывают изменения в частоте генов и аллелей, и приводят к эволюции популяции.

На уровне популяции или вида, любой конкретный аллель в локусе встречается с определенной частотой. Двумя основными понятиями распространения являются богатство, т. е. общее количество имеющихся различных аллелей или генотипов и равномерность в частоте аллелей (Frankel, Brown, Burdon, 1995). Аллели могут быть широко распространенными и встречаться во многих популяциях, или иметь ограниченное местное распространение и встречаться только в одной или двух популяциях. Частота определенного аллеля – это доля всех отдельных копий генетического локуса, являющегося тем же типом аллеля. Аллели могут быть распространенными и встречаться с частотой более чем 0,1 или редкими, с частотой встречаемости ниже 0,05. Ген, в котором самый распространенный аллель имеет частоту встречаемости ниже 0,95 является полиморфным. Для оценки генетического разнообразия в пределах популяции используют степень полиморфизма в популяции, изобилие аллелей, т.е. общее количество аллелей в популяции, разнообразие генов или вероятность того, что две произвольные копии гена будут иметь неодинаковые аллели, а также гетерозиготность (процентное соотношение гетерозиготных генотипов в популяции).

Важнейшими показателями в оценке генетического разнообразия популяций являются генетические различия образцов особей как различных аллелей в маркерных локусах. К ним относятся:

1. Изобилие аллелей в одном и том же локусе, определяемое как общее количество отличительных аллелей в локусе образца или популяции;

2. Коэффициент разнообразия генов, определяемый уравнением:
 $h=1-\sum p^2$,

где p – частотность аллелей в рассматриваемом локусе (Nei, 1973). Коэффициент разнообразия генов является высоким, когда число аллелей большое и их частотность равна или имеет низкую дисперсию;

3. Уровень гетерозиготности, определяющий местоположение аллелей в генотипах;

4. Индекс фиксации, измеряющий нарушение равновесия по Харди – Вайнбергу ($F=1-H/h$, H – уровень гетерозиготности, h – коэффициент разнообразия генов), т.е. отклонение генотипических частот от панмиктических ожидаемых величин;

5. Степень дивергенции популяции $G(st)$: $G(st) = 1 - h(p)/h(s)$,

где G - доля общего генетического разнообразия сверх предела средней популяции. Этот показатель определяет расположение аллелей в популяциях с использованием разницы в частотах каждого конкретного аллеля в различных популяциях. (Nei, M.1973).

Генетическую изменчивость можно измерить на двух уровнях:

-Фенотипа – сочетания индивидуальных признаков, определяющихся генотипом и его взаимодействием с окружающей средой.

- Генотипа – специфической генетической структуры организма.

Специалистами в области генетических ресурсов установлено, что стратегия сохранения, в частности аллелей и групп аллелей состоит не только в контроле за абсолютным их распределением. Marshal и Brown (1975) предложили разделять аллели на 4 класса: общие широко распространенные, общие с локальным распространением, редкие широко распространенные и редкие с локальным распространением.

Не существует больших проблем с сохранением аллельного разнообразия первой группы: его можно сохранить в небольшом числе из нескольких популяций.

Редкие локально встречающиеся аллели могут быть сохранены только в образце очень большого размера. И здесь встает проблема идентификации этих редких аллелей наиболее информативными методами.

Оценить степень генетического разнообразия популяций в настоящее время возможно путем скрининга (просмотра) образцов особей с использованием различных систем молекулярно-генетических маркеров.

Первоначально, начиная с 1913 г, в качестве генетических маркеров использовались морфологические (фенотипические) признаки. К преимуществам этих признаков относятся их доступность, простое оборудование и они являются наиболее прямым измерением фено-

типа. Однако количество информативных маркеров этого типа ограничено. Кроме того, использование морфологических признаков, имеющих сложный характер наследования, и, как правило, сильное влияние среды на фенотипическое проявление признака, ограничивает их использование с этой целью. Также необходимы специальные знания о культуре или виде.

Развитие молекулярных методов исследований позволило создать новые тест-системы, способные анализировать генетический полиморфизм на уровне продуктов генов (белковый или биохимический полиморфизм) и на уровне генетического материала клетки (полиморфизм ДНК).

Первыми молекулярными маркерами были маркеры, созданные на основе анализа белкового полиморфизма (биохимические маркеры). Они основаны на свойстве перемещения протеинов, что позволяет выделять их посредством электрофореза. Обнаруживаются посредством специальных гистохимических анализов и являются дополнением к морфологической оценке изменчивости. Однако в ходе исследований выяснились многочисленные ограничения в применении этого типа маркеров. Они подвержены влиянию окружающей среды и количественно ограничены.

В настоящее время используются в качестве маркерных систем нуклеотидные полиморфные последовательности ДНК, позволяющие тестировать генетический полиморфизм непосредственно на уровне генов, а не на уровне продуктов генов, как в случае использования метода белкового полиморфизма. ДНК маркеры являются наиболее информативными, не подверженными воздействиям окружающей среды, объективно измеряющими величину изменчивости и не ограниченными в количестве. ДНК-маркеры позволяют решить проблему насыщения генома маркерами и маркировать практически любые участки ДНК. Кроме того, эта маркерная система дает возможность использовать для анализа любые ткани и органы, независимо от стадии развития организма и имеет целый ряд преимуществ по сравнению с другими типами маркеров.

В настоящее время во всем мире в таксономии и популяционной генетике широко используют методы, основанные на полимеразной ценной реакции (ПЦР) с применением молекулярных маркеров, характеризующих участки изменчивости в ядерной, хлоропластной и рибосомальной ДНК.

Метод ПЦР позволяет получить неограниченное число копий генов. В процессе ПЦР эффективно амплифицируется только та последовательность ДНК, которая ограничена праймерами. Многократное повторение циклов ПЦР увеличивает выход продуктов ампликонов

в линейной зависимости. При этом происходит копирование только того участка, который удовлетворяет заданным условиям, и только в том случае, если он присутствует в исследуемом образце.

В результате различных эволюционных событий получают различные варианты в последовательности ДНК, которые описывают полиморфизм. Полиморфизм проявляется в различиях генотипов и визуализируется в виде различных профилей полос, обнаруживаемых при использовании молекулярных маркеров в ПЦР и электрофорезе продуктов ПЦР.

С 1992 по 1997 годы наиболее популярный метод в исследованиях мало изученных таксономических групп был RAPD-анализ, позволяющий анализировать геномы без предварительного знания их нуклеотидной последовательности. Однако RAPD-анализ имеет очень низкую воспроизводимость результатов и, в настоящее время, такие научные журналы как *Molecular Ecology* не принимают к публикации исследования по биоразнообразию, выполненные на основе RAPD-маркеров (цит. по Schlotterrer, 2004). С разработкой новых подходов также позволяющих изучать геномы без предварительного знания их нуклеотидных последовательностей, RAPD вытесняется ISSR и SSR – анализами, позволяющими одновременно анализировать большой массив образцов и обладающий хорошей воспроизводимостью результатов. Во многих лабораториях созданы коллекции надежных, поративных маркеров простых повторяющихся последовательностей (SSR – Simple Sequence Repeat), основанных на полимеразной цепной реакции, которые теперь доступны исследователям яблони через базы данных маркеров (<http://www.hidras.unimi.it>).

Оценка содержания информативных полиморфизмов и генетического разнообразия для набора данных маркеров является важной характеристикой маркеров, используемых в таких исследованиях.

Используя эти маркерные системы, можно создавать молекулярно-генетические паспорта для каждого образца коллекции. Генетический паспорт представляет собой панель уникальных ДНК фрагментов, которые можно сравнить с отпечатками пальцев человека, являющимися уникальным для каждого индивидуума. ДНК любого из сортов может быть маркирована по некоторым регионам при помощи различных, разработанных современными исследователями, подходов. Маркированные регионы будут представлять собой индивидуальные наборы молекулярных маркеров, присущих только данному сорту или линии. Молекулярная паспортизация может быть применена не только для идентификации видов, сортов и линий, но и позволит проследить их родословные, основываясь на генетиче-

ском профиле исследуемых образцов гермоплазмы. Решение этих вопросов позволит проанализировать распределение полигенных и моногенных признаков, исследовать их сопряженную изменчивость; оценить соотношение компонентов генного разнообразия и, наконец, понять сущность генетических процессов в той или иной популяции. Создание генбанков без учета вышеуказанных положений приведет к созданию коллекций, которые по своему содержанию окажутся бесполезными музейными экспонатами.

Таким образом, для создания живых коллекций природных генотипов яблони и абрикоса необходимо, чтобы минимальный объем маточного материала по своей генетической структуре полностью отражал уровень имеющегося в настоящее время внутривидового полиморфизма данных видов. Использование молекулярных маркеров, таких как ISSR и SSR, безусловно, удобно в исследованиях по биоразнообразию, в популяционных и природоохранных работах, а также для индивидуальной идентификации генотипов и анализа родства. Особенно ценно, что эти классы маркеров хорошо подходят для выявления скрытой генетической изменчивости у близкородственных видов, которые невозможно разделить по морфологическим признакам и с использованием других маркеров. Проведенный в 2008-2010 гг. генетический анализ отобранных природных генотипов яблони и абрикоса показал высокую эффективность этих классов маркеров для оценки структуры популяций, а также выявления скрытой генетической изменчивости у близкородственных видов яблони и абрикоса (Айтхожина, 2008; Долгих, 2009).

8.6.1. Методика взятия образцов для генетической идентификации

Молекулярно-генетический анализ начинается с отбора растительных образцов с маточных деревьев, их фиксирования, выделения ядерной ДНК, проведения полимеразной цепной реакции и электрофореза.

Процесс проведения молекулярно-генетической идентификации включает 5 последовательных этапов:

1. Выделение ядерной ДНК из растительного материала.
2. Подбор праймеров.
3. Амплификация (ПЦР).
4. Электрофорез.
5. Интерпретация полученных результатов.

Ядерную ДНК можно выделить из любой части растений яблони и абрикоса. Взятые образцы, например листья, должны быть без видимых повреждений насекомыми и бактериальной инфекции. В ка-

честве образцов берутся самые молодые листочки (лучше конус роста), их срывают и помещают в бумажные пакеты, содержащие силикагель, с целью удаления избыточной влаги. Далее, по мере необходимости, выделяется ДНК, либо образцы тканей хранятся в высушенном состоянии с силикагелем или в эксикаторе над CaCl_2 . Отбор материала для анализа должен основываться на обоснованном с позиций популяционной генетики количестве маточных деревьев в пределах локальной и цено- популяции. Если визуально заметны семейства деревьев корнеотпрыскового происхождения, то желательно определить маточное дерево и с него брать образцы.

Для молекулярно-генетического анализа отобранных образцов дикой яблони и абрикоса и создания ISSR маркеров используются праймеры, имеющие множественную локализацию в геноме, комплементарные к повторяющимся элементам генома (4-12 единицам повтора) и несущие на одном из концов последовательность из двух-четырех произвольных нуклеотидов. Такие праймеры позволяют амплифицировать фрагменты ДНК, которые находятся между двумя достаточно близко расположенными микросателлитными последовательностями (как правило, это уникальная ДНК). В результате амплифицируется большое число фрагментов, представленных на электрофореграмме дискретными полосами. Полученные паттерны ПЦР-продуктов видоспецифичны. Эта методика обладает хорошей воспроизводимостью результатов и может быть применена для выявления межвидовой и внутривидовой генетической изменчивости, идентификации видов, популяций, линий, а в ряде случаев и для индивидуального генотипирования. ISSR-маркеры используются также для картирования генотипов и маркирования хозяйственно-полезных признаков. Определение уровня генетического разнообразия генотипов желательно проводить, используя несколько информативных молекулярных маркеров. Чем больше полиморфных фрагментов будет выявлено, тем точнее будет проведена генетическая идентификация маточных деревьев.

Каждый образец яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного, сохраняемый в живой коллекции, должен иметь как можно более обширную информацию о геноме, включающую паспорт, несущий данные молекулярно-генетической идентификации, морфологические признаки, описание места сбора, агрономическую информацию и др.

СЛОВАРЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ТЕРМИНОВ

Аутбридинг – скрещивание особей, состоящих между собой в менее тесном родстве, нежели особи, взятые из популяции методом случайной выборки. Противоположностью А. является инбридинг.

Внутривидовое разнообразие – совокупность всех *генотипов* и *фенотипов* вида. Наличие внутривидового разнообразия – один из важнейших факторов эволюции, обеспечивающей приспособленность популяций и видов к изменяющимся условиям существования.

Внутривидовое таксономическое разнообразие – совокупность внутривидовых таксонов различного ранга, обладающих комплексом морфологических, экологических, географических, биологических, физиологических и других признаков. Основной целью программ по сохранению видов должно быть максимально возможное сохранение их внутривидового разнообразия.

Ген – последовательность ДНК, контролирующая дискретную характеристику наследования, которая обычно соответствует одному протеину или РНК.

Генетическая оценка (генетический анализ) – совокупность методов исследования наследственных свойств организма (его генотипа). На основе генетической оценки популяций изучают их генетическую структуру: количественно оценивают распределение особей разных генотипов, анализируют динамику генетической структуры популяций под действием различных факторов, определяют генетическую чистоту популяции (отсутствие гибридизации с другими видами или с культурными сортами и формами).

Генотип – генетическая конституция организма, совокупность всех генов и их сочетаний. В современной генетике генотип рассматривают не как механический набор независимо функционирующих генов, а как единую систему генетических элементов, взаимодействующих на разных уровнях. Генотип контролирует развитие, строение и жизнедеятельность организма, т.е. совокупность всех признаков организма – его *фенотип*. Особи с разным генотипом могут иметь сходный фенотип, поэтому для определения генотипа организма необходимо проводить его *генетический анализ*.

Генофонд – совокупность генов, которые имеются у особей данной *популяции*, группы популяций, вида (или таксонов других рангов) или группы видов. Основой генетической целостности популяции является наличие полового процесса (свободного скрещивания), обеспечивающего возможность постоянного обмена внутри нее наследственным материалом. В результате формируется единый генотип по-

пуляции, важнейшая особенность которого – глубокая дифференцированность, неоднородность.

Генетический дрейф – непредсказуемые изменения в частности аллелей, происходящие в небольших популяциях.

Генетическая эрозия – потеря внутри- и межпопуляционного генетического разнообразия одного и того же вида с течением времени, или сокращение генетической основы вида.

Гермоплазма – генетический материал, образующий физическую основу наследования и передающийся от одного поколения следующему через зародышевые клетки (IBPGR 1991).

Инбридинг – «разведение в себе», скрещивание особей, родство между которыми более тесное, чем родство между особями, случайно взятыми из той же популяции. Инбридинг у перекрестников – это принудительное самоопыление, повторяющееся в небольшом или меньшем числе последовательных поколений. Крайним выражением естественного инбридинга является автогамия у самоопылителей, т.е. слияние гамет, продуцированных одним и тем же цветком.

Морфологические признаки – совокупность внешних количественных и качественных характеристик особи (например, размеры и форма листьев, характер зубчатости края листа, размеры и цвет плодов и др.), характеризующих ее *фенотип*.

Отбор – любой процесс, естественный или искусственный, позволяющий увеличить соотношение определенных генотипов или групп в последующих поколениях, обычно за счет других генотипов.

Полиморфизм – наличие двух или более генетически различных классов в одних и тех же инбридинговых популяциях. На молекулярном уровне, полиморфизм представляет собой изменения в структуре или последовательности макромолекул – ДНК или белка.

Полиморфный ген – это ген, в котором самый распространенный аллель имеет частоту встречаемости ниже 0,95.

Популяция – совокупность особей одного вида, обладающих общим (единым) генофондом и занимающих определенную территорию. Скрещивания между особями внутри одной популяции происходит чаще (свободное скрещивание), чем между особями разных популяций (спорадическое, случайное скрещивание). Внутри популяций можно выделить более мелкие подразделения (семьи, демы, парцеллы и др.). Популяции разных видов, сосуществующих в одном месте, образуют в своей совокупности сообщество (биоценоз).

Популяционная генетика растений – раздел популяционной биологии растений, описывающий генетическое разнообразие внутри популяций и между популяциями видов растений, а также рассчи-

творяющий мощность эволюционных сил, формирующих эти структуры разнообразия.

Фенотип – совокупность всех признаков и свойств особи, формирующихся в процессе взаимодействия ее генетической структуры (*генотипа*) и внешней по отношению к ней среды. В фенотипе не реализуются все генотипические возможности, он всегда является частным случаем реализации генотипа в конкретных условиях.

Ценопопуляция – совокупность особей вида в пределах одного фитоценоза, занимающего определенное местообитание

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаев М.Г. Основы теории акклиматизации фитоинтродуцентов и её значение для освоения нетрадиционных растений // Труды VIII Международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье». Симферополь, - 1999.
2. Агаев М.Г. Основы общей теории дифференциальной мобилизации генофонда особо ценных видов культурных и дикорастущих растений // Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции. Материалы Международной научно-практической конференции. – СПб., 2001.
3. Алексанян С.М. Государство и биоресурсы. - СПб: ВИР, 2003.
4. Андреев Л.Н., Горбунов Ю.Н. Охрана редких и исчезающих видов растений – приоритетная задача ботанических садов. // Сиб. экол. журн. - 1997. Вып.1.
5. Андреев Л.Н., Горбунов Ю.Н. Роль ботанических садов в сохранении биологического разнообразия растений Биологическое разнообразие растений. // Интродукция растений. - СПб., 2003.
6. Ахметоллаев И.А., Айтхожина Н.А. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Молекулярно-биологическая оценка внутривидового разнообразия яблонь с использованием ПЦР – анализа». ДГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина». - Алматы, 2008.
7. Байтулин И.О. Отчет экологического центра реконструкции по теме: «Инвентаризация травянистых видов агробиоразнообразия». - Алматы, 2007.
8. Барсукова О.Н. Дикорастущие виды яблони-доноры источники устойчивости к болезням. // Генетические ресурсы плодовых, ягодных культур и винограда: сохранение и изучение. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - СПб.: ВИР. 2007. Т.161.
9. Бессчетнов В.П. Облепиха в Казахстане. - Алматы, 1996.
10. Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира. - Белгород. 2008.
11. Бондаренко О.Н. Эндемичные и редкие виды диких сородичей культурных растений // Тр. По прикладной ботанике Л. - 1975. - Т. 54. - Вып 1.
12. Брежнев Д.Д., Коровина О.Н. Дикие сородичи культурных растений флоры СССР. - Л.: Колос. - 1981.
13. Вавилов Н.И. Учение о происхождении культурных растений после Дарвина // Советская наука. - 1940. - № 2.
14. Бугала В. Декоративные разновидности яблонь в Курникском арборе-

- туме // Интродукция и акклиматизация деревьев и кустарников, выращивание новых сортов. – Киев. - 1989.
15. Бурмистров Л.А. Ресурсы дикорастущих видов плодовых культур России и сопредельных государств и задачи по сохранению // Тезисы докладов на Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения горного агробиоразнообразия в Казахстане». Алматы. - 2007.
 16. Быстракова Н., Капос В. и др. Биоразнообразие и сохранение лесов бамбука в Азиатском регионе // Биоразнообразии и сохранение генофонда. - 2003.
 17. Вавилов Н.И. Географические закономерности в распределении генов культурных растений // Тр. По прикл. бот, ген и сел., - 1927. - Т.17. - Вып.3.
 18. Вавилов Н.И. Дикие родичи плодовых деревьев азиатской части СССР и Кавказа и проблема происхождения плодовых деревьев // Тр. по прикл. бот., ген. и селекц. - 1931. - Т.26. - Вып.3.
 19. Вавилов Н.И. Избранные произведения. - Л., 1967.
 20. Вавилов Н.И. Проблема происхождения культурных растений в современном понимании. // Достижения и перспективы в области прикладной ботаники, генетики и селекции. - Л., 1929.
 21. Ванина Л.С. Возможность использования видов рода *Malus* Mill. для озеленения в условиях Москвы // Научн. докл. высш. шк. Биол. науки. - 1991. - № 11.
 22. Ванина Л.С. Перспективы использования видового потенциала рода *Malus* Mill. в условиях среднего пояса европейской части России // Раст. ресурсы. - 1997. - Т. 33. - Вып. 4.
 23. Васильева В.Н. Яблони в Сибири: интродукция, селекция, сорта. - Новосибирск, 1991.
 24. Васильченко И. Т. Дикая гиссарская яблоня как материал для селекции и гибридизации. // Сообщ. Тадж. ФАН СССР. - 1948. - VI.
 25. Васильченко И. Т. Новые для культуры виды яблони. - М.-Л. - 1963.
 26. Витковский В. Л. Плодовые растения мира. - СПб.: Изд-во «Лань», - 2003.
 27. Волкова Н.К. Сад и ягодник. - Алма-Ата. -1979.
 28. Вольф Э.К. Быстрая оценка горячих точек. // Зеленый мир. - 1995. - №24.
 29. Ганнибал Б.К. Судьба линнеевских идей после Линнея // Звезда мировой науки Карл Линней (материалы международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию юбилею учёного). – СПб., - 2008.
 30. Гельтман Д.В., Антонова Н.Н., Бялт В.В. и др. Состав флоры сосудистых растений Российской Федерации // Изв. РАН, Сер. Биол. - 1998. - № 1.
 31. Глухов Н.В. Дикие яблони района Харбина. // Ежегодник клуба естествознания и географии ХСМЛ. - 1933. – Харбин. - 1934. - Т.1.

32. Горбатенко Л.Е., Тихонова Н.Г., Рябова Д.Н. Проблема сохранения плодовых и ягодных растений в местах их естественного обитания (*in situ*) на территории России. // Генетические ресурсы плодовых, ягодных культур и винограда: сохранение и изучение. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - СПб.: ВИР. - 2007. - Т.161.
33. Горбунов Ю.Н., Дзыбов Д.С., Кузьмин З.Е., Смирнов И.А. Методические рекомендации по реинтродукции редких и исчезающих видов растений. - Тула: Гриф и К. - 2008.
34. Горбунов Ю.Н., Молканова О.И. Сохранение редких и исчезающих растений в банке меристем ГБС РАН // Биологическое разнообразие растений. Интродукция растений. - С.-П. - 2003.
35. Горбунов Ю.Н., Орленко М.Л. Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов. // Бюл. Гл. ботан. сада. - 2005. - Вып. 187.
36. Горбунов Ю.Н., Орленко М.Л. Динамика коллекционных фондов редких и исчезающих растений в ботанических садах России // Бюлл. ГБС РАН. - 2008. -Вып. 194.
37. Губанов И.А., Крылова И.Л., Тихонова В.Л. Дикорастущие полезные растения СССР. - М. 1978.
38. Гурский А.В. Дикорастущие и культурные растения советского Бадахшана. // Тр. Тадж. фил. АН СССР. – 1951 - т. XVIII.
39. Декандоль А. Местопроисхождение возделываемых растений. // Пер. с франц. –СПб., 1885.
40. Денисова М.В. и др. «Методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной Книги СССР». - М. – 1986.
41. Джакашев А.А., Манздюк В.А., Байтанаев О.А. Проблемы сохранения дикоплодовых лесов Юго-Востока Казахстана. // Тезисы докладов на международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения горного растительного агробιοразнообразия в Казахстане». – Алматы. - 2007.
42. Джангалиев А.Д. Дикая яблоня Казахстана. // Наука. – Алматы. - 1977.
43. Джангалиев А.Д. и др. Оценка внутривидовой изменчивости дикорастущих яблони и абрикоса и выделение генетических резерватов. // Отчет по субподрядному проекту. ГЭФ – ПРООН. – Алматы. - 2007.
44. Джангалиев А.Д. Яблоневые леса Заилийского и Джунгарского Алатау и биологические основы их использования. - Автореф. доктр. дисс. - Л. -1969.
45. Долгих С.Г., Раузин Е.Г. Влияние эндогенных ауксинов на регенерационные процессы в черенках корнесобственной яблони. // Ж. Вестник сельсклхозяйственной науки. - 2001. - №1.
46. Долгих С.Г. Биотехнология диагностики вирусных болезней, оздоровления и размножения плодовых культур в Казахстане. - Алматы, - 2007.
47. Долгих С.Г. ДНК-типирование в генетических исследованиях полимор-

- физма *M. sieversii*. // Научное обеспечение производства конкурентоспособной продукции сельского хозяйства. Сборник научных трудов, посвященный 80 летию Карабалыкской СХОС. – Алматы. - 2009.
48. Драгавцев А.П. Плодоводство в Китае. -М. - 1966.
 49. Драгавцев А.П. Яблоня горных обитаний. Экология и особенности возделывания на примере Заилийского Алатау. - М.: Изд. АН СССР. - 1956.
 50. Драгавцев В.А. Доклад на международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения горного растительного агробиоразнообразия в Казахстане». – Алматы. - 2007.
 51. Дубинин Н.П. Экспериментальное исследование интеграции наследственных систем в процессе эволюции популяций. // Общая биология. - 1948. - № 9.
 52. Дунаева С.Е., Гавриленко Т.А. Коллекция плодовых и ягодных культур *in vitro*: Стратегия создания и хранения. // Генетические ресурсы плодовых, ягодных культур и винограда: сохранение и изучение. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - СПб.: ВИР. - 2007. - Т.161.
 53. Дягилев В.Ф. Географическое распределение яблони в Восточно-Сибирском крае. // Изв. общества изучения Восточно-Сибирского края. - Иркутск. - 1936. –Т.1.
 54. Еремин Г.В. и др. Создание сада хранения генофонда плодовых растений по технологии «бордюр». // Генетические ресурсы плодовых, ягодных культур и винограда: сохранение и изучение. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - СПб.: ВИР. - 2007. - Т.161.
 55. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи.: 1-ое изд. - М. – 1950. 2-ое изд. - Л. - 1971.
 56. Жумабеков Е.Ж. Клональное микроразмножение яблони Сиверса. Лабораторный регламент. - Алматы.-2010.
 57. Жученко А.А. Биоразнообразие – основа сохранения мировых генетических ресурсов растений. // Материалы международной конференции «Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений». – М. - 2001.
 58. Запрягаева В.И. Дикорастущие плодовые Таджикистана. - М.-Л. - 1964.
 59. Зубарев Ф.П. Яблони Северной Киргизии и их охрана (Иссыкульская котловина). – Фрунзе. - 1963.
 60. Информационные системы и web-порталы по разнообразию видов и экосистем. // Материалы международного симпозиума 28 ноября - 1 декабря 2006. Товарищество научных изданий КМК. - М. - 2006.
 61. Камелин Р.В. Великая селекция зари человечества (этноботанические этюды). - М: Изд-во «Азбука» - 2005.
 62. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. - Л. - 1973.
 63. Каталог растений Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина

- РАН. - М.: МСХА. - 2001.
64. Карибаева К.Н., Мищенко А.Б., Родионов А.М. Сохранение горного агробιοоразнообразия в Казахстане. // Тезисы докладов на Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения горного агробιοоразнообразия в Казахстане. – Алматы. - 2007.
 65. Китайско-Казахстанский симпозиум по плодоводству и виноградарству. – Алматы – Урумчи. - 1993.
 66. Кокарева И.И. Анализ угроз редким и эндемичным видам Заилиского Алатау. // Тезисы докладов на Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения горного агробιοоразнообразия в Казахстане». – Алматы - 2007.
 67. Кокарева И.И. Влияние рекреационных нагрузок на растительные сообщества дикоплодовых лесов Заилийского Алатау. // Тезисы докладов на Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения горного агробιοоразнообразия в Казахстане». – Алматы. - 2007.
 68. Комаров В.Л. Происхождение культурных растений. - М.-Л.: ОГИЗ-ГИЗ с.-х. и кол. кооп. лит.-ры. - 1931.
 69. Конарев В.Г. Малекулярно-биологические исследования генофонда растений в ВИРе (1967-2007).СПб., 2007.
 70. Конвенция о биоразнообразии (текст и приложения на рус. яз.) // The Interim secretariat for the CBD, Geneva, Executive Center. – 1992.
 71. Коровина О.Н., Черноморская Н.М. Яблоня Сиверса – *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. в Западном Тянь-Шане. // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - 1980. - Вып. 81.
 72. Красная книга РСФСР. Растения. - М.: Росагропромиздат. - 1988.
 73. Криворучко В.П., Горбунов Ю.Н. Оценка устойчивости интродуцированных видов и сортов яблони к морозам и парше // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. - С.-П. - 2007.
 74. Лангенфельд В.Т. География рода *Malus* Mill. // Уч. зап. Латв. университета. - 1970. - Т. 127.
 75. Лангенфельд В.Т. Яблоня – Apple-trees: морфология, эволюция, филогения, география, систематика. - Латв. университет. - Рига. - 1991.
 76. Липский В.И., Мейсснер К.К. Перечень растений, распространенных в культуре Императорским Санкт-Петербургским Ботаническим Садам. // Императорский С.-Петербургский Ботанический Сад за 200 лет его существования (1713-1913). -СПб., - 1915. - Ч. 3.
 77. Лихонос Ф.Д. Систематика сортов культурной яблони *Malus domestica* Borkh. Likh. comb. nov. // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - 1972. - Т. 46. - Вып. 2.
 78. Лихонос Ф.Д., Туз А.С., Лобачев А.Я. Культурная флора СССР. Семечковые. - 1983. - Т. 14.

79. Международный Кодекс Ботанической Номенклатуры (Сент-Луисский кодекс). - СПб.: Изд-во СПб., гос. хим.-фарм. академии. 2001.
80. Метлицкий З.А. Яблоня. М. // Московский рабочий. - 1946.
81. Методы исследований ресурсов дикорастущих растений. – Вильнюс. - 1993.
82. Нешатаев Ю.Н. Мониторинг биоразнообразия методом выборочно-статистического картографирования (на примере заповедников среднерусской лесостепи). // Совещание «Факторы таксономического и биохорологического разнообразия»: Программа и тез. докл. - СПб., 1995.
83. Носульчак В. А., Смурыгин А.С., Трошин Л.П. Интродукция, хранение и анализ генофонда винограда. // Генетические ресурсы плодовых, ягодных культур и винограда: сохранение и изучение. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - СПб., ВИР. 2007. - Т.161.
84. Нухимовская Ю.Д., Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. Кадастр диких родичей культурных растений в заповедниках России. - М. -2005.
85. Остроухова С.А. Дикая Туркменская яблоня. – Ташкент. - 1972.
86. Очнаури Д.А. Материалы к изучению дикорастущих яблонь. // Вестн. гос. муз. Грузии. АН ГССР. - 1963. - № 21-а.
87. Плеханова М.Н. Жимолость. - Л.: Агропромиздат. - 1990.
88. Плотникова Л.С. Коллекционные фонды российской дендрофлоры в ботанических садах страны. // Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации. - М. - 1998.
89. По Великому Шелковому Пути. - Алма-Ата - 1991.
90. Пономаренко В.В. Дикорастущие яблони восточной Сибири и Дальнего Востока СССР. // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 1973. - Т.49.- Вып.1.
91. Пономаренко В.В. Материалы к познанию яблонь Кавказа // Бот. журн. - 1975. - Т. 60. - № 1.
92. Пономаренко В. В. Что такое *Malus pumila* Mill? // Бот. журн. - 1975. -Т.60. - №11.
93. Пономаренко В.В. Видовой состав дикорастущих яблонь СССР и центры их генетического разнообразия. // Бот. журн. - 1977. - Т. 62. - № 6.
94. Пономаренко В.В. О первичном генцентре происхождения яблони домашней. // Тез. докл. XIV МГК. - М. - 1978. - Ч.11.
95. Пономаренко В.В. Заметки о *Malus sieversii* (Ledeb.) M.Roem. (*Rosaceae*) // Бот. журн. - 1979. - Т.64. - № 7.
96. Пономаренко В.В. Яблоня Сиверса // Садоводство. - 1979. - №8.
97. Пономаренко В.В. Происхождение и распространение Культуры яблони – *Malus domestica* Borkh // Бюллетень ВИР. - 1982. - Вып. 126.
98. Пономаренко В.В. История возникновения и эволюция яблони *Malus domestica* Borkh // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - 1983. - Т. 76.
99. Пономаренко В.В. Обзор видов *Malus* Mill // Сб. научн. тр. по прикл. бот.,

- ген. и сел. - 1986. - Т. 106.
100. Пономаренко В.В. Генетические центры видового разнообразия рода *Malus* Mill // Сб. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 1988. - Т. 119.
 101. Пономаренко В.В. Спонтанная межвидовая и межродовая гибридизация в роде *Malus* Mill // Бюлл. ВИР. - Л. - 1989. - Вып. 194.
 102. Пономаренко В.В. Дикорастущие яблони юго-востока СССР. // Сб. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 1990. - Т. 134.
 103. Пономаренко В.В., Авдеев В.И. К истории происхождения рода *Malus* Mill. // Сб. научн. трудов по ботанике, генетике и селекции. - 1990. - Т. 131.
 104. Пономаренко В.В. Камахина Г.Л. О дикорастущих яблонях в Центральном Копетдаге. // Сб. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции - 1990. - Т. 134.
 105. Пономаренко В.В., Назиров Х.Н. О внутривидовом разнообразии яблони Сиверса (*Malus sieversii*) в Центральном Таджикистане. Систематика, морфология, биология и сортоизучение плодовых, ягодных, субтропических и декоративных культур. // Сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. - Л. - 1990. -Т. 131.
 106. Пономаренко В.В. К систематике видов рода *Malus* Mill. в СССР. // Бюллетень ВИР. - 1991. - Вып. 212.
 107. Пономаренко В.В. О малоизвестном виде *Malus asiatica* (*Rosaceae*) // Ботан. журн. - 1991. - Т.76. - № 5.
 108. Пономаренко В.В. Критический обзор системы видов рода *Malus* Mill. (*Rosaceae*) // Систематика, исходный материал для селекции, биология и морфология плодовых культур. Сборник науч. трудов по прикл. бот., ген. и сел. - 1992. - Т.146.
 109. Пономаренко В.В., Аминов М.Х. внутри видовой полиморфизм яблони Сиверса *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. Джунгарского и Заилийского Алатау Юго-Восточного Казахстана. // Тр. по прикл. бот.,ген. и сел. - 1999. - Т. 155.
 110. Пономаренко В.В. Происхождение сортов яблони домашней – *Malus domestica* Borkh. - Помология: в 5-ти томах. - Т.1. - Яблоня. – Орел. - 2005.
 111. Пономаренко В.В., Шлявас А.В. Генетические ресурсы *Malus domestica* Borkh. – национальное достояние России. // Тезисы докладов II Вавиловской международной конференции. - Санкт-Петербург, 26-30 ноября 2007 г. - СПб., ВИР. - 2007.
 112. Попов М.Г. Дикие плодовыедеревья и кустарники Средней Азии. // Тр.по прикл.бот., ген.и сел. - 1929. - Т. 22. - Вып. 3.
 113. Попов М.Г. Краткий очерк растительности Таджикистана. – Таджикистан. - 1925.
 114. Попов М.Г. Происхождение таджикского плодоводства. // Плодовые

- Среднего Таджикистана (тр. Тадж. Компл. Эксп. АН СССР, 1932). - 1935.- Вып.XIII.
115. Попов М.Г., Мальковский М.М., Клабуков В.М. Дикие плодовые заросли окрестностей Алма-Аты. - Алма-Ата. – 1934.
 116. Попова Г.М., Попов М. Г. Дикая яблоня и алыча в горах Чимгана. // Бюл. Ср.-Аз. Ун-та. - 1925. - Вып.11.
 117. Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов и дендрариев. – М.: Гл. ботан. сад им. Н.В.Цицина РАН. Тула: ИПП «Гриф и К». - 2005.
 118. Раузин Е.Г. Роль дикоплодовых видов в развитии современного садоводства и имеющийся опыт сохранения их генофонда // Доклад на Международной Конференции «Проблемы сохранения горного агробиоразнообразия в Казахстане». – Алматы. - 2007.
 119. Раузин Е.Г., Долгих С.Г., Харламова Т.А. Корнесобственная культура плодовых растений // Доклад на международной конференции, посвященной 50 летию Каз. НИИП и В. – Алматы. - 2009.
 120. Раузин Е.Г. Способ создания корнесобственных садов // Ж. Садоводство. - №4. - М. - 1978.
 121. Раузин Е.Г. и др. Способ получения корнесобственных плодовых деревьев. - Патент Р.К. 27800. - 1999.
 122. Раузин Е.Г. Сады на террасах. - Алма-Ата. - 1983.
 123. Роббинс Кристофер «Казахстан – это родина яблок» (перевод с английского). – Москва: ЗАО «Олимп». - 2009.
 124. Седов и др. Селекция яблони. - М.: Агропромиздат - 1989.
 125. Седов Е.Н. Оригинальный способ прививки яблони. Ж. Садоводство и виноградарство – 1998, №2 с.13-14.
 126. Сиверс И. Путевые заметки. - Ст.Петербург. - 1796.
 127. Смекалова Т.Н. Основные аспекты Национальной стратегии сохранения агробиоразнообразия России *in situ* на примере диких родичей плодовых культур. // Тезисы докладов на Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения горного агробиоразнообразия в Казахстане». – Алматы. - 2007.
 128. Смекалова Т.Н., Чухина И.Г., Лунева Н.Н. Основные аспекты стратегии сохранения растительных ресурсов на территории России. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Мат-лы I международ. науч.-практич. конф. – Барнаул. - 2002.
 129. Сохранение биологического разнообразия в России. // Первый национальный доклад Российской Федерации. - М. - 1997.
 130. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск. - 1978.
 131. Сперанский В.Г. Развитие плодоводства в Таджикистане. - М.-Л. - 1936.
 132. Спирина В.В., Медведев П. Яблоня в восточной части Вологодской области // Сад и огород. - 1950. - № 2.

133. Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений. - М. - 2003.
134. Стрельцина С.А., Плеханова М.Н., Тихонова О.А., Сабитов А.Ш., Арсеньева Т.В., Пупкова Н.А. Сравнительная оценка дикорастущих видов и сортов ягодных культур по составу и содержанию биологически активных фенольных соединений // Генетические ресурсы плодовых, ягодных культур и винограда: сохранение и изучение. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. - СПб.: ВИР. - 2007. - Т.161.
135. Тарасенко Г.Г. Яблоня (Под ред. Г.А. Рубцова). - М.- Л. - Сельхозиздат. - 1941.
136. Тихонова В.Л. Работа с семенами в ботанических садах и возможности создания семенных банков // Биологическое разнообразие растений. Интродукция растений. Матер. III Междунар. конф. - СПб., - 2003.
137. Ткаченко К.Г. Яблони в городском озеленении // Фестиваль цветов и ландшафта. Каталог выставки ЛенЭкспо. 24-27 апреля 2008 г. - Санкт-Петербург. - 2008.
138. Толмачёв А.И. Основы учения об ареалах. - Л. - 1962,
139. Удачина Е.Г., Горбунов Ю.Н. Некоторые результаты интродукции плодовых растений в ГБС РАН // Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации. - М. - 1998.
140. Федченко Б.А. Растительность Туркестана. – 1915.
141. Форте А.В., Игнатов А.Н., Пономаренко В.В., Дорохов Д.В., Савельев Н.И. Филогения видов яблони рода *Malus* на основе оценки морфобиологических признаков и молекулярного анализа ДНК // Генетика. - 2002. - Т. 38. - №10.
142. Фризен Н.В. Молекулярные методы, используемые в систематике растений. – Барнаул. - 2007.
143. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных стран. – СПб., - 1995.
144. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. - Л. - 1981.
145. Чумакова А.В. Охрана генофонда диких плодовых и ягодных кустарников в заповедниках. – М. - 1987.
146. Чухина И.Г., Лебедева Е.Г., Смекалова Т.Н., Лунева Н.Н. Информационно-поисковая система «Дикорастущие родичи культурных растений России» как инструмент анализа разнообразия генетических растительных ресурсов // Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции. - СПб.: ВИР. - 2001.
147. Шавров Н. Материалы по изучению помологии Туркестанского края. // Вестн. Садов., плодов. и огород. - 1913. - №11.
148. Шеляг-Сосонко Ю. Р. О конкретной флоре и методе конкретных флор //

- Бот. журн. - 1980. - Т.65. - № 6.
149. Шипилина Л.Ю. Дикие родичи культурных растений во флоре бассейна среднего течения реки Луга (разнообразие и проблемы сохранения). - Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук. С-Петербург, Вир, 2009.
 150. Юзепчук С.В. Яблоня – *Malus Mill.* // Флора СССР. - М.-Л. - 1939. - Т.9.
 151. Юрцев Б.А. Некоторые тенденции развития метода конкретных флор // Бот. журн. - 1975. - Т.60. - № 1.
 152. Юрцев Б.А. Флора как природная система // Бюлл. МОИП, отд.биол. - 1982. - Т.87. - Вып.4.
 153. Юрцев Б.А. Изучение биологического разнообразия и сравнительная флористика // Бот. журнал. - 1991. - Т.76. - № 3.
 154. Юрцев Б.А. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учёта и охраны. - Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. – СПб., 1992.
 155. Юрцев Б.А. Изучение биологического разнообразия: вклад флористики// Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. Материалы IV рабочего совещания по сравнительной флористике, Березинский биосферный заповедник. - 1993. – СПб., - 1998.
 156. Adondakis, S., and D.L. Venable. Dormancy and germination in a guild of Sonoran Desert annuals. // Ecology. - 2004. -V. 85.
 157. Allendorf F.W. Genetically effective sizes of grizzly bear populations. In Principles of conservation biology, ed. G. K. Meffe and C. R. Carroll. Sunderland, MA: Sinauer Associates. - 1994.
 158. Asten R. Observation upon Same Part of Sr. Francis Bacon's Natural History As it Conserves Fruit Trees. Fruit and Flowers. – Oxford. - 1658.
 159. Balcerkiewicz-Stanislaw Wild fruit trees. Poznan: Arkadia. - 1990.
 160. Barrett S.C.H., J.R. Kohn. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: Implications for conservation. In Genetics and conservation of rare plants, ed. D. A. Falk and K. E. Holsinger - New York: Oxford University Press. - 1991.
 161. Begemann F., Voegel R. (eds.), Buettner R. Indigenous genetic resources of wild fruit. Example *Malus sylvestris*. - Bonn (Germany). IGR, ZADI. - 1996.
 162. Begemann F., Voegel R. (eds.), Schwaerzel H., Schwaerzel M. Protection of fruit genetic resources in Brandenburg under consideration. - Bonn (Germany). IGR, ZADI. - 1996.
 163. Biodiversity. - Washington. - 1988.
 164. Bist H.S., Sharma S.D. Some wild fruit genetic resources of Kullu and Lahaul Spiti Districts of Himachal Pradesh // Acta-Horticulturae. - 2005. - V.696.
 165. Black W.C., C.F. Baer, M.F. Antolin, N.M. DuTeau. Population genomics: Genome-wide sampling of insect populations // Annual Review of Entomology. - 2001. - V. 46.

166. Boateng S.K., Yeboah E.A., Amponsah J.Y. Wet season collection of edible wild fruits in three regions of Ghana // *Journal of Plant Sciences*. - 2007. - V. 2. - N. 3.
167. Booy G., R.J.J. Hendriks, M.J.M. Smulders, J.M.V. Groenendael, B. Vosman. Genetic diversity and the survival of populations // *Plant Biology*. - 2000. - V. 2.
168. Botanic Gardens Conservation International (BGCI). A handbook for botanic gardens on the reintroduction of plants to the wild. Richmond, Surrey, UK: BGCI, in association with the IUCN Species Survival Commission, Reintroduction Specialist Group. - 1994. - V. 42.
169. Botstein D., R.L. White, M. Skolnick, and R.W. Davis. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. // *American Journal of Human Genetics*. - 1980. - V. 32.
170. Brown A.D.H., M.T. Clegg, A.L. Kahler, B.S. Weir. Plant population genetics, breeding and genetic resources. - Sunderland, MA: Sinauer Associates. - 1990.
171. Brown A.H.D. Isozymes, plant population genetic structure and genetic conservation. // *Theoretical and Applied Genetics*. - 1978. - V. 52.
172. Brown A.H.D., J.D. Briggs. Sampling strategies for genetic variation in ex situ collections of endangered plant species. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A. Falk and K.E. Holsinger. - New York: Oxford University Press. - 1991.
173. Brown A.H.D., C.M. Hardner. Sampling the gene pools of forest trees for ex situ conservation. In *Forest conservation genetics: Principles and practice*, ed. A. Young, T. J. B. Boyle, and D. Boshier, Wallingford, UK: CABI Publishing. - 2000.
174. Buntjer J.B. Cross Checker: computer assisted scoring of genetic AFLP data // *Plant & Animal Genome VIII Conference*. San.Diego, CA, January. - 2000.
175. Buntjer J.B., Otsen M., Nijman ., Kuiper M.T.R., Lenstra J.A. *Heredity*. - 2002. -V.88. - N. 1.
176. Burton P.J., C.M. Burton. Promoting genetic diversity in the production of large quantities of native plant seed. // *Ecological Restoration*. - 2002. - V. 20. - N. 2.
177. Byers D.L., D.M. Waller. Do plant populations purge their genetic load? Effects of population size and mating history on inbreeding depression. // *Annual Review of Ecology and Systematics*. - 1999. - V. 30.
178. Camacho F.J., Liston A. ISSR population analysis of the Oregon endemic, *Botrychium*
179. Campbell R. K. Mapped genetic variation of Douglas-fir to guide seed transfer in southwest Oregon. // *Silvae Genetica*. - 1986. - V. 35.
180. Cao-XiuQin; Song-WeiChun Preliminary report of the wild fruit germplasm

- resources in the Yuntaishan mountains, Jiangsu province. // *China-Fruits*. - 2004. - V. 1.
181. Carling R.C. Harrison J. Biodiversity information. - 1996.
 182. Carr G.D., R.H. Robichaux, M.S. Witter, D.W. Kyhos. Adaptive radiation of the Hawaiian Silversword alliance (Compositae-Madiinae). In *Genetics, speciation, and the founder principle*, ed. L.V. Giddings, K.Y. Kaneshiro, and W.W. Anderson. - Oxford, UK: Oxford University Press. - 1989.
 183. Center for Plant Conservation (CPC). Genetic sampling guidelines for conservation collections of endangered plants. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A. Falk and K.E. Holsinger. - New York: Oxford University Press. - 1991.
 184. Chai-XueQin; He-WeiZhong; Wang-GuoMing Wild fruit tree resources and application in Zhoushan. // *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology*. - 2005. - V. 25. - N. 5.
 185. Chape S., Harrison J., Spalding M., Lysenko I. Measuring the extend and effectiveness of protected areas as on indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transaction of the London Series Biological Sciences*. - 2005.
 186. Chesson P.L. Coexistence of competitors in spatially and temporally varying environments: A look at the combined effects of different sorts of variability. // *Theoretical Population Biology*. - 1985. - V. 28.
 187. Clark J.S. Why trees migrate so fast: Confronting theory with dispersal biology and the paleorecord. // *American Naturalist*. - 1998. - V. 152. - N. 2.
 188. Clausen J., D.D. Keck, W.M. Hiesey. Experimental studies on the nature of species. I. Effect of varied environments on western North American plants. Publication 520. - Washington, DC: Carnegie Institution of Washington. - 1940.
 189. Clegg M. T. Molecular diversity in plant populations. In *Plant population genetics, breeding, and genetic resources*, ed. A.H.D. Brown, M.T. Clegg, A.L. Kahler, and B.S. Weir, Sunderland, MA: Sinauer Associates. - 1990.
 190. Clewell A.F. Restoring for natural authenticity. // *Ecological Restoration*. - 2000. - V.18. - N. 4.
 191. Cohen D. Optimising reproduction in a randomly varying environment. // *Journal of Theoretical Biology*. - 1966. - V. 12.
 192. Comstock R.E., and R.H. Moll. Genotype-environment interactions. In *Statistical genetics and plant breeding*, ed. W.D. Hanson and H.F. Robinson. Resources Council Publication. - Washington, DC: National Academy of Sciences. - 1963. - N. 982.
 193. Crow J.F. Basic concepts in population, quantitative, and evolutionary genetics. New York: W.H. Freeman & Co. - 1986.
 194. Cui-DaFang; Liao-WenBo; Yang-HaiJun; Zhang-HongDa Studies on the floristic composition and genesis of the wild fruit forest in Tianshan Moun-

- tains in China. // Forest Research Beijing. - 2006. - V.19. - N. 5.
195. Cui-DaFang; Liao-WenBo; Zan-QiJie; Lan-ChongYu; Yang-HaiJun Plant resources in Neilingding National Nature Reserve of Guangdong. // Journal of South China Agricultural University. - 2000. - V. 21. - N. 3.
 196. Darwin C. The Variation of Animals and Plants Under Domestication, 2 vols. John Murrey. – London. - 1868.
 197. De Heer, M., Karos, V., Miles, L., Ten-Brikk, B., «Biodiversity Trends and Threats in Europe. Can we Apply indicator to Forrests? FFI Proceedings. - V. 51.
 198. Defries R., Hansen A., Newton A., Hamson M.C. «Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years». G. // Ecological Applications. - 2005.
 199. Dhar U.; Bhatt I.D., Rawai R.S. Improvement in seed germination of *Myrica esculenta* Buch.-Ham. ex D. Don: a high value tree species of Kumaun Himalaya, India. // Seed Science and Technology Switzerland. - 2000. - V. 28. - N. 3.
 200. Dickson T.T., S. Kresovich and N.F. Weeden, Isozymes in North American *Malus*: Hybridization and species differentiation. // Systematic Botany. Canada. - 1991. - V.16.
 201. Discovery California. California Academy of Sciences. - San Francisco. - 1984.
 202. Dzhangaliev A.D., T.N. Salova, P.M. Tuzechanova. The Wild Fruit and Nut Plants of Kazakhstan. // Horticultural Reviews. - 2003. - V. 29.
 203. Eckert C.G., D. Manicacci, S.C.H. Barrett. Genetic drift and founder effect in native versus introduced populations of an invading plant, *Lythrum salicaria* (*Lythraceae*). // Evolution. - 1996. - V. 50. - N. 4.
 204. Edmands S., C.C. Timmerman. Modeling factors affecting the severity of outbreeding depression. // Conservation Biology. - 2003. - V. 17.
 205. Egea J., L. Burgos. Detecting Cross-incompatibility of Three North American Apricot Cultivars and Establishing the First Incompatibility Group in Apricot J. - AMER. SOC. HORT. SCI. - 1996. - V.121. - N. 6.
 206. Egorova E.M; Khachetlov A. Kh. Conservation and utilization of the natural gene pool of wild fruit plants. - Lesnoe-Khozyaistvo. - 2001. - V. 3.
 207. Erickson V. J., N. L. Mandel, F. C. Sorensen. Landscape patterns of phenotypic variation and population structuring in a selfing grass, *Elymus glaucus* (blue wildrye). // Canadian Journal of Botany. - 2004. - V. 82.
 208. Etterson J.R. Evolutionary potential of *Chamaecrista fasciculata* in relation to climate change. I. Clinal patterns of selection along an environmental gradient in the Great Plains. // Evolution. – 2004a. - V. 58.
 209. Etterson J.R. Evolutionary potential of *Chamaecrista fasciculata* in relation to climate change. II. Genetic architecture of three populations reciprocally planted along an environmental gradient in the Great Plains. // Evolu-

- tion. - 2004b. - V.58.
210. Excoffier L., P.E. Smouse, J.M. Quattro. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: Applications to human mitochondrial DNA restriction data. // *Genetics*. - 1992. - V. 131.
 211. Falk D.A., *Restoring Diversity. Strategies for Reintroduction of Endangered Plants*. - Washington, Covelo: Island Press. - 1996.
 212. Falk D.A. Joining biological and economic models for conserving plant diversity. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A. Falk and K.E. Holsinger. - New York: Oxford University Press. - 1991.
 213. Falk D.A. and K.E. Holsinger, editors *Genetics and conservation of rare plants*. - New York: Oxford University Press. - 1991.
 214. Fellenberg U. Evaluation of wild fruit trees - condition to obtain suitable breeding material to preserve forest genetic resources. // *Forst und Holz*. - 2001. - V. 56. - N. 2.
 215. Fellenberg U., Kadolsky M., Rumpf H.; Soppa B. Wild fruit trees and shrubs as an integrated part of conservation and utilization of forest genetic resources in North West Germany. - *Acta-horticulturae*. - 2000 Oct, no 538; - V. 1. - N. 1.
 216. Fenster C.B. Gene flow in *Chamaecrista fasciculata* (Leguminosae) I. Gene dispersal. // *Evolution*. - 1991. - V. 45.
 217. Fenster C.B., L.F. Galloway. Inbreeding and outbreeding depression in natural populations of *Chamaecrista fasciculata* (Fabaceae). // *Conservation Biology*. - 2000. - V. 14.
 218. Fenster C.B., M.R. Dudash. Genetic considerations for plant population restoration and conservation. In *Restoration of Endangered Species*, ed. M. L. Bowles and C.J. Whelan. - Cambridge, UK: Cambridge University Press. - 1994.
 219. Fondoun J.M., Manga T.T., Kengue J. *Ricinodendron heudelotii* (Djansang): ethnobotany and importance for forest dwellers in southern Cameroon. // *Plant Genetic Resources Newsletter*. - 1999. - V. 118.
 220. Forsline P.L. 2002; *Wild Apple and Fruit of Central Asia. Horticultural Reviews Volume 29*. - 2003.
 221. Forsline P.L. 2003 Procedures for collection conservation evaluation and documentation of germoplasm using *Malus* as an example. *Acta Hort* 592:223-234.
 222. Forsline P.L. Procedures for collection. Conservation. Evaluation and documentation of germplasm using *Malus* as an example // *Acta Hort*. - 2000. - V. 522.
 223. Frankel O.H., Brown A.H.D., Burdon J.J. *The Conservation of Plant Biodiversity*. - Cambridge University Press. - 1995.
 224. Frankel O.H. Genetic conservation: Our evolutionary responsibility. // *Genetics*. 1974. - V. 78.

225. Frankham R. Quantitative genetics in conservation biology. // Genetical Research. -1999. - V. 74.
226. Freeman S., J.C. Herron. Evolutionary analysis. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. - 1998.
227. Galloway L.F., J.R. Etterson. Population differentiation and hybrid success in *Campanula Americana*: Geography and genome size. // Journal of Evolutionary Biology. - 2004. - V. 18.
228. Ge X.J., Sun M. Reproductive biology and genetic diversity of a cryptoviviparous mangrove *Aegiceras corniculatum* (Myrsinaceae) using allozyme and intersimple sequence repeat (ISSR) analysis. // Molecular Ecology. - 1999. - V. 8. - N. 12.
229. Glenne G., V.J. Tepedino. A Clark County dilemma: Native bees as agents of rare plant pollination and hybridization. Third Southwestern Rare and Endangered Plant Conference, The Arboretum at Flagstaff, AZ, USDA Agricultural Research Service, Bee Biology & Systematics Laboratory, Utah State University, Logan. – 2000.
230. Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilisation of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. – FAO. – 1996.
231. Gorbunov Yu.N. The role of Russian botanic gardens in the study and development of economic plants // News of Botanic gardens conservation. - 2001. - V. 3. - N. 7.
232. Gorbunov Yu.N., Dzybov D.S., Kuzmin Z.E., Smirnov I.A. Methodological recommendations for botanic gardens on the reintroduction of rare and threatened plants. - Tula: Grif & Co. – 2008.
233. Govindaraju D.R. Gene flow, spatial patterns and seed collection zones // Forest Ecology and Management. – 1990. – V. 35.
234. Gowela J.P. Collection and processing of some wild fruits in Malawi // Tree Seed News. – 2000. – V. 2.
235. Gregoriou C. Cultivation of fig (*Ficus carica*), loquat (*Eriobotrya japonica*), Japanese persimmon (*Diospyros kaki*), pomegranate (*Punica granatum*) and barbary fig (*Opuntia ficus-indica*) in Cyprus // Cahiers Options Mediterraneennes CIHEAM France. - 1995. - V. 13.
236. Grope L. The Rugian Island – a traditional, versatile area of fruit cultivation worth preserving // Erwerbssobstbau. - 1999. - V. 41. - N. 3/4.
237. Guerrant Jr., E.O. Genetic and demographic considerations in the sampling and reintroduction of rare plants. In Conservation biology: The theory and practice of nature conservation, preservation and management, ed. P.L. Fiedler and S.K. Jain, New-York: Chapman & Hall. - 1992.
238. Guerrant Jr., E.O., K. Havens, M. Maunder, editors. Ex situ plant conservation: Supporting species survival in the wild. Science and Practice of Ecological Restoration. - Washington, DC: Island Press. - 2004.
239. Guerrant Jr., E.O. Designing populations: Demographic, genetic, and horti-

- cultural dimensions. In *Restoring diversity: Strategies for reintroduction of endangered plants*, ed. D.A. Falk, C.I. Millar, and M. Olwell. Washington, DC: Island Press. - 1996.
240. Gustafson D.J., D.J. Gibson, D.L. Nikrent. Genetic diversity and competitive abilities of *Dalea purpurea* (Fabaceae) from remnant and restored grasslands. *International Journal of Plant Science*. - 2002. - V. 163.
 241. Gustafson D.J., D.J. Gibson, D.L. Nikrent. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (big bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties // *Functional Ecology*. - 2004a. - V. 18. - N. 3.
 242. Gustafson D.J., D.J. Gibson, D.L. Nikrent. Conservation genetics of two co-dominant grass species in an endangered grassland ecosystem // *Journal of Applied Ecology*. - 2004b. - V. 41.
 243. Hamadeh S., Haidar M., Zurayk R. Research for development in the dry Arab region: the cactus flower, Research for development in the dry Arab region: the cactus flower. - 2006.
 244. Hammer K. Resolving the challenge posed by agrobiodiversity and plant genetic resources an attempt // *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, Beiheft 76. – 2004.
 245. Hammer O., Harper D.A. T., Ryan P.D. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia Electronica*. - 2001. - V.4. - N1.
 246. Hamrick J.L., M.J. Godt. Allozyme diversity in plant species. In *Plant population genetics, breeding, and genetic resources*, ed. A.H.D. Brown, M.T. Clegg, A.L. Kahler, and B.S. Weir., Sunderland, MA: Sinauer Associates. - 1990.
 247. Hamrick J.L., M.J.W. Godt. Effects of life history traits on genetic diversity in plant species // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. - 1996. -Series B 351.
 248. Hamrick J.L., M.J. W. Godt, D.A. Murawski, M.D. Loveless. Correlations between species traits and allozyme diversity: Implications for conservation biology. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A. Falk and K.E. Holsinger. - New York: Oxford University Press. - 1991.
 249. Hamrick J.L., Y.B. Linhart, and J.B. Mitton. Relationships between life history characteristics and electrophoretically detectable variation in plants // *Annual Review of Ecology and Systematics*. - 1979. - V. 10.
 250. Harris SA., Rabinson J.P., Juniper D.E. Genetic clues to the origin of the apple. // *Trends in genetic*. - 2002. - V. 18. - N. 8.
 251. Hartl D.L., A.G. Clark. *Principles of population genetics*. - Sunderland, MA: Sinauer Associates. - 1997.
 252. Havens K. The genetics of plant restoration: An overview and a surprise. *Restoration & Management Notes (Ecological Restoration)*. - 1998. - V. 16.

- N. 1.
253. Hawks J.G. The Diversity of Crop Plants. Harvard University Press. - Cambridge, MA. - 1993.
 254. Hedrick P. Genetics of populations. Portola Valley: Jones & Bartlett Publishers. - 1985.
 255. Hedrick P.W. Gene flow and genetic restoration: The Florida panther as a case study // Conservation Biology. - 1995. - V. 9.
 256. Hedrick P.W. Perspective: Highly variable loci and their interpretation in evolution and conservation. Evolution. - 1999. - V. 53.
 257. Hedrick P.W. Conservation genetics: Where are we now? // Trends in Ecology & Evolution. - 2001. -V. 16.
 258. Hedrick P.W., P.S. Miller. Conservation genetics: Techniques and fundamentals // Ecological Applications. - 1992. - V. 2.
 259. Higgins S.I., J.S. Clark, R. Nathan, T. Hovestadt, F. Schurr, J. Fragoso, M. Aguiar, E. Ribbens, S. Lavorel. Forecasting plant migration rates: Managing uncertainty for risk assessment // Journal of Ecology. - 2003. - V. 91. - N. 3.
 260. Hokanson S.C., P.L. Forsline, J.R. McFerson, W.F. Lambow, H.S. Aldwinsckle, J.J. Lubu and A.D. Dzhangaliev Ex situ and in situ conservation strategies for wild Malus germplasm in Kazakhstan // Acta Hort. - 1999. - V. 484.
 261. Holsinger K.E., P.O. Lewis, D.K. Dey. Bayesian approach to inferring population structure from dominant markers // Molecular Ecology. - 2002. - V. 11.
 262. Holten J.I. Predicted floristic change and shift of vegetation zones in a coast-inland transect of Central Norway // Effect of climate change on terrestrial ecosystems. NINANotat 4. - 1990.
 263. Hou-Bo; Xu-Zheng Relationship of the occurrences and evolutions of wild-fruit forests with climatic factors in the Tianshan Mountain // Acta Botanica Boreali Occidentalia Sinica. - 2005. - V. 25. - N. 11.
 264. Howald A.M. Translocation as a mitigation strategy: Lessons from California. In Restoring diversity: Strategies for reintroduction of endangered plants, ed. D. Falk, C. I. Millar, and M. Olwell. - Washington, DC: Island Press. - 1996.
 265. Howe G.T., S.N. Aitken, D.B. Neale, K.D. Jermstad, N.C. Wheeler and T.H.H. Chen. From genotype to phenotype: Unraveling the complexities of cold adaptation in forest trees // Canadian Journal of Botany. - 2003. - V. 81.
 266. Hufford K.M., and S.J. Mazer. Plant ecotypes: Genetic differentiation in the age of ecological restoration // Trends in Ecology & Evolution. - 2003. - V. 18.
 267. Husband B.C., and D.W. Schemske. Evolution of the magnitude and timing of inbreeding depression in plants // Evolution. - 1996. - V. 50. - N. 1.
 268. Ingvarsson P.K. Restoration of genetic variation lost – The genetic rescue hypothesis // Trends in Ecology & Evolution. - 2001. - V. 16.
 269. Iriondo J.M., Maxted N. and Dulloo E. Conserving Plant Generic Diversity in Protected Areas: Population Management of Crop Wild Relatives. - CAB

- International, Wallingford. ISBN: 97-818-45938-24. – 2008.
270. IUCN / SSC. 1998. IUCN guidelines for re-introductions. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: International Union for Conservation of Nature (IUCN) /Species Survival Commission (SSR) Reintroduction Specialist Group.
271. IUSN Red List Categories. - 2001.
272. James Luby, Philip Forsline, Herb Aldwinckle, Vincent Bus, Martin Geibel «Silk Road Apples – Collection, Evaluation, and Utilization of *Malus sieversii* from Central Asia», Hort Science. – 2001.
273. Jenkins, M., Green, R., Madden, J. The challenge of Measuring Global Change in Wild Nature // *Conservation Biology*. - 2003. - V. 17.
274. Jiang-XiaoWen; Tan-XinJian; Tao-AiQun Preliminary report on fruit germplasm in the Hengyang mountain region. - *China-Fruits*. - 2002. - V. 2.
275. Johnson G.R., F.C. Sorensen, J.B. St. Clair, and R.C. Cronn. Pacific Northwest forest tree seed zones: A template for native plants? // *Native Plants Journal*. - 2004. - V. 5.
276. Juniper B.E., Mallerlex D.J., « The Story of the Apple» Portland. – 2006.
277. Kaaria S.K. The economic potential of wild fruit trees in Malawi. The-economic-potential of wild fruit trees in Malawi. - 1998.
278. Keller L.F., and D.W. Waller. Inbreeding effects in wild populations // *Trends in Ecology & Evolution*. - 2002. - V. 17.
279. Keller M.,J. Kollmann, and P.J. Edwards. Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations // *Journal of Applied Ecology*. - 2000. - V. 37.
280. Knapp E.E., and A.R. Dyer. When do genetic considerations require special approaches to ecological restoration? In *Conservation biology for the coming decade*, ed. P.L. Fiedler and P. Kareiva. - New York: Chapman & Hall. - 1997.
281. Knapp, E.E., and K.J. Rice. Starting from seed: Genetic issues in using native grasses for restoration // *Restoration and Management Notes*. - 1994. - V. 12.
282. Knapp, E.E., and K.J. Rice. 1996. Genetic structure and gene flow in *Elymus glaucus* (blue wildrye): Implications for native grassland restoration // *Restoration Ecology* 4:1–10.
283. Knapp E.E., and K.J. Rice. Comparison of isozymes and quantitative traits for evaluating patterns of genetic variation in purple needlegrass (*Nassella pulchra*) // *Conservation Biology*. - 1998. - V. 12. - N. 5.
284. Knapp E.E. and P.G. Connors. Genetic consequences of a single-founder population bottleneck in *Trifolium amoenum* (Fabaceae) // *American Journal of Botany*. - 1999. - V. 86. - N. 1.
285. Knapp E.E., M.A. Goedde, and K.J. Rice. Pollen-limited reproduction in blue oak: Implications for wind pollination in fragmented populations. – *Oecologia*. - 2001. - V. 128.

286. Kojic M., Mratinic E. Genetic resources of wild fruit species in Yugoslavia.- Savremena-poljoprivreda (Yugoslavia). - 1997.
287. Kojic M., Mratinic E. A survey of forest fruit flora in Serbia. Floristic diversity of the wild fruit species of the forest ecosystems in Serbia. - Jugoslovensko-Vocarstvo. - 1996. - V. 30. - N. 1/2.
288. Lambay F., Jing Yn, Phil L. Forslineë and Norman F. Weeden. Partitioning of *Malus Sieversii* L. and Implication for Germoplasm Collection. J. Amer.Soc. Hort. Sci. - 1996. - V. 121. - N.
289. Lande R. and G. Barrowclough. Effective population size, genetic variation, and their use in population management. In *Viable populations for conservation*, ed. M.E. Soulé. - Cambridge, UK: Cambridge University Press. - 1987.
290. Lawrence M.J., D.F. Marshall and P. Davies. Genetics of genetic conservation. II. Sample size when collecting seed of cross-pollinating species and the information that can be obtained from the evaluation of material held in gene banks // *Euphytica*. - 1995. - V. 84.
291. Ledig F.T., V. Jacob-Cervantes, P.D. Hodgskiss, and T. Eguiluz-Piedra. Recent evolution and divergence among populations of a rare Mexican endemic, Chihuahua spruce, following Holocene climatic warming // *Evolution*. - 1997. - V. 51. - N. 6.
292. Lesica P. and F.W. Allendorf. Ecological genetics and the restoration of plant communities: Mix or match? // *Restoration Ecology*. - 1999. - V. 7.
293. Levin D.A. Dispersal versus gene flow in plants. // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. - 1981. - V. 68.
294. Levin G.M. Wild fruit genetic resources of Turkmenistan particular to south-western Kopetdagh // *Plant Genetic Resources Newsletter*. - 1997. - V. 112.
295. Levin G.M. Wild fruit species in the south-west Kopetdag - a useful gene pool. *Sadovodstvo i Vinogradarstvo*. - 1998. - V. 2.
296. Levins R. Complex systems // *Towards a Theoretical Biology: An IUBS Symposium*. - Edinburgh: Drafts. - 1970. - V. 3.
297. Lewontin R.C. The genetic basis of evolutionary change. - New York: Columbia University Press. - 1974.
298. Lewontin R.C. Detecting population differences in quantitative characters as opposed to gene frequencies // *American Naturalist*. - 1984. - V. 123. - N. 1.
299. Li Yunong. An investigation and studies on the origin and evolution of *Malus domestica* Bork in the word // *Acta Horticultural Sinica*. - 1999. - V. 26.
300. Liu-FuQuan; Di-AiMin; Liu-Nan The strategy on developing fruit production in China // *World Forestry Research*. - 1999. - V. 12. - N. 6.
301. Liu-Mengjun Wild fruit germplasm of China // *Journal of Agricultural University of Hebei (China)*. Hebei Nongye Daxue Xuebao (China). - Jan 1998. - V. 21. - N. 1.
302. Liu-ShiBiao; Chen-GongXi; Zhu-JieYing; Peng-YouLin Exploration of wild

- fruit germplasm resource in Wulingshan mountain area and its utilization // Journal of Fruit Science. - 2002. - V. 19. - N. 6.
303. Li-ZhenKui; Huang-HuiNing; Feng-ZhiJian; Wild fruit plant resource in Nanling National Nature Reserve, Guangdong Province // Journal of South China Agricultural University. - 2001. - V. 22. - N. 1.
304. Lockwood D.R., G.M. Volk, C.M. Richards. A review of wild plant sampling strategies: The roles of ecology and evolution. // Plant Breeding Reviews (forthcoming). - 2005.
305. Lowe A., S. Harris, P. Ashton. Ecological genetics: Design, analysis and application. - Oxford, UK: Blackwell Publishing. - 2004.
306. Luikart, G., P.R. England, D. Tallmon, S. Jordan, P. Taberlet. The power and promise of population genomics: From genotyping to genome typing // Nature Reviews Genetics. - 2003. - V. 4.
307. Lynch M., B.D. Walsh. Genetics and analysis of quantitative traits. - Sunderland, MA: Sinauer Associates. - 1998.
308. M. Pollan the Botany of Desire New –York. - 2001.
309. Maikhuri R.K., Rao K.S., Saxena K.G. Bioprospecting of wild edibles for rural development in the Central Himalayan Mountains of India // Mountain Research and Development. - 2004. - V. 24. - N. 2.
310. Maikhuri R.K., Semwal R.L., Singh A., Nautiyal M. Wild fruits as a contribution to sustainable rural development: a case study from the Garhwal Himalaya // International Journal of Sustainable Development and World Ecology UK. - 1994. - V. 1. - N. 1.
311. Maliro M.F.A., Kwapata M.B. Impact of deforestation on diversity of wild and semi-wild edible fruit tree species in Southern Malawi // Discovery and Innovation. - 2002.
312. Manel S., M.K. Schwartz, G. Luikart, P. Taberlet. Landscape genetics: Combining landscape ecology and population genetics // Trends in Ecology & Evolution. - 2003. - V. 18.
313. Marshall D.R., A.H.D. Brown. Optimum sampling strategies in genetic conservation. In Crop genetic resources for today and tomorrow, ed. O.H. Frankel and J.G. Hawkes, Cambridge, UK: Cambridge University Press. - 1975.
314. Mather K., J.L. Jinks. Biometrical genetics. - New York: Chapman & Hall. - 1982.
315. Maunder M., Cuiham A., Bordeu A., Allainguillaume J., Wilkinson M. Genetic diversity and pedigree for *Sophora toromiro* (Leguminosae): A tree extinct in the wild // Molecular Ecology. - 1999. - V. 8. - N. 5.
316. Maxted N., Kell S. Establishment of a global network for the in situ conservation of crop wild relatives: status and needs. - FAO, Rome, Italy. - 2009.
317. Maxted N., Ford-Lloyd D.V., Kell S.P., Iriondo, J., Dulloo, E., Turok, J. Crop wild relative conservation and use // CAB International Wallingford ISBN: 97-818-4593099-8. - 2008.

318. Maxted N., Ford-Lloyd B. and Hawks D. Plant Genetic conservation // The in situ approach. Chapman & Hall. - London. - 1997.
319. Maxted N. Conserving the genetic resources of crop wild relatives in European protected areas // Biological Conservation. - 2003. - V. 113. - N. 3.
320. Maxted N., Given D.R. Conservation of crop genetic resources in: The cultural history of plants (Prance, Gand Nesbitt, M.). – Routledge. - New-York. - 2004.
321. Maxted N., Kell S.P. Plant Diversity, Conservation and Use in: Encyclopedia of Applied Plant Sciences. Elsevier Science Ltd. – Oxford. - 2003.
322. Maxted N., Ford-Lloyd B.V., Kell, S.P., Pooni H.S., Lawrence, M.J. Conservation of plant genetic resources. - Cambridge University Press. – Cambridge. - 2009.
323. McKay J.K., R.G. Latta. Adaptive population divergence: Markers, QTL and traits // Trends in Ecology & Evolution. - 2002. - V. 17.
324. Meffe G.K., C.R. Carroll. Principles of conservation biology. - Sunderland, MA: Sinauer Associates. - 1994.
325. Menges E.S. The application of minimum viable population theory to plants. In Genetics and conservation of rare plants, ed. D.A. Falk and K.E. Holsinger. - New York: Oxford University Press. - 1991.
326. Menz M.F., Klein R.R., Mullet., Obert J.A., Unruh N.C., Klein P.E. Plant Mol Biol. - 2002. - V. 48. - N. 5-6.
327. Merlia J., P. Crnokrak. Comparison of genetic differentiation at marker loci and quantitative traits // Journal of Evolutionary Biology. - 2001. - V.14.
328. Mitchell-Olds T. The molecular basis of quantitative variation in natural populations // Trends in Ecology & Evolution. - 1995. - V.10.
329. Mizrahi Y., Nerd A. New crops as a possible solution for the troubled Israeli export market // Progress in new crops: Proceedings of the Third National Symposium, Indianapolis. – Indiana. USA. 2-25 October. - 1996, 1996.
330. Montalvo A.M., N.C. Ellstrand. Transplantation of the subshrub *Lotus scoparius*: Test of the home site advantage hypothesis // Conservation Biology. - 2000. -V. 14.
331. Montalvo A.M., N.C. Ellstrand. Nonlocal transplantation and outbreeding depression in the subshrub *Lotus scoparius* (Fabaceae) // American Journal of Botany. - 2001. - V. 88.
332. Montalvo A.M., S.L. Williams, K.J. Rice, S.L. Buchmann, C. Cory, S.N. Handel, G.P. Nabhan, R. Primack, R.H. Robichaux // Restoration biology: A population biology perspective. Restoration Ecology. - 1997. - V. 5. - N. 4.
333. Morean F.K. Fat-pork or icaco (*Chrysobalanus icaco*, Rosaceae). An edible wild fruit for arid landscapes // Fruits. - 1991. - V. 46. - N. 6.
334. Morgan J., Richards A., Dowle E. The new book of apples. London. - 2002.
335. Morgan P., G.H. Aplet, J.B. Haufler, H.C. Humphries, M.M. Moore, W.D. Wilson. Historical range of variability: A useful tool for evaluating ecosystem

- change // Journal of Sustainable Forestry. - 1994. - V. 2. - N. 1–2.
336. Mratinic E., Kojic M. Wild fruit species of Serbia. - 1998.
 337. Mueller K.D., Triquart E. Wild fruit cultivation and harvesting in ecological farming 1. ed. Hoffmann, H.; Proceedings of the fifth scientific conference on ecological farming «From the periphery to the focus of attention». 1999.
 338. National Parks of the US. National Geographic. Washington D.C. - 2003.
 339. Neel M., M.P. Cummings. Effectiveness of conservation targets in capturing genetic diversity // Conservation Biology. - 2003. - V. 17. - N. 1.
 340. Nei M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. Proceedings of the National Academy of Science. – USA. - 1973. - V. 70.
 341. Nei M. Molecular population genetics and evolution. - Amsterdam: North-Holland. - 1975.
 342. Neigel J.E. A comparison of alternative strategies for estimating gene flow from genetic markers // Annual Review of Ecology and Systematics. - 1997. - V. 28.
 343. Newman D., D. Pilson. Increased probability of extinction due to decreased genetic effective population size: Experimental populations of *Clarkia pulchella* // Evolution. - 1997. - V. 51.
 344. Norway fills Doomsday Vault with World's seeds. // News for you. - April, 2008.
 345. Noss R.F. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach // Conservation Biology. - 1990. - V. 4.
 346. Nunney L., D.R. Elam. Estimating the effective population size of conserved populations // Conservation Biology. - 1994. - V.8.
 347. O'Brien E.M., Peters C. Wild fruit trees and shrubs of Southern Africa: geographic distribution of species richness // Economic-Botany. - 1998. - V. 52. - N. 3.
 348. Oregon Native Plant Society (ONPS). Guidelines on use of native plants for gardening – Portland. - 2001.
 349. Ou-MaoHua Several major wild fruit resources of Lardizabalaceae and their utilization appraisal // Southwest China Journal of Agricultural Sciences. - 2004. - V. 17. - N. 3.
 350. Paganova V. The evaluation of height growth of wild pear (*Pyrus pyraster*) progenies from different regions of Slovak republic // Journal of Forest Science-UZPI (Czech Republic). - 2001. - V. 47. - N. 10.
 351. Paland S., B. Schmid. Population size and the nature of genetic load in *Gentiana germanica* // Evolution. - 2003. - V. 57.
 352. Parmar C., Sharma A.K. Chulli. A wild apricot from Himalayan cold desert region // Fruit Varieties Journal. - 1992. - V. 46. - N. 1.
 353. Peltier R., Njoukam R. *Canarium schweinfurthii*: a first attempt at its domestication in the west of Cameroon. - Fruits-France. - 2002. - V. 57. - N. 4.
 354. Petit R.J., A.E. Mousadik, O. Pons. Identifying population for conservation

- on the basis of genetic markers // *Conservation Biology*. - 1998. - V. 12.
355. Primack R.B. Lessons from ecological theory: Dispersal, establishment, and population structure. In *Restoring diversity: Strategies for reintroduction of endangered plants*, ed. D.A. Falk, C.I. Millar, and M. Olwell. - Washington DC: Island Press. - 1996.
356. Primack R.B., H. Kang. Measuring fitness and natural selection in wild populations // *Annual Review of Ecology and Systematics*. - 1989. - V. 20.
357. Procaccini G., L. Piazzì. Genetic polymorphism and transplanting success in the Mediterranean Seagrass, *Posidonia oceanica* (L.) Delile // *Restoration Ecology*. - 2001. - V. 9. - N. 3.
358. Qin-JiHong Preliminary studies on the wild fruit tree resources of Guizhou // *Journal of South China Agricultural University*. - 2000. - V. 21. - N. 4.
359. Reed D.H., R. Frankham. Correlation between fitness and genetic diversity // *Conservation Biology*. - 2003. - V.17.
360. Ren-XinJun; Wen-Bin; Chen-GuiQing AD Tropical wild fruit germplasm in Xishuangbanna // *Acta-Horticulturae-Sinica*. - 2001. - V. 28. - N. 1.
361. Rice K.J., N.C. Emery. Managing microevolution: Restoration in the face of global change // *Frontiers in Ecology*. - 2003. - V.1. - N. 9.
362. Richard A. Bartlett. *Nature's Yellowstone* The University of Mexico Press. - 1974.
363. Richards C.M. Inbreeding depression and genetic rescue in a plant metapopulation // *American Naturalist*. - 2000. - V. - 155.
364. Rieseberg L.H. Hybridization in rare plants: Insights from case studies in *Cercocarpus* and *Helianthus*. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A. Falk and K.E. Holsinger. - New York: Oxford University Press. - 1991.
365. Riley J.M. Wild fruits of Australia. WANATCA-Yearbook. - 2001. - V. 25.
366. Robichaux R.H., E.A. Friar, D.W. Mount. Molecular genetic consequences of a population bottleneck associated with reintroduction of the Mauna Kea Silversword (*Argyroxiphium sandwicense* ssp. *sandwicense* [Asteraceae]) // *Conservation Biology*. - 1997. - V. 11. - N. 5.
367. Rogers D.L., A.M. Montalvo. Genetically appropriate choices for plant materials to maintain biological diversity. Report to the USDA, Forest Service, Rocky Mountain Region. - Lakewood, CO: University of California. - 2004.
368. Roy M.S., E. Geffen, D. Smith, E.A. Ostrander, R.K. Wayne. Patterns of differentiation and hybridization in North American wolflike canids, revealed by analysis of microsatellite loci // *Molecular Biology and Evolution*. - 1994. - V. 11. - N. 4.
369. Ryder O.A. Conservation genomics: Applying whole genome studies to species conservation efforts // *Cytogenetics and Genome Research*. - 2005. - V.108.
370. Ryman N., L. Lairke. Effects of supportive breeding on the genetically effective population size // *Conservation Biology*. - 1991. - V. 5. - N. 4.

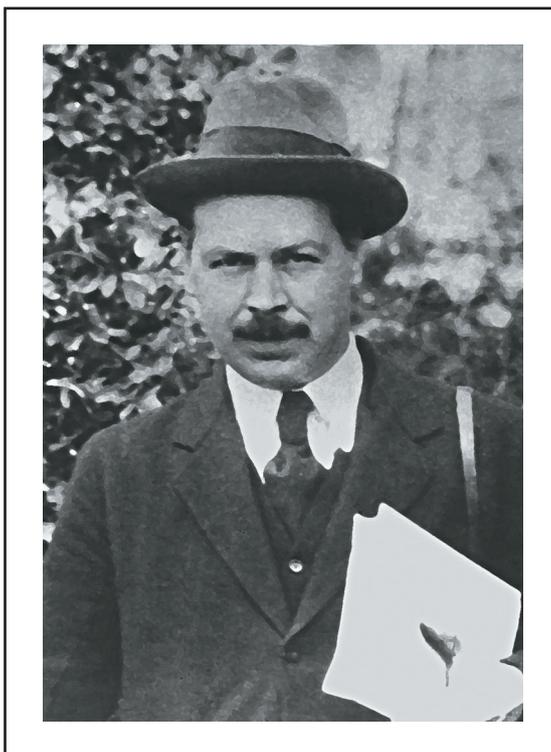
371. Saamin S., Rahman R.A. Domestication of jungle tree species for multipurpose uses. - *Planter-Malaysia*. - 1998. - V. 74. - N. 871.
372. Santos C.A.F. Distribution of phenotypic variability of umbu Pesquisa-Agropecuaria-Brasileira-Brazil. - 1997. - V. 32. - N. 9.
373. Saskatchewan Product development to produce wine from Saskatchewan grown wild fruit // *Agriculture Development Fund*. - 1996.
374. Saw L.G., LaFrankie J.V., Kochummen K.M., Yap S.K. Fruit trees in a Malaysian rain forest // *Economic Botany USA*. - 1991. - V. 45. - N. 1.
375. Schaal B.A., W.J. Leverich. Conservation genetics: Theory and practice // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. - 2005. - V. 92. - N. 1.
376. Schaal B.A., W.J. Leverich, S.H. Rogstad. Comparison of methods for assessing genetic variation in plant conservation biology. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A. Falk and K.E. Holsinger. - New York: Oxford University Press. - 1991.
377. Scheiner S.M. Genetics and evolution of phenotypic plasticity // *Annual Review of Ecology and Systematics*. - 1993. - V. 34.
378. Schemske D.W., Husband B.C. et al. Evaluating Approaches to the Conservation of Rare and Endangered Plants // *Ecology*. - 1994.
379. Schoen D.J., A.H.D. Brown. Conservation of allelic richness in wild crop relatives is aided by assessment of genetic markers // *Proceedings of the National Academy of Science*. – USA. - 1993. - V. 90.
380. Schultes R.E. *Pouteria ucuqui* (Sapotaceae), a little-known Amazonian fruit tree worthy of domestication // *Economic Botany USA*. - 1989. - V. 43. - N. 1.
381. Schwartz M.W. Potential effects of global climate change on the biodiversity of plants // *Forestry Chronicle*. - 1992. - V. 68.
382. Schwartz M.W. Modeling effects of habitat fragmentation on the ability of trees to respond to climatic warming // *Biodiversity and Conservation*. - 1993. - V. 2.
383. Sharma J.K. Behmi. A wild fruit from Himalayan cold desert region // *Journal of American Pomological Society*. - 2000. - V. 54. - N. 1.
384. Sissoko K., Soumare S., Soumare A. Tree species, a resource to be preserved // *Lettre du Reseau Recherche Developpement France*. - 1993. - N. 19.
385. Slate J. Quantitative trait mapping in natural populations: Progress caveats and future direction // *Molecular Ecology*. - 2005. - V. 14.
386. Slatkin M. Gene flow and population structure of natural populations // *Science*. - 1987. - V. 236.
387. Smekalova T.N. Crop Wild relatives in situ Conservation for Russia. *PGR Forum*. -2007.
388. Smekalova T.N. Specific features of in situ conservation strategy in Russia // XXVth International Horticultural Congress and Exhibition (IHC 2002). –

- Toronto. - 2002.
389. Smulders M.J.M., J. van der Schoot, R. H. E. M. Geerts, A. G. Antonisse-de Jong, H. Korevaar, A. van der Werf, B. Vosman. Genetic diversity and the reintroduction of meadow species // *Plant Biology*. - 2000. - V. 2.
 390. Soepadmo E. Genetic resources of Malaysian fruit trees // *Malaysian Applied Biology Malaysia*. - 1979. - V. 8. - N. 1.
 391. Stan C. HokansonI, James R. McFerson, Philip L. Forsline, Warren F. Lamboy, James J. Luby, A. Djangaliev, Herb S. Aldwinckle «Collecting and Managing Wild *Malus* Germplasm in its Center of. Diversity» // *Hort Science*. - 1997. - V. 32. - N. 2.
 392. Stebbins Jr., G. L., Variation and evolution in plants. New York: Columbia University Press, 1950.
 393. Stebbins G.L. The genetic approach to problems of rare and endemic species. - Madroño. - 1942. - V. 6.
 394. Stockwell C.A., A.P. Hendry, M.T. Kinnison. Contemporary evolution meets conservation biology // *Trends in Ecology & Evolution*. - 2003. -V.18.
 395. Storfer A. Quantitative genetics: A promising approach for the assessment of genetic variation in endangered species // *Trends in Ecology & Evolution*. - 1996. - V. 11.
 396. Strand A.E., J. Leebens-Mack, B.G. Milligan. Nuclear DNA-based markers for plant evolutionary biology // *Molecular Ecology*. - 1997. - V. 6.
 397. Swetnam T.W., J.L. Betancourt. Mesoscale disturbance and ecological response to decadal climatic variability in the American Southwest // *Journal of Climate*. - 1998. - V. 11.
 398. Tallmon D.A., G. Luikart, R.S. Waples. The alluring simplicity and complex reality of genetic rescue // *Trends in Ecology & Evolution*. - 2004. - V. 19.
 399. Tang-KaiXue; Li-XueLin; Zhang-WenBing; Qian-JinLiang; Jiang-HuiQiong Special wild fruit tree germplasm and its distribution in Yunnan // *Acta Horticulturae Sinica*. - 2002. - V. 29. - N. 5.
 400. Tchiegang C., Dandjouma ., Dzudie T. Physicochemical characterization of five fruit species endemic to the Cameroonian savannah // *Fruits*. - 1999. - V. 54. - N. 6.
 401. Templeton A.R. Off-site breeding of animals and implications for plant conservation strategies. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A. Falk and K.E. Holsinger. - New York: Oxford University Press. - 1991.
 402. Templeton A.R. Coadaptation, local adaptation, and outbreeding depression. // In *Principles of conservation biology*, ed. G.K. Meffe and C.R. Carroll, Sunderland, MA: Sinauer Associates. - 1994.
 403. Theil T., W. Michalek, R.K. Varshney, A. Graner. Exploiting EST databases for the development and characterization of gene-derived SSR-markers in barley (*Hordeum vulgare* L.) // *Theoretical and Applied Genetics*. - 2003. - V. 106.

404. The Zhou-Jing Song Wild fruit resources in Qinghai province // China-Fruits. - 2003. - N. 4.
405. Thomas C.M., Vos P., Zabeau M., Jones D.A., Norcott K.A., Chadwick B.P., Jones I.D.G. // Plant Journal. - 1995. - V.8. - N.5.
406. Tomaru Tani N.N., Tsumura Y., Araki M., Kihachiro O. Genetic structure within a Japanese stone pine (*Pinus pumila* Regel) population on Mt.Aino-Dake in Central Honsu, Japan. // Journal of Plant Research. - 1998. - V.11. - N.
407. Tonsor S.J., C. Alonso-Blanco, M. Koorneef. Gene function beyond the single trait: Natural variation, gene effects and evolutionary ecology in *Arabidopsis thaliana* // Plant, Cell and Environment. - 2005. - V. 28.
408. Tuljapurkar S. An uncertain life: Demography in random environments // Theoretical Population Biology. - 1989. - V. 35.
409. Uesugi R., N. Tani, K. Goak, J. Nishihiro, Y. Tsumura, I. Wishitani. Isolation and characterization of highly polymorphic microsatellites in the aquatic plant, *Nymphoides peltata* (Menyanthaceae) // Molecular Ecology Notes. - 2005. - V. 5.
410. United Nations Conference on Environment and Development. // Biodiversity Convention. UNCED. - Geneva. - 1992.
411. Utilization of tropical foods: fruits and leaves // FAO Food and Nutrition Paper FAO. - 1990. - V. 47. - N. 7.
412. Van Tienderen, P.H., A.A. de Haan, C.G. van der Linden, B. Vosman. Biodiversity assessment using markers for ecologically important traits // Trends in Ecology & Evolution. - 2002. - V. 17.
413. Velez-O,-G-A Phenological studies of 19 wild fruit crops, used by indigenous communities in the region of Araracuara, Colombia. // Colombia Amazonica Colombia. - 1992. - V. 6. - N. 1.
414. Vidya Thakur; Chauhan J.S. Genetic resources of some wild fruits of Trans-Giri subtropical area // Acta-Horticulturae. - 2005. - N. 696.
415. Vivien,-J Wild fruit species in Cameroon (last part) // Fruits-France. - 1990; 45(4): 413-426.
416. Vivien J., Faure .J.J. Wild fruit trees in Cameroon // Fruits-France. -1988. -V. 43. - N.6.
417. Vos P., R. Hogers, M. Bleeker, et al. AFLP: A new technique for DNA fingerprinting. // Nucleic Acids Research. - 1995. - V. 23.
418. Wagner I. Conservation and yield of wild fruit trees -problems regarding direct use of relics of wild fruit trees // Forstarchiv. - 1999. - V. 70. - N. 1.
419. Wang-ZhongYan, Zhong-CaiHong, Bu-FanWen, Peng-DiFei, Peng-JunCai, Yuan-FeiRong *Akebia*. A valuable wild fruit under domestication // Agricultural Science and Technology Hunan. - 2005. - V. 6. - N. 2.
420. Warren F. Lamboy, Jing Yu, Phil L. Forsline, Norman F. Weeden «Partitioning of Allozyme Diversity in Wild Populations of *Malus sieversii* L. and Implications for Germplasm Collection», J. AMER. SOC. HORT. SCI. - 1996. - V. 121.

- N. 6.
421. Waser N.M. Population structure, optimal outbreeding, and assortative mating in angiosperms. In *The natural history of inbreeding and outbreeding: Theoretical and empirical perspectives*, ed. N.W. Thornhill, - Chicago: University of Chicago Press. - 1993.
 422. Weaver J. Conference Told: Genetic Resources More Important than Arms for National Security // *Diversity*. - 1987. - № 11.
 423. Weber J.L., P.E. May. Abundant class of human polymorphisms which can be typed using polymerase chain reaction // *American Journal of Human Genetics*.-1989. - V.44.
 424. White P.S., J.L. Walker. Approximating nature's variation: Selecting and using reference information in restoration ecology // *Restoration Ecology*. - 1997. -V.5. - N.4.
 425. Wild Apple and Fruit Trees on Central Asia // *Horticultural Reviews*. - 2003. - V. 29.
 426. Williams J.T. Identifying and protecting the origins of our food plants // *Biodiversity*. -Washington. - 1988.
 427. Williams S.L., C.A. Davis. Population genetic analyses of transplanted eelgrass (*Zostera marina*) beds reveal reduced genetic diversity in southern California // *Restoration Ecology*. - 1996. - V. 4. - N. 2.
 428. Wolf H., Arenhovel W., Behm A., Franke A., Kleinschmit J., Rogge M., Schneck D., Schneck V., Schulzke R., Tabel U. Conservation and breeding of wild fruit tree species in forestry // *Acta-Horticulturae*. - 2000. - N. 538. - V.1.
 429. Wong K.C. Collection and evaluation of under-utilized tropical and subtropical fruit tree genetic resources in Malaysia // *JIRCAS International SymposiumSeries (Japan)*. - 1995. - N.3.
 430. World Kiwifruit Review 1998. Belrose, Inc., Pulham, WA, - 1998.
 431. Wright S. The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating // *Evolution*. - 1965. - V. 19.
 432. Wright S. *The theory of gene frequencies*.-Chicago: University of Chicago Press.-1969.
 433. Wright S. *Variability within and among natural populations*. - Chicago: University of Chicago Press. - 1978.
 434. Xu-DeFa; Li-KeZhui; Zheng-GuoLiang; Ye-JieCheng; Zhu-YongQiangWild fruit tree resources of Wuyi County // *Journal of Zhejiang Forestry College*. - 1998. - V. 15. - N. 4.
 435. Yang-HaiJun; Cui-DaFang; Xu-Zheng; Lin-PeiJun Analysis on the components and resource situation of seed plants in the wild fruit forest in Tianshan Mountain in China // *Journal of Plant Resources and Environment*. - 2003. - V. 12. - N. 2.
 436. Yang-HaiJun; Cui-DaFang; Xu-Zheng; Lin-PeiJun Wild fruit tree germplasm resources and their distribution in Yuannan // *Southwest China Journal of*

- Agricultural Sciences. - 2003. - V. 16. - N. 1.
437. Young, A.G., G.M. Clarke, editors. Genetics, demography, and viability of fragmented populations. - Cambridge, UK: Cambridge University Press. - 2000.
 438. Young, T.P. Restoration ecology and conservation biology // Biological Conservation. - 2000. - V. 92.
 439. Zhang-ZhongHui; Wang-ShengMei; Huang-HongWen; Chen-XuZhong Wild fruit tree resources in Hubei Province. - Acta-Horticulturae-Sinica. - 2004. - V. 31. - N. 6.
 440. Zhou-Yao The germplasm resources of wild fruit in Changbai mountains and their utilization // China-Fruits. - 2002. - V. 4.
 441. Zhou-You Resources investigation of wild fruit trees in Changbai Mountains // Journal of Northeast Forestry University. - 2004. - V. 32. - N. 1.
 442. Zuo-DaQing; Zheng-WeiLie. The wild fruit resources in Shergyla mountains of Tibet Autonomous Region and its utilization // Journal of Fruit Science. - 1998. - V.15. - N.3.
 443. www.rbgkew.org.uk/data/sid/
 444. www.caresd.net/img/docswww.globaltrees.org/rl_centralasia/



Николай Иванович Вавилов (1887 – 1943),
*российский и советский учёный-генетик, ботаник, селекционер, географ,
академик АН СССР, АН УССР и ВАСХНИЛ. Создал учение о мировых центрах
происхождения культурных растений. Под руководством Н.И.Вавилова была
создана крупнейшая в мире коллекция семян культурных растений.*



Совместно произрастающие яблоня Сиверса и абрикос обыкновенный в Иле-Алатауском национальном парке, Заилийский Алатау. Фото А.Мищенко



Цветущая яблоня Сиверса – *Malus sieversii* (Ledeb.) M.Roem. Фото А.Мищенко



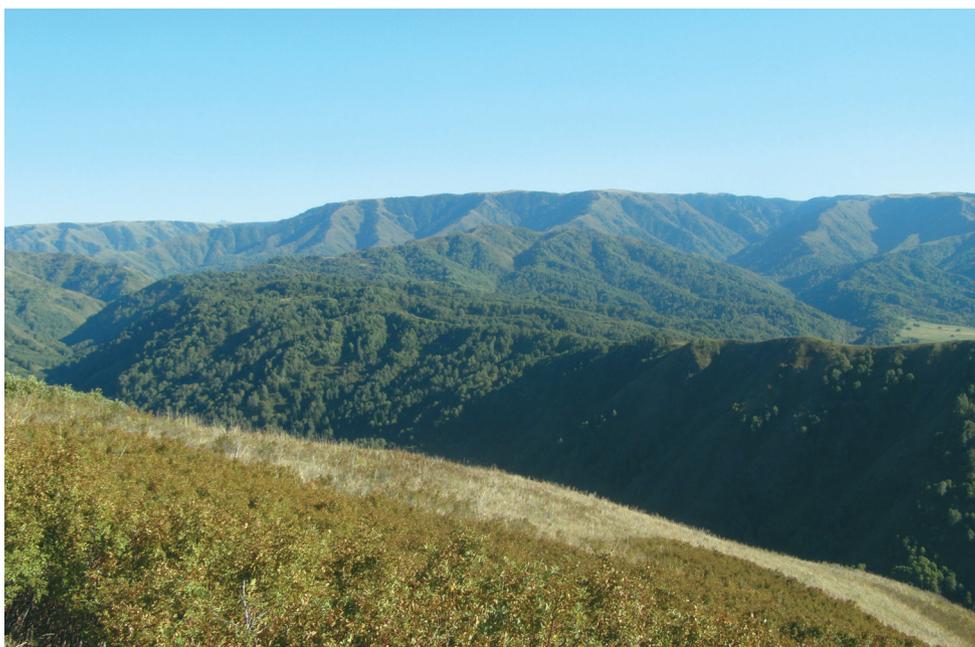
Плоды яблони Сиверса в Джунгарском Алатау. Фото Р. Вагапова



Цветущая яблоня Недзвецкого – *Malus niedzwetzkyana* Dieck. Фото И. Грачева



Плоды яблони Недзвецкого. Фото И.Грачева



Популяция яблони Сиверса в Жонгар-Алатауском национальном парке, Джунгарский Алатау. Фото А.Мищенко



Цветущий абрикос обыкновенный – *Armeniaca vulgaris* Lam. Фото Д.Уньшиков



Плоды абрикоса обыкновенного - *Armeniaca vulgaris* Lam. Фото Л.Вальдимит



Плоды яблони Сиверса, собранные на участке площадью 0,05 га в Джунгарском Алатау, характеризуют богатое внутривидовое разнообразие дикой яблони.



Барбарис шароплодный – *Berberis sphaerocarpa* Kar.&Kir. Фото Л.Вальдшмит



Смородина Мейера - *Ribes meyeri* Maxim. Фото Л.Вальдимит



Вишня тьянь-шанская - *Cerasus tianschanica* Pojark. Фото Л.Вальдимит



Боярышник Королькова - *Crataegus korolkowii* L. Фото Л.Вальдимит



Боярышник алмаатинский - *Crataegus almaatensis* Pojark. Заилийский Алатау. Фото А.Мищенко



Ежевика сизая - *Rubus caesius* L. Фото Л.Вальдимит



Малина обыкновенная - *Rubus idaeus* L. Фото Л.Вальдимит



Лещина обыкновенная – *Corylus avellana* L. Фото Е.Катышев



Облепиха крушиновидная - *Hippophae rhamnoides* L. Фото Л.Вальдшмит



Жёстер слабительный - *Rhamnus cathartica* L. Фото Р. Вагапова



Шиповник рыхлый - *Rosa laxa* Retz. Заилийский Алатая. Фото В. Лысенко



Шиповник Беггера - *Rosa beggeriana* Schrenk. Заилийский Алатая.
Фото В.Лысенко



Рябина тьяншанская - *Sorbus tianschanica* Rupr. Заилийский Алатая.
Фото В.Лысенко



Проект Правительства РК, Глобального Экологического Фонда и Программы Развития ООН в Казахстане **«Сохранение *in situ* горного агробиоразнообразия в Казахстане»**

Проект осуществляет свою деятельность на двух проектных участках, расположенных в Джунгарском и Заилийском Алатау, на территории Алакольского, Саркандского, Енбекшиказахского и Талгарского районов Алматинской области, при поддержке областного и районных акиматов.

Сроки реализации – 2006-2011 годы.

Исполнительное агентство – Комитет лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства РК. Участники проекта - Иле-Алатауский государственный национальный природный парк, Алматинский государственный природный заповедник, Жонгар-Алатауский государственный национальный природный парк, бизнес и некоммерческие организации, местные сообщества.

Цель проекта - сохранение в естественной природной среде и устойчивое использование биологического разнообразия, имеющего глобальное значение для сельского хозяйства. Основными объектами сохранения являются горные дикоплодовые леса, состоящие из диких видов яблонь, абрикоса, смородины, облепихи, малины и других прародителей либо сородичей сортов, используемых человечеством.

Ключевые компоненты проекта:

- Сохранение и управление дикоплодовыми лесами на основе экосистемного подхода
- Совершенствование управления ресурсами горных плодовых лесов
- Создание эффективных законодательных рамок для сохранения и рационального использования растительного разнообразия плодовых лесов
- Развитие альтернативных видов деятельности местным населением в целях снижения антропогенной нагрузки на горные лесоплодовые экосистемы
- Повышение информированности населения о национальной и глобальной значимости дикоплодовых лесов Джунгарского и Заилийского Алатау

Контакты:

www.undp.kz; www.fhc.kz

национальный менеджер проекта Куралай Карибаева

Kuralay.Karibayeva@undp.org