

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСТЕНИЕВОДСТВА имени Н.И. ВАВИЛОВА (ГНЦ РФ ВИР)

*Посвящены 120-летию со дня
рождения Н.И.Вавилова*

**ТРУДЫ
ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ
И СЕЛЕКЦИИ, том 164**



Редакционная коллегия

Д-р биол. наук, проф. *Н.И. Дзюбенко* (главный редактор), д-р биол. наук *О.П. Митрофанова* (зам. главного редактора), д-р с.-х. наук, проф. *Л.В. Сазонова*, д-р с.-х. наук, проф. *В.И. Буренин*, д-р биол. наук проф. *А.В. Конарев*, д-р биол. наук *С.Д. Киру*, д-р биол. наук *И.Г. Лоскутов*, д-р биол. наук *Е.Е. Радченко*, д-р биол. наук *И.Н. Анисимова*, д-р биол. наук *С.М. Алексанян*, канд. биол. наук *Т.Н. Смекалова*, канд. с.-х. наук *Н.П. Лоскутова* (секретарь редколлегии)

Ответственный за выпуск – д-р с/х наук *В.И. Буренин*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2007**

УДК 632.2:633.311:631.52:632.938

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 164 - СПб.:ВИР,
2007, 399 с.**

Представлены результаты изучения генетических ресурсов растений на современном этапе, включая вопросы мобилизации, сохранения и использования. Показана роль генетических ресурсов в решении актуальных проблем селекции и растениеводства. Обобщены данные по изучению генетических ресурсов на устойчивость к био- и абиотическим стрессам, использованию молекулярных маркеров в исследованиях генетического разнообразия, развитию современных методов длительного хранения генофонда растений.

Для ресурсоведов, генетиков, селекционеров, преподавателей ВУЗов биологического и сельскохозяйственного профиля.

**RUSSIAN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
STATE SCIENTIFIC CENTRE
N.I.VAVILOV ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE
OF PLANT INDUSTRY**

*In commemoration of the 12th birthday
of N.I. Vavilov*

BULLETIN OF APPLIED BOTANY, OF GENETICS AND PLANT BREEDING, vol. 164

Editor-in-charge V. I. Burenin, Dr. Biol. Sc.

Presented here are the results of contemporary research on plant genetic resources, including the problems of their accumulation, conservation and utilization. The role of genetic diversity in solving vital tasks of breeding practice and plant production is shown. Summarized are the data obtained in the process of studying genetic resources for their resistance to biotic and abiotic stresses, application of molecular markers in genetic diversity research, development of modern methods for long-term germplasm storage, etc.

For experts in plant genetic resources, plant breeders and instructors at biological and agricultural colleges.

© Государственный научный центр
Российской Федерации
Всероссийский НИИ растениеводства
имени Н.И. Вавилова (ГНЦ РФ ВИР), 2007



(1887 – 1943)

***«Лучше проявить чрезмерную
бережливость в настоящее время,
чем подвергнуть уничтожению то,
что тысячами и миллионами
лет создавалось природой»***

Н. И. ВАВИЛОВ

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ INSTEAD OF A FOREWORD

Генетические ресурсы культурных растений и их диких родичей являются одним из важнейших компонентов биоразнообразия, так как имеют фактическую или потенциальную ценность для производства продуктов питания, устойчивого развития экологически безопасного сельского хозяйства, создания сырья для различных отраслей промышленности. Именно поэтому проблемы их сбора, сохранения, изучения и рационального использования являются государственными, стратегически важными для каждой страны, в том числе и для России, и непосредственно связаны с обеспечением как национальной, так и глобальной продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности.

У истоков национальной и мировой стратегии сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей стоял выдающийся ученый XX века Н. И. Вавилов. Он впервые привлек внимание мирового научного сообщества к огромному разнообразию растительных ресурсов и селекционно важных генов, имеющихся у сортов народной и научной селекции, в популяциях диких и сорных видов. Теория Н. И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений, его Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, фундаментальные труды о географических закономерностях в распределении генов культурных растений, о роли исходного материала для селекции и другие работы получили международное признание и легли в основу учения о мобилизации, сохранении, изучении и использовании мирового растительного разнообразия.

Н. И. Вавилов был одним из первых ученых, кто осознал особую важность и потенциальную ценность для человечества сбора со всех континентов Земли и сохранения в виде живых коллекций семян культурных и родственных им диких видов растений. Впоследствии его взгляды утвердились как международное направление научной мысли, а деятельность по формированию коллекций стала рассматриваться в качестве модели.

Практической реализацией научных идей и взглядов Н. И. Вавилова в нашей стране стала планомерная крупномасштабная работа по сбору, сохранению, изучению и использованию в селекции и производстве мировых генетических ресурсов растений (ГРР), а также по формированию национальной коллекции. Научная и организационная деятельность,

развернутая Н. И. Вавиловым с ГРР, в настоящее время продолжается и творчески развивается на базе современных достижений науки и технологий, с учетом новых экономических и политических тенденций в деятельности с растительным разнообразием во Всероссийском научно-исследовательском институте растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР), который сейчас является не только национальным, но и мировым центром сохранения и изучения растительных ресурсов. Благодаря усилиям нескольких поколений ученых, в институте сформирована коллекция культурных растений и их диких родичей, которая является одной из крупнейших в мире и богатейшей по ботаническому, генетическому, географическому и экологическому разнообразию. Она включает 323 тыс. образцов, представляющих 64 ботанических семейства, 376 родов и 2169 видов. Недаром руководящий совет ФАО ООН по генетическим ресурсам растений включил институт и его коллекцию в перечень Центров Урожая Будущего, объединяющих 11 международных генбанков, сохраняющих агробиоразнообразие. Значимость коллекционного материала для отечественной селекции, производства продовольствия и развития сельского хозяйства трудно переоценить. Достаточно сказать, что на полях страны в настоящее время возделывается около 80% сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, выведенных с использованием коллекционных образцов, источников и доноров селекционно ценных генов, полученных в результате скрининга и исследований коллекции. Ежегодный экономический эффект от возделывания этих сортов и гибридов, составляет несколько миллиардов рублей. Благодаря коллекции введены в культуру виды облепихи, актинидии, жимолости, пшеница спельта, стевия и другие виды. Очевидна определяющая роль коллекции в сохранении и улучшении важнейших сельскохозяйственных культур. Так, из 323 тыс. образцов коллекции, сохраняемых в генбанке ВИР, более 20% составляют сорта и популяции, уже исчезнувшие с лица Земли. Зачастую, они несут ценные для селекции и производства гены, которые на определенном этапе оказываются востребованными. Особенно это касается устойчивости к различным патогенам. Так, участие в создании сортов картофеля генофонда дикорастущих видов, исчезнувших в естественных условиях и сохраненных в коллекции, позволило спасти эту культуру от фитофтороза и других болезней. Коллекционные образцы позволяют возобновлять селекцию и возделывание культур, давно снятых с производства. Так, например, вернуться к селекции и выращиванию многих технических культур (рыжик, молочай масличный, кок-сагыз, клещевина, крамбе, индау), интерес к которым вновь появился в связи с проблемами новых видов сырья, альтернативных видов топлива, натурального каучука, незамерзающих смазочных масел, стало возможным только благодаря разнообразию этих культур, имеющемуся в институте.

В коллекции ВИР сосредоточен мощный потенциал ценных генов и полигенов для создания новых сортов и гибридов на разнородной генетической основе, сочетающих высокую продуктивность и качество продукции с устойчивостью к вредоносным болезням и вредителям, к

абиотическим и эдафическим стрессорам, способных выполнять средообразующую и ресурсовосстанавливающую функцию, пригодных к созданию высокопродуктивных и экологически устойчивых агроэкосистем. Разнообразие коллекционного исходного материала при условии его надежного сохранения и рационального использования способно обеспечить развитие селекционных технологий и приоритетных направлений селекции XXI века, которые ориентированны на создание качественных продуктов питания, оптимизацию кормопроизводства, глобальное потепление климата, «осеверение» растениеводства, развитие новых агро-, био-, пищевых, химических и индустриальных технологий, биологизацию и экологизацию сельского хозяйства, ресурсоэнергосбережение.

Коллекция мировых генетических ресурсов ВИР используется не только для нужд России, но и на благо всего мирового сообщества. Ежегодно институт обменивается с Международными центрами и генбанками более 30 стран 1-2 тысячами образцов растительных ресурсов. В частности, институт обеспечил селекцию США несколькими десятками сортов пшеницы, исчезнувших из производства и отсутствующих в американском генбанке, которые использовались в качестве источников устойчивости к российской пшеничной тле, поражающей посевы в США. Генбанку Эфиопии институт передал около 200 образцов пшеницы эфиопского происхождения, которые были утрачены в этой стране. По просьбе Нордического генбанка ВИР послал уникальные образцы капусты, созданные шведскими селекционерами в 1923 г. и сохраненные до настоящего времени только в вировской коллекции.

ВИР является главным держателем и хранителем генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей в России. Коллекции *ex situ* общей численностью около 80 тыс. образцов также содержатся в других организациях: НИУ и селекцентрах Россельхозакадемии, институтах РАН, ВУЗах, Ботанических садах, частных селекционных и семеноводческих фирмах, фермерских хозяйствах.

Кроме того, на территории нашей страны в составе природных популяций произрастает более 1600 видов диких родичей культурных растений, которые являются потенциальными носителями ценных для селекции генов. Многие из этих видов уже сейчас находятся под угрозой исчезновения и требуют проведения мероприятий по их сохранению.

Большинство стран мирового сообщества понимают острую необходимость сбора и сохранения ГРП для нынешних и будущих поколений, которая, в первую очередь, связана со стремительным сокращением и полным исчезновением разнообразия растительных ресурсов. По данным ФАО (1998), в XX веке около 75% генетического разнообразия сельскохозяйственных культур безвозвратно потеряно. Помимо этого, все более ясно осознается фундаментальная роль ГРП в жизнеобеспечении человека. Поэтому во всем мире сейчас наблюдается исключительно активный процесс формирования национальных *ex situ* коллекций генетических ресурсов культурных растений и их диких

родичей. В настоящее время в этих коллекциях уже сосредоточено более 6 млн. образцов, играющих главную роль в селекции новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Но поскольку страны не являются самодостаточными и зависят друг от друга в плане генетических ресурсов, все проблемы, связанные с использованием растительного разнообразия, необходимо решать общими усилиями на основе сотрудничества, кооперации и координации деятельности. Для этого уже создана мощная международная сеть, занимающаяся проблемами сбора и сохранения ГРР.

Понимая стратегическую значимость вышеуказанных проблем, многие страны мира разработали и реализуют Национальные программы по сохранению и использованию ГРР. Большинство из них сформированы с учетом национальных законодательств и на основе тех международных документов, которые были разработаны совместными усилиями ученых и специалистов разных стран. Эти документы определяют суверенные права государств на свои генетические ресурсы, стратегию, план действий и обязанности по их сохранению и использованию, регулируют деятельность и взаимодействие стран в области растительного разнообразия (Конвенция о биоразнообразии, 1992 г., Глобальный план действий по сохранению и устойчивому использованию ГРР 1996 г., Боннские руководящие принципы по доступу к генетическим ресурсам и совместному использованию на справедливой и равной основе выгод от их применения 2001 г., Европейская стратегия сохранения растений 2001 г., Глобальная стратегия сохранения растений 2002 г., Международный договор по генетическим ресурсам растений для продовольствия и сельского хозяйства 2004 г.).

К сожалению, в России проблемы безопасного сохранения и рационального использования ГРР, которые требуют специальной политики со стороны государства и которые поэтому в большинстве стран мира находятся под юрисдикцией Правительств, не имеют приоритетного статуса. Они не включены в перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, а также критических технологий Российской Федерации и стоят в ряду отраслевых проблем Россельхозакадемии. Законодательные и исполнительные органы власти не уделяют этим проблемам должного внимания и они решаются силами и энтузиазмом сотрудников научно-исследовательских учреждений и, в первую очередь, силами ВИР. В связи с этим, до сих пор не разработана общенациональная стратегия и не осуществляется государственное планирование в области сбора, сохранения и рационального использования ГРР. Отсутствует должная координация работ на национальном межведомственном уровне. Не созданы надежная система инвентаризации и мониторинга ГРР, а также общероссийский банк данных растительных ресурсов, сохраняемых в нашей стране в условиях *ex situ* и *in situ*. Отсутствует стратегия и механизм обеспечения работ с ГРР необходимым объемом бюджетного финансирования. Требуется срочного обновления и модернизации материально-техническая база (научная приборная база для изучения ГРР, оборудование для хранения образцов в контролируемых условиях среды, малогабаритная сельскохозяйственная техника для репродукции

коллекционных образцов и обработки многолетних насаждений, оборудование и людские ресурсы для надежной защиты коллекций многолетних полевых и плодово-ягодных культур от невосполнимого хищения коллекционного материала). Накопившиеся за время экономического спада проблемы в области сбора, сохранения, изучения и использования ГРР требуют финансовых средств, которые существенно превышают, выделяемые в настоящее время государством для их решения. Идет процесс постепенной утраты ГРР - национального достояния страны, накопленного предыдущими поколениями, распада отечественной научной школы по работе с ГРР. Все это может отрицательно сказаться на экономической, социальной, культурной и хозяйственной деятельности и, прежде всего, на продовольственной и экологической безопасности России.

В 2006 году Россия стала членом ФАО ООН и на правительственном уровне ставится вопрос о ее присоединении к Международному договору о генетических ресурсах растений для продовольствия и сельского хозяйства. Однако отсутствие Национальной программы по сбору, сохранению и рациональному использованию ГРР, а также национального законодательства и нормативно-правовых документов, определяющих юридический статус российских коллекций, права собственности на них, условия доступа к растительным ресурсам, обмена ими, получения выгод от их использования, не позволяет осуществлять широкое взаимовыгодное международное сотрудничество, кооперацию и координацию в области сбора, сохранения и рационального использования растительного разнообразия, а также войти в глобальную международную сеть по ГРР и успешно отстаивать свои национальные интересы.

Все вышеизложенное диктует необходимость постановки вопроса на правительственном уровне об актуальности и стратегической важности для нашей страны иметь Национальную программу. Понимая это, ВИР в 2006 году в инициативном порядке разработал проект Национальной программы сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей. Научным фундаментом программы является учение Н. И. Вавилова о мобилизации, сохранении, изучении и использовании ГРР, а основным механизмом реализации – все основополагающие международные принципы деятельности и мероприятия, разработанные и утвержденные мировым сообществом. Национальная программа базируется на Национальной Стратегии (2001 г.) и является составной частью Национального Плана действий сохранения биоразнообразия России.

Национальная программа призвана:

- вывести проблемы сбора, надежного сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей на государственный уровень, привлечь внимание ответственных лиц законодательной и исполнительной власти к решению этих проблем, придать им статус общегосударственной политики;

- скоординировать действия государственных учреждений разной ведомственной принадлежности, коммерческих структур по сохранению, расширению разнообразия и его использованию;
- сконцентрировать финансовые и трудовые ресурсы для наиболее эффективной деятельности в области ГРР, создания необходимых условий для успешного развития направлений по сохранению и рациональному использованию культурных растений и их диких родичей;
- способствовать привлечению научного и научно-технического потенциала страны к решению проблем в области ГРР;
- развить и совершенствовать законодательно-нормативную базу, организационно-административные и финансово-экономические механизмы в области сохранения, использования ГРР и доступа к ним;
- способствовать дальнейшему международному сотрудничеству и присоединению России к международной системе, работающей с ГРР.

Стратегическая цель программы:

Надежное сохранение, обогащение, изучение и бережное использование разнообразия генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей для обеспечения продовольственной, биоресурсной, экологической безопасности страны, стабильного удовлетворения потребностей населения в высококачественных продуктах питания, устойчивого развития экологически безопасного сельского хозяйства, укрепления кормовой базы, создания новых видов сырья для промышленности.

Основные задачи:

- Развитие и совершенствование законодательной базы, определяющей статус коллекций ГРР и регламентирующей деятельность в области сохранения, использования ГРР, доступа к ним и получения равных выгод.
- Разработка и применение нормативно-правовой и методической документации в области деятельности с ГРР.
- Создание организационно-координирующей структуры и механизмов управления деятельностью с ГРР на уровне государства.
- Разработка и реализация финансового механизма для обеспечения 100% бюджетным финансированием комплекса мероприятий, связанных с мобилизацией и надежным сохранением ГРР.
- Строительство и реконструкция зданий для центра генетических ресурсов растений и генбанка России в соответствии с международными стандартами, создание и модернизация научной, технологической и материально-технической базы для эффективного сохранения, изучения и использования ГРР.
- Мониторинг и инвентаризация генетического разнообразия культурных растений и их диких родичей в России.
- Разработка и реализация государственной стратегии мобилизации ГРР для пополнения генбанка страны ценным для селекции и производства растительным разнообразием.

- Разработка и реализация национальной стратегии и политики *ex situ* и *in situ* сохранения культурных растений и их диких родичей – как фундаментальной основы жизнеобеспечения человека и культурно-исторического наследия общества.

- Развитие фундаментальных и прикладных исследований для рационального использования ГРР.

- Создание универсальной, гибкой, устойчивой и открытой для своего развития информационно-аналитической системы с широкими коммуникационными возможностями в области работы с ГРР.

- Управление генетическими ресурсами растений и оптимальное использование их хозяйственно ценного потенциала для создания надежной отечественной продовольственной и сырьевой базы.

- Координация деятельности НИУ России для оптимизации работ по сохранению ГРР на национальном уровне.

- Подготовка квалифицированных специалистов-ресурсоведов для работы с ГРР.

- Формирование общественного сознания и информированности общества об экономической, стратегической, культурной и социальной значимости ГРР.

- Осуществление широкого международного сотрудничества, кооперации и координация деятельности в области сбора, сохранения, изучения и использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей.

Национальная программа (проект) сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей, разработанная институтом, была рассмотрена и одобрена на заседаниях Президиума Россельхозакадемии и Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике. Последний принял решение (№26/7 от 25.12.06 г.) рекомендовать проект Национальной программы для утверждения Правительством РФ. Утверждение Правительством РФ Национальной программы, которая является основным средством и главным механизмом для реализации проблем мобилизации, надежного сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей, позволит вывести решение этих стратегических проблем на приоритетный государственный уровень, что совершенно необходимо для оптимизации деятельности с ГРР в России и интеграции в глобальную международную сеть.

Заместитель директора ВИР им. Н.И. Вавилова
Е. И. Гаевская

СТРАТЕГИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕИБАЙКОВ МИРА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

С.М. Алексанян

Анализируются проблемы международного и регионального сотрудничества в области сбора, сохранения, изучения и использования генетических ресурсов растений (ГРР) на современном этапе развития мирового сообщества. Около 75% мирового разнообразия культурных растений утрачено, и в этих условиях интеграция генбанков в мировую систему их сохранения исключительно важна. Международные соглашения устанавливают юридическую ответственность государств за генресурсы и предоставляют им легальную основу сотрудничества. В условиях глобализации эти ресурсы приобретают двойственную значимость: источник прибыли для частного сектора и ключевой элемент в решении социально-экономических проблем в стране. В связи с этим, статус *ex situ* коллекций, должен быть утвержден государством в законодательном порядке и четко определен регламент их деятельности. В глобальном мире соблюдение этих условий имеет особое значение. В стратегии генбанков необходимо предусматривать их новые задачи и функции, определяя взаимоотношения с различными частными и государственными пользователями. Мировым сообществом предпринимаются определенные действия по осуществлению международного сотрудничества между генбанками, но существует ряд серьезных препятствий на этом пути. В то же самое время, взаимовыгодное и тесное сотрудничество национальных генбанков на региональном и мировом уровнях имеет неоспоримые преимущества. Оно дает возможность распределять ответственность за хранение особо важных образцов между генбанками, рационализировать национальные коллекции, определяя дублетные, значительно снизить частоту размножения, обеспечить свободный доступ к генресурсам и справедливо распределять выгоды от их использования. Россия, обладая огромным опытом работы в области ГРР и самой уникальной коллекцией в мире, должна занять свое достойное место в интегрированном международном сообществе генных банков.

A STRATEGY OF THE WORLD'S GENE BANKS INTERACTION UNDER GLOBALIZATION

S.M. Alexanian

Analysis is made on the problems of international and regional cooperation in the sphere of collecting, conservation, study and utilization of plant genetic resources (PGR) at the present stage of the worldwide community development. About 75% of the global crop diversity is lost, that is why it is crucially important to integrate genebanks in the world's PGR conservation system. International agreements set up legal responsibility of the states for genetic resources and provide them with a lawful platform for collaboration. Under globalization, these resources acquire dual significance: as a source of profit for the private sector and a key element in solving national socio-economic problems. In view of this, the status of *ex situ* collections should be legislatively adopted by the state, and regulations of their activities needs to be clearly defined. In a globalized world, these conditions are of special importance. A genebank's strategy needs to envisage its new objectives and functions and determine its interrelations with various private and public users. The world community undertakes certain measures to facilitate international cooperation between genebanks, but these efforts face a number of serious obstacles. At the same time, mutually beneficial and

close collaboration between national genebanks on the regional and international levels has undisputable advantages. It provides genebanks with an opportunity to distribute among themselves responsibilities for preserving the most important accessions, rationalize national collections by identifying duplicate materials, reduce considerably the frequency of germplasm regeneration, provide unhindered access to genetic resources, and secure equitable benefit-sharing from their utilization. Russia, with its tremendous experience in PGR activities and the most unique collection in the world, must occupy a fitting place within the integrated international genebank community.

Современные способы ведения сельского хозяйства, приводящие к повышению концентрации парниковых газов в атмосфере, опустыниванию и деградации почв, сокращению площади лесов и ускорению процесса исчезновения биоразнообразия, в значительной степени негативно влияют на окружающую среду и наносят невосполнимый вред экологии. Генетические ресурсы растений (ГРР) служат основой для его качественного улучшения, обеспечивают продовольственную и биоресурсную безопасность государства. Однако именно их исчезновение происходит с угрожающей скоростью. Генетическая эрозия местами достигает 20-35% известного растительного разнообразия. По данным экспертов ФАО, около 75% мирового генетического разнообразия сельскохозяйственных культур утрачено в течение XX столетия. Так, в США 97% сортов, зарегистрированных в старых Государственных реестрах ДСХ США, уже утрачены, в Германии - утрачено 90% исторического разнообразия культурных растений, в Италии - 70% староместных сортов исчезло навсегда. За последние 50 лет генетически унифицированные современные сорта заменили тысячи староместных, адаптированных к условиям среды своего возделывания (World Report, 1998).

С середины 60-х годов прошлого столетия в период “зеленой революции”, фермеры развивающихся стран, на территории которых сконцентрировано наибольшее агробиоразнообразие, в значительной степени увеличили в своих хозяйствах использование современных сортов вместо традиционных местных. В результате, к 90-м годам на полях ферм современные сорта пшеницы занимали 90%, риса - 70% и кукурузы - 60% (Crop Diversity, 2002). Ускоренными темпами идет возделывание на фермерских полях генетически модифицированных (ГМ) культур. С 1996 г. произошло 60-ти кратное увеличение посевных площадей, занимаемых коммерческими ГМ сортами, и площади под ними в 2006 г. составили 102 млн. га. На данный момент в мире существуют 25 “горячих точек”, наиболее уязвимых в плане биоразнообразия, главным образом, в центрах происхождения и формирования культурных растений, в которых проживает более 1,1 млрд. людей, занимающихся сельским хозяйством и полностью зависящих от него. Более 15 млн. га. тропических лесов вырубается ежегодно, и около 8% видов растений могут исчезнуть с лица земли в ближайшие 25 лет. Процесс глобального опустынивания затронул

территории 110 стран мира, где проживает 1,2 млрд. населения планеты (World Resource, 2006).

В связи с изменением климата, демографическими проблемами, необходимостью не только снизить уровень дефицита продовольствия и сельскохозяйственной продукции, но и качественно улучшить питание населения, а также изыскать возможности получения альтернативных возобновляемых источников энергоресурсов, особо актуальной стала задача сбора, сохранения, изучения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей. Важная роль в этой деятельности отводится генбанкам, национальным научным центрам и различным международным организациям в области генетических ресурсов, их сотрудничеству, кооперации, скоординированным действиям и распределению обязанностей с непереносимым обеспечением национальных интересов, что достигается путем справедливого распределения выгод, получаемых от использования растительной гермоплазмы. Активная интеграция генбанков и различных держателей коллекций в мировую систему ГРР исключительно важна, так как страны мира не могут обеспечивать самих себя биоресурсами, они взаимозависимы а значит, должны решать имеющиеся проблемы на основе кооперации и честного сотрудничества. Мировое видовое растительное разнообразие насчитывает по разным оценкам от 250 тыс. до 270 тыс. видов высших растений и только 7 тыс. из них используются мировым сообществом для обеспечения жизнедеятельности. Всего 15 сельскохозяйственных культур обеспечивают 90% энергетической пищевой потребности человечества. Главные из них - рис (26%), пшеница (23%) и кукуруза (7%) (Fowler, 2005). Большая часть растительного богатства планеты не изучена и, согласно теории Н.И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений, произрастает на территориях развивающихся стран. Сегодня настало именно то время, о котором в конце 20-х годов прошлого века писал Н.И. Вавилов(1987): “Только путем установления международного общения, путем международной организации научных исследований можно будет подойти вплотную к изучению этих интереснейших и важнейших очагов сосредоточения генов (культурных растений)”.

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 них 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); Международный Договор по генетическим ресурсам растений для продовольствия и сельского хозяйства (МД, 2004 г.; ратифицирован 150 странами и ЕС). Они представляют особую важность

для стран мира, объединяя их усилия в деле эффективного решения проблем сохранения агробиоразнообразия и использования его компонентов для устойчивого ведения сельского хозяйства, снижения уровня нищеты, повышения благосостояния населения планеты и обеспечения его качественными продуктами питания. Эти международные соглашения устанавливают юридическую ответственность государств за сохранение биоразнообразия, произрастающего на их территории, и предоставляют им легальную основу сотрудничества на основе проработанных механизмов взаимодействия.

Сама по себе проблема сбора и сохранения растительного разнообразия не нова. К началу второй мировой войны существовало несколько разрозненных коллекций культурных растений, главным образом, при селекционных учреждениях, и только две страны - США (около 200 тыс. образцов) и СССР (около 250 тыс.) имели значительные коллекции при специализированных институтах. К середине 80-х годов многие европейские страны уже обладали своими собственными коллекциями, а к концу XX века число генбанков в Северной Америке и Европе достигло 597 (46% от общего мирового), и в них хранилось более 2,7 млн. образцов различных сельскохозяйственных культур и их диких родичей (33% от общего мирового). Такое впечатляющее растительное разнообразие в *ex situ* коллекциях могло появиться только благодаря интенсивным сборам генетических ресурсов на всех континентах. Сегодня в странах мира более 1500 генбанков, а общее число сохраняемых в них образцов превысило 6 млн. Наибольшее число генных банков сосредоточено на европейском континенте (около 500) и содержатся в них более 2 млн. образцов различных сельскохозяйственных культур и их диких родичей. Около 1 млн. образцов хранится в национальных системах ГРП США и Канады. Следует отметить, что одна треть образцов, сохраняемых в мире, содержится в коллекциях 15 национальных генбанков. Самыми крупными держателями *ex situ* коллекций являются: США (около 700 тыс. образцов), Китай (400 тыс.), Индия (380 тыс.), Россия (323 тыс. - только ВИР), Япония (200 тыс.), Канада (200 тыс.), Франция (180 тыс.), Германия (150 тыс.) и Ю. Корея (150 тыс.). Уникальные коллекции, главным образом, местное растительное разнообразие и староместные сорта, содержатся в генбанках Международных Центров Консультативной группы по международным сельскохозяйственным исследованиям (МЦ КГМСХИ). С 1994 г. их коллекции (около 600 тыс. образцов) на основании специального соглашения, подписанного каждым центром, перешли под юрисдикцию ФАО, а с 2005 г. вошли в Многостороннюю систему обмена и доступа Международного Договора по генетическим ресурсам растений для продовольствия и сельского хозяйства (МС МД). Это позволяет обеспечить любому пользователю беспрепятственный доступ к образцам центров, условия которого регулируются Специальными соглашениями о передаче генетического материала, разработанными и утвержденными Руководящим Советом МД.

Несмотря на то, что и КБР и МД рассматривают *in situ* способ сохранения растительного разнообразия приоритетным, многие страны продолжают уделять не меньшее внимание сохранению в условиях *ex situ*. Это объясняется рядом причин. Во-первых, те образцы ГРР, которые собраны до 1993г. (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 должен быть определен государством на основе национального законодательства. Во-вторых, агробиоразнообразие имеет специфическую особенность и доступ к его компонентам не может регулироваться только 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 категории пользователей как государственного, так и частного секторов, следовательно, исключительно сложно, а порой невозможно определить источник их происхождения или реального владельца. Не менее важным также является тот факт, что изученный и хорошо документированный генетический материал из этих коллекций в значительной степени ускоряет процесс их использования.

Фактически основной задачей многих создававшихся в начале прошлого века коллекций являлось не столько сохранение биоразнообразия, сколько аккумуляция в одном, специально оборудованном месте - генбанке, ценного исходного генетического материала, который мог быть свободно и легко доступен для последующего изучения, селекции и использования в коммерческих целях. Этим, в первую очередь, объясняется тот факт, что наибольшее число *ex situ* коллекций и образцов мировых генетических ресурсов было собрано и сохраняется в Европе и Северной Америке, так как именно они обладали научным потенциалом и технологиями как хранения и изучения, так и коммерческого использования ГРР. Благодаря Н.И. Вавилову, его научному кругозору и знаниям, аналитическому складу ума и стратегическому мышлению, единственным в мире научным централизованным учреждением, который осуществлял весь комплекс деятельности с растительными ресурсами, стал ВИР. Впоследствии, по инициативе Мирового банка и ФАО, в начале 60-х годов прошлого столетия по модели ВИР на деньги международных фондов и развитых стран стали создаваться МЦ КГМСХИ в Вавиловских центрах происхождения культурных растений, т. е. в очагах наибольшей концентрации ценных генов. Главной целью создания этих центров было снижение уровня бедности и нищеты в регионах с использованием местного растительного разнообразия. Несмотря на значительные достижения в своей деятельности, одной из причин резкой критики МЦ со стороны развивающихся стран являлись бесконтрольный свободный и безвозмездный доступ к сохраняемым в них растительным ресурсам. Собранные на территориях этих стран биоресурсы возвращались, в

конечном итоге, в страны своего происхождения в виде биотова, защищенного правами интеллектуальной собственности. Одним словом, МЦ обвинялись в биопиратстве в пользу коммерческих фирм развитых стран.

Экономическая ценность генетических ресурсов огромна. Так, прибыль сельскохозяйственного сектора производства зерновых в США составила более 13,7 млрд долларов только за счет использования в национальных селекционных программах генетического материала пшеницы, полученного из СИММИТ (Pearce, 2006). По подсчетам экспертов, в денежном исчислении глобальная ценность от использования генетических ресурсов растений только в производстве сельскохозяйственной продукции ежегодно достигает десятков миллиардов долларов. Национальная система по ГРР США является наиболее ярким примером эффективного использования гермоплазмы растений в сельскохозяйственном производстве страны. Будучи децентрализованной, но хорошо скоординированной системой, американская программа удовлетворяет многих пользователей ГРР независимо от их государственной, частной или иностранной принадлежности. За 10-летний период конца XX века из Национального хранилища генетических ресурсов США передано пользователям 600 тыс пакетобразцов десяти важнейших сельскохозяйственных культур, таких как: ячмень, бобы, кукуруза, хлопок, картофель, рис, сорго, соя, пшеница и тыква. Из этого общего числа 75% образцов получили национальные пользователи (в том числе 23% - частные компании) и 26% передано иностранным фирмам и организациям (12% в развивающиеся страны, 10% в развитые и 4% в страны с переходной экономикой), (Qualset, 2005).

В США хорошо понимают стратегическую значимость сбора, сохранения и изучения компонентов агробиоразнообразия, так как общий ежегодный ущерб от болезней и насекомых, наносимый сельскому хозяйству, равен 20-33 млрд. долларов в год, и именно наличие в стране богатых коллекций растительных ресурсов позволяет решать возникающие проблемы. Конгресс США дает высокую оценку деятельности своей национальной программы: "...обладание *ex situ* коллекциями агробиоразнообразия является необходимым гарантом и страховкой сельскохозяйственного производства США. Генетические ресурсы - это основа национальной безопасности страны".

В докладе ООН о путях снижения уровня голода и нищеты констатируется, что за последние 50 лет без бурного экономического роста очень незначительному числу стран удалось снизить огромное количество нищенствующего и голодающего населения. Далее утверждается, что главным компонентом эффективного ведения сельского хозяйства является улучшенный доступ к исходному материалу из коллекций генетических ресурсов растений, благодаря которым в значительной мере можно будет увеличить производительность фермерских хозяйств. Однако только хорошо оборудованный, четко управляемый и богатый генетическим

разнообразием генный банк может предоставить необходимые ресурсы для коренного изменения ситуации с бедностью и нищетой (Halving, 2005).

К сожалению, следует отметить, что таких генбанков очень мало. Согласно национальным отчетам для ФАО о состоянии дел с сохранением ГРР в условиях *ex situ*, 60% образцов, сохраняемых в коллекциях стран мира, требуют срочной регенерации, финансирование 69% коллекций осуществляется не на достаточном уровне, 40% генбанков недоукомплектованы штатным составом в связи с недостатком квалифицированных специалистов в области ГРР (Stolton et al., 2001). В то же самое время, уровень востребованности гермоплазмы из коллекций резко возрос. В первую очередь это объясняется бурным развитием биотехнологии, установлением прав интеллектуальной собственности (ИС) на биопродукцию, ускорением темпов приватизации селекционных организаций, ужесточением конкурентной борьбы на мировом рынке продуктов питания. Все вышеизложенное послужило стимулом вовлечения частного сектора в агробизнес, в то время как сами коллекции, в большинстве своем, остались в ведении государственного сектора, то есть в общественном пользовании. Однако частный сектор не удовлетворен количеством и качеством предоставляемых биоресурсов, а также недостаточностью информации о них, в первую очередь, оценочными данными, необходимыми для ускоренного использования в селекционных программах. Крупные компании стали входить в партнерские взаимоотношения с генными банками, подписывая специальные соглашения на проведение исследований или оценки гермоплазмы и оплачивая эту деятельность, но уже требуют наложения периода эмбарго (обычно от 5 до 10 лет) на полученные результаты, что в свою очередь выводит полученную ценную информацию из общественного пользования. Это не всегда приемлемо для государственного учреждения. Кроме того, наблюдается тенденция создания частных коллекций ГРР или приватизация тех, обслуживание которых обременительно для государства. Так, согласно данным Международной семенной федерации, которая объединяет более 42 организаций в различных странах мира и представляет интересы тысяч селекционных компаний, 88% этих компаний содержат коллекции генетических ресурсов. По биоресурсному составу у 84% в коллекциях сохраняются коммерческие сорта, у 72% - староместные и местные, у 53% - дикие родичи культурных растений. В среднем, они ежегодно тратят на поддержание коллекций в живом виде и их изучение около 5% своего бюджета (около 50 млн. долларов). Общее число образцов в частных коллекциях, по некоторым данным, достигло более 200 тыс. Доступ к частным коллекциям, как правило, невозможен или очень ограничен для посторонних пользователей (Heffer, 1999).

В создавшейся ситуации можно отметить двойственную стратегическую значимость генетических ресурсов. С одной стороны, они являются источником прибыли для частного сектора и укрепления его позиций в конкурентной борьбе на национальном и мировом рынках, с

другой, ключевым элементом в решении социально-экономических проблем и снижения уровня бедности и нищеты в стране, что является прерогативой государства. Эта двойственность в значительной мере усложняет вопрос доступа к сохраняемым в национальных коллекциях образцам, так как сам генбанк является не владельцем этих ресурсов, а только держателем. Статус коллекций ГГР в национальном генбанке должен быть утвержден государством в законодательном порядке, так же как и четко определен регламент его деятельности. В глобальном мире соблюдение этих условий принимает особую значимость, так как эра свободного доступа к растительному разнообразию осталась в прошлом.

В чем же заключаются национальные интересы государства в области *ex situ* сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений в условиях глобализации? В первую очередь, в инвентаризации растительного разнообразия в стране, разработке стратегии сбора ГРР, пресечении случаев несанкционированного доступа к образцам коллекций, определении приоритетов культур для национальной экономики и направлений селекции на ближайшую и последующие перспективы, и, наконец, в сохранении генофонда для будущих поколений. Важнейшим компонентом этой стратегии становится наличие в стране уже хорошо изученного, документированного и сохраняемого, в соответствии с международными стандартами, *ex situ* генофонда растительных ресурсов, его последующее постоянное пополнение, в том числе на основе взаимовыгодного обмена между различными генбанками стран мира, а также создание легитимных условий упрощенного доступа к образцам и распределение благ от их коммерциализации.

Ключевое место в решении задач стратегии может и должен занимать национальный генбанк, роль которого в условиях глобализации выходит за рамки лишь хранения национального генофонда генетических ресурсов в условиях *ex situ*. Такой генбанк, получив от правительства специальный статус Национального центра генетических ресурсов агробиоразнообразия (помимо генетических ресурсов растений, со временем здесь сосредотачивается и гермоплазма сельскохозяйственных животных и микроорганизмов), несет ответственность не только за долгосрочное сохранение национального достояния, но и за соблюдение национальных интересов в области контроля за продвижением генетических ресурсов, а именно:

- разрабатывает на основе национального законодательства рациональные правила и рекомендации для учета генетических ресурсов, процедур и механизмов доступа к ним;
- обеспечивает получение законным владельцем гермоплазмы равной выгоды от ее коммерческого использования;
- обеспечивает легальную основу проведения биопоиска на территории страны, координирует и контролирует эту деятельность;

- ведет учет официальных документов о выдаче и получении гермоплазмы, согласно утвержденному механизму доступа, привлечения и обмена.

- осуществляет сервисные услуги между получателем гермоплазмы и ее владельцем;

- контролирует выполнение национальных и международных обязательств получателем гермоплазмы;

- проводит поиск партнеров, заинтересованных в совместном изучении и коммерциализации генетических ресурсов;

- контролирует легальность эксплуатации биопродукции, созданной на основе полученной гермоплазмы из национальной коллекции.

Очевидно, для того чтобы национальный генбанк помимо своих основных функций выполнял дополнительные функции, необходимо иметь высокопрофессиональный штат сотрудников и четко координируемую Национальную программу по агробиоразнообразию. Следует констатировать: несмотря на то, что научным сообществом предпринимаются определенные действия по осуществлению более тесного сотрудничества между держателями *ex situ* коллекций, без которого нельзя гарантированно сохранить и рационально использовать растительные ресурсы, существует ряд серьезных препятствий на пути к всестороннему международному сотрудничеству. Главными остаются: отсутствие в странах утвержденных правительством национальных программ по сбору и сохранению ГРР и, вследствие этого, отсутствие в них координирующего эту деятельность органа, состоящего из квалифицированных специалистов; непрофессиональная концентрация внимания политиков и чиновников на тезис “суверенные права государства на собственные биоресурсы” без учета современных реалий геополитики и новых тенденций в области ГРР; поспешное и непродуманное создание в ряде стран национального законодательства по доступу к генетическим ресурсам; представление “биоресурсов” в качестве “биотовара” без определения их категорий; отсутствие механизма доступа к компонентам биоразнообразия и распределения выгод от их использования. В то же самое время, прозрачное, взаимовыгодное и тесное сотрудничество национальных генбанков на региональном и мировом уровнях имеет неоспоримые преимущества, которые выражаются в следующем:

- значительное снижение частоты и количества размножения дублетных 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 рациональные *ex situ* коллекции в каждой стране. Они также позволят сэкономить огромные финансовые средства и людские ресурсы на национальном и региональном уровнях, заложить основу для глобальной системы *ex situ* сохранения генетического растительного разнообразия с целью оперативного реагирования на изменения климата, а также обеспечить продовольственную и биоресурсную безопасность мира. Некоторые страны, не имеющие опыта деятельности в области сохранения ГРП и формирующие национальные коллекции, вместо насыщения своих генофондов новыми образцами, которые отсутствуют в различных генбанках, пытаются восполнить национальный генофонд за счет уже сформированных коллекций других стран, требуя возврата растительных ресурсов своего происхождения. Вряд ли эти страны представляют объем дополнительной работы, в частности, по размножению, который незапланированно предстоит выполнить генбанку - держателю коллекции. Согласно международным стандартам, каждый образец, сохраняемый в условиях низких температур на долгосрочном хранении, должен быть представлен ограниченным числом семян, а предоставление образцов обычно осуществляется из дублетных рабочих коллекций и нередко случаи, когда в них не хватает достаточного числа размноженных семян для передачи всем пользователям. Средняя стоимость сохранения и поддержания одного образца в *ex situ* коллекциях в настоящее время достаточно высока. Она колеблется в зависимости от условий хранения. Относительно дешевым хранением, 10-40 долл. в год, считается содержание образца в холодильной камере семенного банка при температурном режиме до -18 С, в полевом генбанке стоимость поддержания коллекционного образца в живом виде уже составляет от 25 до 260 долл., а наиболее дорогостоящим методом, который используется ограниченным числом генных банков, главным образом в МЦ и в нескольких развитых странах, является сохранение *in vitro* и криоконсервация - от 100 до 700 долл. на образец (Virchow, 20030).

Сама по себе репатриация, а точнее говоря, реинтродукция растительных генетических ресурсов - дело необходимое и нужное, так как, помимо всего прочего, дает возможность в будущем размножать образцы из генбанка в их естественных условиях произрастания. Каковы же цели репатриации? Генетические ресурсы растений являются важной составной частью культурного и исторического наследия. Их социально-

экономическая ценность, наряду с традиционными знаниями о них и областях применения, представляют собой огромную ценность для каждой нации и отдельных народностей и в совокупности являются общемировым достоянием всего человечества. А культурное значение выражается в передаче из поколения в поколение традиций, которые формируют быт народа, образ жизни, прикладное искусство, достижения науки, социальную среду и особенности менталитета. Репатриация генетических ресурсов, помимо вышеизложенного, важна и с точки зрения восстановления агроэкосистем после природных катастроф или локальных межнациональных конфликтов, а также может способствовать развитию традиционной медицины, возрождению религиозных обрядов и кулинарных особенностей, то есть того, чем отличается и богата нация и народность. Страна-репатриант должна по требованию генбанка или в случае необходимости доказать, что именно она является страной их происхождения и гарантировать возможность их последующего долгосрочного хранения и размножения.

Таким образом, репатриация генетических ресурсов представляет собой не только политическое, но и ответственное научно-техническое мероприятие, которое возлагает особые права и обязанности как на страну, передающую сохраненное бесценное общественное достояние, так и на страну, принимающую свое культурно-историческое наследие. Это означает, что когда национальные генбанки стран приступают к проведению процесса репатриации, им необходимо планировать этапность проведения работ и соблюдать определенные процедуры. Так, на *первом этапе* проводятся поиск по базам данных в различных зарубежных *ex situ* коллекциях, обнаружение и учет образцов ГРР своего происхождения, сверка с данными имеющихся национальных каталогов, реестров и других архивных документов. *Второй этап* - идентификация образцов современными методами и получение подтверждения их наличия у потенциального держателя. *Третий этап* - составление специального соглашения с гарантиями страны-репатрианта о возможностях долгосрочного сохранения полученных образцов, а также распределении прав и обязанностей на репатриированные образцы между генбанками. Необходимо также отметить, что репатриация может быть двух видов: “физическая” с передачей не только информации, но и самого генетического материала в дублетном виде; и “правовая” (нематериальная), то есть подтверждение “право собственности на образец”. В последнем случае, дублетный образец наряду с оригиналом может оставаться на долгосрочном хранении в генбанке держателя, а полная информация о нем, включая оценочные данные, если они не носят конфиденциального характера, передается в страну происхождения для включения в общий каталог национальной *ex situ* коллекции. Страна, репатрирующая образец, обязана сохранять за ним первичный номер каталога и источник получения. Независимо от вида репатриации, оба национальных генбанка будут иметь равные права на использование генетического материала, полученного до

вступления в силу КБР. Условия использования материала, полученного после 1994 г., регулируются ранее подписанными соглашениями между держателем и репатриантом при его получении/передаче. В случае отсутствия такового, составляется специальное соглашение, в котором оговариваются эти условия, не противоречащие национальным законодательствам обеих стран и принятым ими международным обязательствам.

Для целей репатриации, главным образом, необходимы ландрасы, староместные сорта и дикие родичи культурных растений. Условия репатриации не требуют обязательной передачи оригинальных образцов. Этот вопрос остается на усмотрение первого держателя. Необходимо учесть, что требование, а не просьба, о репатриации генетических ресурсов может быть выставлено только в случае, если материал доставлен в *ex situ* коллекцию после 1993 г. так как, как уже отмечалось, КБР не имеет обратной силы действия. Учитывая тот факт, что до 1993 г. генетические ресурсы считались “достоянием всего человечества”, широко и свободно обменивались между генбанками, нет серьезных оснований в отказе в репатриации на родину сохраняемых образцов. Большинство национальных генбанков, главным образом принадлежащих развитым странам (Канада, США, Великобритания, Германия, Россия, Нидерланды и др.), *ex situ* коллекции которых формировались в период безвозмездного и свободного обмена, уважая суверенное право государства на собственные биоресурсы и соблюдая морально-этические нормы международного сотрудничества, не отказывают в передаче сохраненных генетических ресурсов стране происхождения. Более того, часто одновременно с образцами ей передается и информация по их изучению, что согласуется со статьей 17, п. 2 КБР (Конвенция о биоразнообразии, 2002).

Первому держателю репатрируемых образцов важно получить от совершения этого акта определенные выгоды, как например: оптимизировать коллекцию; освободиться от ненужных образцов и необходимости дублирования; договориться о размножении материала в естественных условиях его произрастания и получить новую репродукцию для закладки на долгосрочное хранение; получить данные последующего изучения репатрированных образцов; пополнить коллекцию новыми образцами в знак благодарности от репатрианта; организовать совместные научные проекты и получать гранты на их реализацию; распределить ответственность за сохранение и т.д.

В условиях регионального сотрудничества многие проблемы со сбором, сохранением и изучением ГРР могут быть решены естественным образом, так как оно устанавливается, как правило, на основании специального решения нескольких правительств и, тем самым, имеет особое значение для национальных генбанков. При установлении такого сотрудничества важно иметь общность интересов и доверительные взаимоотношения между партнерами, согласованную стратегию и план действий, вовлекать в него различные заинтересованные общественные

организации и представителей частного сектора, а также фермеров. С новой инициативой в области регионального сотрудничества выступил Руководящий комитет (РК) *Европейской кооперативной программы по генетическим ресурсам растений* (ЕКПГР активно действует с 1982 г.), в которую входят 45 стран региона - создание *Общеввропейской интегрированной системы генных банков* (АЕГИС). Главная цель инициативы - сделать доступными для европейского сообщества образцы сельскохозяйственных культур и их диких родичей, сохраняемых в более чем 500 европейских коллекциях и генбанках, надежно сохранить уникальные образцы ГРР Европы и эффективно их использовать. Задачи АЕГИС заключаются в следующем:

- улучшить координацию, кооперацию и сотрудничество в области ГРР среди европейских стран в новых условиях интегрированной Европы;
- осуществлять эффективную и экономичную деятельность по сохранению европейского растительного разнообразия;
- качественно улучшить стандарты хранения и гарантировать безопасное долгосрочное сохранение ГРР в регионе;
- проводить эффективное и экономичное размножение образцов, имеющих важное социально-экономическое и культурно-историческое значение для региона;
- способствовать ускоренному доступу к образцам и информации для стран-участниц;
- улучшить взаимосвязь между сохранением *in situ/ex situ*;
- осуществлять обмен знаниями, информацией и новыми технологиями.

Как уже отмечалось, самое большое число сохраняемых в условиях *ex situ* образцов культурных растений и их диких родичей (более 2 млн) находится на европейском континенте. Наиболее крупными держателями этих образцов в коллекциях являются: Россия (около 320 тыс.), Франция (180 тыс.), Германия (150 тыс.), Украина (120 тыс.), Италия (60 тыс.), Венгрия (50 тыс.) и Польша (45 тыс.). Однако менее 35% всех сохраняемых образцов на континенте являются уникальными. Главным образом, это множественные дублетные образцы сортов сельскохозяйственных культур, полученные в коллекции на основе выписки и обмена между различными генбанками. В связи с этим, нет необходимости сохранять в АЕГИС все 2 млн образцов, а только те, которые имеют культурно-историческое и социально-экономическое значение для Европы.

На основании сегодняшних знаний, из более чем 250 тыс. видов высших растений человеком используется всего лишь 7 тыс. (около 3%), а в Европе, которая является родиной для 11500 видов, используется только 500 видов растений (Hammer, 2004). Это означает, что потенциал растительных ресурсов, произрастающих на континенте, далеко не исчерпан. В Европе агроэкосистемы занимают около 50% земной

поверхности, в то время как охраняемых территорий на континенте всего 10-12% (Geo year book, 2004/5). Учитывая угрожающие размеры генетической эрозии, следует, не откладывая в долгий ящик проводить целенаправленные масштабные сборы этих ценных ресурсов в наиболее уязвимых местах их произрастания и приступить к их сохранению как в условиях *in situ*, так и *ex situ*. Что касается *in situ*, в связи с тем, что международное сообщество со вступлением в силу КБР сместило акцент сохранения разнообразия, основываясь на экосистемном подходе, Совет Европы утвердил *Европейскую стратегию сохранения растений*, в которой приоритет также придается этому типу сохранения. В ней обозначены пять приоритетных направлений: понимание и документирование растительного разнообразия, его сохранение и устойчивое использование, стимулирование образования и повышение общественной обеспокоенности о состоянии дел в области растительного разнообразия и, наконец, создание возможностей для надежного сохранения. Эти приоритетные направления напрямую связаны с ГРР, поскольку в Стратегии указано, что 80% генетического разнообразия 50% европейских видов, сохраняемых в *ex situ* коллекциях, находится под угрозой и необходимо произвести полную инвентаризацию этих коллекций с целью их восполнения отсутствующими образцами (Maxted, 2000).

Интегрированная система европейских генбанков, благодаря кооперации, координации и рациональному распределению ответственности, позволит максимально использовать имеющийся научный потенциал и ресурсы европейских стран. Кроме того, инициатива создания АЕГИС является важнейшим этапом в реализации “*Общей сельскохозяйственной политики стран Евросоюза*“, принятой в 2000 г. В ней особое место уделено сохранению агробиоразнообразия, а именно:

- использованию всех политических мер и государственных механизмов с целью поднятия на должный уровень проблемы сохранения агробиоразнообразия, увязав ее с сельскохозяйственным производством и охраной окружающей среды;
- разработке и утверждению Национальных программ по агробиоразнообразию и формированию национальных планов действий по сохранению и рациональному использованию компонентов агробиоразнообразия;
- созданию информационной сети по сбору данных и обмену генетических ресурсов в Европе с тем, чтобы определить приоритеты, сформировать общую политику и руководство к действию, вовлекая в процесс представителей частного сектора, общественные организации и фермеров;
- разработке стратегий и мер по сохранению агробиоразнообразия для республик бывшего СССР с учетом национальных ресурсов и с подключением международных финансовых механизмов.

АЕГИС пока только в начале своего претворения в жизнь, но, судя по предыдущему трехлетнему пилотному проекту по четырем культурам,

который завершился в 2006 г., его поддерживают большинство европейских стран. Основой АЕГИС является ЕКПГР, в структуру которой входят: *Руководящий Комитет*, состоящий из Национальных координаторов всех европейских стран-членов Программы; *Рабочие группы по различным культурам* (РГ), в которых представлены европейские эксперты и ученые различных направлений деятельности с ГРР; а также *Европейская информационно-поисковая база данных по ГРР* (ЕУРИСКО). Полная ответственность за АЕГИС возлагается на РК ЕКПГР. Присоединиться к системе может любая страна Европы, но предполагается, что до присоединения она должна стать членом ЕКПГР. Только несколько стран региона, главным образом, бывшие республики СССР (Белоруссия, Молдавия, Украина и Россия), а также страны бывшей Югославии не оформили пока свое членство в программе. Основная причина – отсутствие финансовой возможности выплачивать ежегодный членский взнос (от 2500 до 15500 евро, согласно рейтингу страны по классификации ООН), который предназначен на оплату расходов представителей самой страны с целью активного участия во всех мероприятиях программы и Рабочих группах. Страна, присоединившаяся к АЕГИС, подписывает *Совместный Меморандум Участия* (СМУ), и, используя свое суверенное право на генетические ресурсы в пределах своей политической границы, определяет образцы из национальной коллекции, которые будут входить в интегрированную систему общеевропейской коллекции. После подписания Меморандума европейскими странами создается европейская коллекция. Механизм ее создания следующий:

- РГ ЕКПГР, применяя концепцию “*наиболее подходящий образец*” (то есть коллекционный образец, генетически наиболее близкий к оригинальному образцу), готовит предварительные списки отобранных образцов, которые должны быть утверждены и зарегистрированы в качестве европейских. Эти списки рекомендуются странам для официальной регистрации.

- На основании интерактивных действий между соответствующими РГ по культурам и держателем коллекции страны-участницы, который подготовил свой список, определяются образцы европейской коллекции. На добровольных началах страна готовит предложения по включению окончательного списка образцов в АЕГИС.

- С согласия и рекомендации РГ по культуре, страна официально регистрирует список образцов, которые будут считаться европейскими. Регистрация завершена, когда согласованный список представлен в ЕУРИСКО ответственным исполнителем *Национального каталога*, и он входит в формате on line в общий список АЕГИС. Коллективно зарегистрированные образцы составляют *Общеевропейскую коллекцию* (ОЕК), и те страны, которые внесли в нее образцы, принимают на себя ответственность за них в соответствии с Меморандумом.

- РГ по культурам разрабатывают и координируют внедрение плана действий по сохранению европейских образцов. Часть этой деятельности

РГ может передавать *Ведущим Институтам-Координаторам*, которые определяются и назначаются членами РГ.

- *Национальный координатор* ЕКПГР в стране отвечает за взаимодействие с РГ и оказывает помощь по внедрению плана действий сохранения европейских образцов внутри страны среди участвующих институтов страны.

Основополагающие принципы *Общеввропейской коллекции* следующие:

- гарантия свободного и ускоренного доступа на основе *Специального Соглашения о передаче материала* (ССПМ) к зарегистрированным в ОЕК образцам в согласованном количестве;

- разработка и утверждение международных рекомендаций по сохранению и создание протоколов соответствующих действий с “еврообразцами”, а также стандартов по каждой культуре;

- определение и назначение генбанков и других организаций, содержащих коллекции, которые после согласования с Национальным координатором ЕКПГР будут нести ответственность за хранение “еврообразцов”, находящихся в их ведении, в соответствии с установленными стандартами.

- зарегистрированные в качестве “еврообразцов” национальные образцы являются общественным достоянием, а вся не конфиденциальная информация, в том числе по характеристике и оценке, размещается в ЕУРИСКО через *Национальную информационную систему* или ведущий европейский институт-координатор;

- организация безопасного дублирования каждого “еврообразца” в одном или нескольких генбанках Европы.

Таким образом, АЕГИС станет рациональной интегрированной системой европейских коллекций сельскохозяйственных культур и их диких родичей и будет функционировать в полном соответствии с духом и буквой МД. Это значит, что формирование АЕГИС – прямое внесение Европой вклада в претворение в жизнь МД на национальном, региональном и глобальном уровнях. АЕГИС предполагает включение в систему как уникальных, так и экономически важных культур всех ГРР для продовольствия и сельского хозяйства, которые находятся под контролем и управлением стран-участниц, предлагая тот же механизм доступа к генетическому материалу и распределения благ от его использования, что и МС МД к культурам, вошедшим в список Приложения I, но в значительной степени расширяя его. Условия доступа к зарегистрированным образцам следующие:

- только для сохранения и использования (изучение, селекция и обучение) с целью создания продуктов питания, кормопроизводства и ведения сельского хозяйства;

- ускоренный, без длительного поиска, упрощенный и бесплатный;
- получатель не имеет права устанавливать какие-либо права ИС на ГРР, полученные из ОЕК, ограничивающие последующий доступ, а также на их генетические части или компоненты;
- доступ к ГРР, находящимся на стадии улучшения/доработки, определяется автором в течение периода усовершенствования;
- доступ к материалу, охраняемому правами ИС, определяется национальным законодательством или соответствующими международными правовыми нормами;
- при хранении или передаче третьей стороне ГРР, полученного из ОЕК, получатель должен устанавливать те же правила доступа;
- доступ к ГРР из условий *in situ* осуществляется в соответствии с национальным законодательством;
- образцу, находящемуся под управлением и контролем государства в качестве общественного достояния, должен быть гарантирован на основании ССПМ или его адаптации в случае, если образец не входит в список культур Приложения I к МД (Strategic ..., 2006).

Распределение выгоды от реализации полученного конечного продукта происходит следующим способом. Если продукт, полученный из ОЕК или МС МД коммерциализирован, но остается доступным для проведения будущих исследований и селекции, то выплаты от его коммерциализации становятся добровольными. В том случае, если последующее изучение и использование полученного продукта невозможно, в связи с ограничениями на основании охраны прав ИС, контрактных обязательств или использования технологий, препятствующих последующему использованию, выплаты производятся в обязательном порядке из расчета 1,1% из общей суммы реализации продукта. В качестве альтернативы получатель может выбрать вариант, предусматривающий выплаты за всю коммерческую продукцию той или иной культуры, независимо от установленной степени ограничения к ней для последующего доступа или от содержания генетического материала, использованного из ОЕК (МС МД) в одном или нескольких сортах этой продукции. При такой схеме получатель будет пользоваться льготной ставкой выплат в размере 0,5%. Она может заинтересовать прежде всего тех пользователей, кому требуются большие объемы генетического материала из системы. Второй вариант способен принести прибыль уже в ближайшем будущем, так как он распространяется и на уже выпущенную на рынок продукцию, в то время как первый вариант относится только к новым продуктам, которые еще 7-15 лет не будут подлежать коммерциализации в связи с оформлением документации, проведением тестирования и маркетинга. Существует и третий вариант - любые добровольные отчисления частного сектора за использование растительного материала из ОЕК, учитывая необходимость его дорогостоящего безопасного содержания на долгосрочной основе в коллекциях.

Полученная выгода в денежном исчислении через финансовый механизм МД будет предназначена фермерам всех стран, главным образом, развивающихся и стран с переходной экономикой. Этот механизм доступа и распределения выгоды будет действовать в рамках ОЕК для тех культур, которые включены в список Приложения I к МД. Но в рамках более широкой системы, каковой является АЕГИС, основное внимание уделяется не столько распределению выгоды, сколько возможности иметь доступ к образцам ОЕК. Это объясняется тем, что уникальные и экономически важные образцы европейского континента, составляющие общий генофонд ОЕК, должны быть общедоступны для всех без исключения стран-участниц АЕГИС, и каждая в отдельности страна получает выгоду другого порядка, что определено в стратегическом документе сети.

Другой важной европейской инициативой в области стратегических действий генбанков мира в новых условиях является возрождение идеи создания общемирового генного банка в труднодоступном регионе в условиях вечной мерзлоты. Остров Свальбард (Шпицберген) относится к Норвегии по международному соглашению, подписанному 40 странами в 1920 г. Административный центр острова - город Лондербьен с населением 1700 человек. С 26 октября по 16 февраля - полярная ночь. Средняя летняя температура $+6^{\circ}\text{C}$, зимняя - -14°C . Первое упоминание о Свальбардском генбанке относится к началу восьмидесятых годов, а в 1989 г. увидел свет первый вариант проекта этого генбанка, созданный представителями международной экспертной группы ФАО. Тогда опрос ведущих ученых стран мира в области ГРП и важнейших держателей коллекций (всего 750 респондентов) показал, что проект заслуживает внимания и реалистичен. Однако политические дискуссии относительно правообладания гермоплазмой отложили воплощение идеи на долгий срок. В новых условиях вступления в силу МД и его многосторонней системы обмена и доступа, а также при активном участии независимой международной организации Глобального Доверительного Фонда растительного разнообразия культурных растений (ГДФ) Норвежское правительство решило реанимировать проект создания мирового генного банка в условиях вечной мерзлоты. Основная цель проекта - максимально обезопасить мировое сообщество от утраты ценного растительного разнообразия культурных растений и их диких родичей, независимо от национальной принадлежности, в случае глобальных катастроф, вплоть до фантастических, как-то: падение огромных метеоритов на планету, агrobiотеррористическая атака континентального уровня, крупные техногенные аварии, масштабные природные катаклизмы или региональные конфликты с использованием оружия массового уничтожения. Стоимость Международного Арктического Генбанка - 20 млн норвежских крон (около 3 млн долл., или 2,5 млн евро). Расходы по обслуживанию генбанка, часть которых возьмет на себя ГФД, после полного завершения строительства (октябрь 2008 г.) составят 200 тыс. долл. в год. После первых трех лет эксплуатации планируется снижение затрат до 100 тыс. долл. Арктический

генбанк будет принадлежать Норвегии, но руководство будет осуществлять Руководящий совет. Фактически Арктический генбанк - дар Норвегии мировому сообществу.

Образцы растений наиболее важных сельскохозяйственных культур, обеспечивающих глобальную продовольственную безопасность, в количестве 500 семян каждого растения будут запаяны в алюминиевые пакеты и заложены в специальных коробках на долгосрочное хранение. Всего планируется заложить около 3 млн. образцов. Постоянную температуру - 18°C поддерживает специальное холодильное оборудование. В случае его выхода из строя, благодаря естественным условиям и теплоизолирующим панелям, необходимая температура будет держаться около года, но, в любом случае, не повысится более -3,5°C в связи с арктическими климатическими условиями. В первую очередь, будут заложены образцы коллекции, сохраняемые в генбанках Международных центров (их 9). США передаст из своего Национального хранилища на дублетное хранение семена тех культур, которых нет в Центрах. Предполагается, что очень лимитированное число национальных генбанков передадут свои образцы в Арктический генбанк, так как здесь будет сохраняться только самое уникальное мировое растительное разнообразие сельскохозяйственных культур.

Помимо этого, сюда заложат и дублетные образцы Нордического генного банка (НГБ), расположенного в Швеции. В нем хранятся на основании межправительственного договора национальные генофонды (около 30 тыс. образцов, происходящие из нордического региона) Дании, Швеции, Финляндии, Норвегии и Исландии, а также часть растительного материала стран Балтии. Здесь также планируется сохранять растительный материал из Эфиопии и России (некоторая часть коллекции ВИР) и других стран, обладающих ценным для мирового сообщества генофондом. Со всеми этими странами будут подписаны специальные соглашения о хранении дублетных образцов части национальных генофондов. Любая страна может предложить заложить на долгосрочное хранение в Арктический генбанк растительные ресурсы своего происхождения, но окончательное решение о хранении этих ресурсов будет принимать Руководящий совет генбанка и Экспертный совет ГДФ. В случае принятия положительного решения ответственность за подготовку передаваемых дублетных образцов на долгосрочное хранение несут национальные организации-держатели коллекций. Семена, заложенные в контейнеры на дублетное безопасное сохранение, могут быть предоставлены международному сообществу только в самых критических ситуациях.

В Экологической доктрине Российской Федерации, одобренной распоряжением Правительства страны в 2002 г., указано, что современный экологический кризис ставит под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации. В ней утверждается, что преодоление кризиса возможно только на основе формирования нового типа взаимоотношений человека и природы, исключающих возможность разрушения и деградации

природной среды. Совершенно очевидно, что устойчивое развитие страны, здоровье и высокое качество жизни ее населения, а также национальная безопасность могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды. Для этого необходимо формировать и последовательно реализовывать единую государственную политику в области экологии, направленную на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

К сожалению, сегодня в России, где впервые в мире благодаря академику Н.И. Вавилову, на научной основе начала проводиться широкая мобилизация мировых генетических ресурсов растений, их надежное сохранение и комплексное изучение с целью использования в создании новых сортов для обеспечения продуктами питания и другими товарами обеспечения жизнедеятельности населения, этим проблемам уделяется слабое внимание на государственном уровне. Это происходит в то время, когда в условиях глобализации все страны мира придают им особо приоритетный государственный статус. Так, в странах СНГ (Украина, Казахстан, Азербайджан, Узбекистан, Армения) и в бывших республиках Прибалтики на правительственном уровне утверждены и функционируют Национальные координационные программы по сохранению и использованию растительных ресурсов, с помощью международных и национальных спонсоров и фондов построены генные банки. А ведь их объединенный *ex situ* генофонд культурных растений не достигает даже половины российского. ВИР в настоящее время является не только национальным, но и признанным мировым центром сохранения и изучения растительного разнообразия. В мировом рейтинге по количеству сохраняемого в коллекции генетического растительного материала он занимает четвертое место, в то время как по уникальности - этой коллекции нет равных. Так, в ней находится 21% гермоплазмы мирового растительного разнообразия льна, сохраняемого в генбанках мира, 13% пшеницы, 10% томатов и подсолнечника, 9% чечевицы, 8% картофеля, 7% сахарной свеклы и т.д. Это впечатляющие цифры! На европейском континенте коллекция института является самой богатой и занимает первое место по большинству культур. Наличие современного холодильного оборудования обеспечивает безопасное долгосрочное хранение образцов согласно международным стандартам.

Следует отметить, что в скором времени ситуация в области сохранения и использования растительного разнообразия культурных растений в России может измениться не в лучшую сторону, несмотря на определенные достижения. Главная проблема - недостаточное внимание государства к стратегическим долгосрочным задачам в сфере безопасного сохранения и рационального использования растительного разнообразия культурных растений и необходимость правильной расстановки приоритетности тактических краткосрочных и среднесрочных задач в государственном планировании этой деятельности. Это приобретает

особую важность в преддверии вступления страны в ВТО, присоединения к МД и вхождения в МС, что, очевидно, тоже не за горами.

На основании подписанного соглашения с Международным институтом генетических ресурсов растений (с 2006 г. - Байоверсити Интернешнл) с 1990 г. по 2006 г. ВИР являлся ассоциированным членом ЕКПГРР без оплаты ежегодного взноса (15500 евро), принимал активное участие в работе всех Рабочих групп по культурам, разрабатывал структуру АЕГИС и создавал Европейскую информационно-поисковую базу данных по ГРР (ЕУРИСКО). Начиная с 7-й Фазы Программы (2006-2010 гг.) с вступлением в нее на правах полных членов восточноевропейских стран и ряда бывших республик СССР (страны Балтии, Армения, Грузия, Азербайджан) ассоциированное членство упрощено. ВИР позволено некоторое время участвовать в деятельности Программы, пока Правительство РФ или соответствующие министерства не примут решение о присоединении России и внесении ежегодного взноса в ЕКПГРР. В настоящее время более 40 стран Европы и ЕС являются ее членами. Совместными усилиями ведется разработка официальных документов интеграции и сотрудничества на континенте, их принципы и модели, создаются современные стратегии деятельности генбанков, а Россия – в лучшем случае на правах наблюдателя, без права голоса.

В 2006 г. Российская Федерация вступила в ФАО ООН и примкнула к Комиссии ФАО по ГРР. На уровне правительства рассматривается вопрос о присоединении к МД и вступлении в Многостороннюю систему доступа к генетическим ресурсам и распределению выгод от их использования. Но уже состоялось второе заседание Руководящего комитета МД по разработке механизмов деятельности и формированию рабочих органов, и опять без России.

В недалеком будущем страна станет членом ВТО, а имеющееся национальное законодательство не учитывает многие реалии динамично развивающейся проблемы с комплексом деятельности в области генетических ресурсов, не позволяет проводить широкое сотрудничество и кооперацию на международном, региональном и национальном уровнях. Членство в этих и других авторитетных международных организациях налагает определенные обязательства со стороны государства, которые необходимо заранее предвидеть, чтобы успешно отстаивать свои национальные приоритеты и интересы.

Ряд стран при непосредственной поддержке своих правительств наращивают свое лидерство в проблеме, ведут активные дискуссии на всех международных форумах и значительно увеличивают бюджетное финансирование на Национальные программы по агробиоразнообразию. Это такие страны, как: США - годовой бюджет Национальной программы по ГРР составляет 56 млн долл., КНР - 40 млн долл., Р.Корея - 35 млн долл., Индия - 30 млн долл., Германия - 32 млн евро и т.д. Казахстан, после утверждения Национальной программы по ГРР, приступил к строительству

на собственные средства дорогостоящего современного генного банка для сохранения агробιοразнообразия, ускоренными темпами готовит молодых специалистов и ученых для работы в этой области. Такие примеры в мире не единичны

Ускорение темпов взаимозависимости стран мира со второй половины XX века привело к пониманию, что проблемы глобального мира необходимо решать совместными усилиями на основе компромиссов и сотрудничества с целью перехода на устойчивое развитие и сохранение окружающей среды планеты. Однако условия, при которых происходит взаимодействие, далеко не однозначны. Ужесточение конкурентной борьбы на мировом рынке, усиление режимов охраны прав ИС, экспансия транснациональных корпораций и их внедрение в национальные экономики, ожесточенная борьба за обладание природными ресурсами, включая генетические, продолжающиеся процессы обнищания населения, хроническая нехватка продовольствия и голод во многих развивающихся странах мира, локальные военные конфликты и международный терроризм - вот далеко не полный перечень тех проблем, на фоне которых должны осуществляться кооперация и сотрудничество в решении глобальных мировых проблем.

“Сильно сниженный уровень сельскохозяйственного производства вследствие природных бедствий, агротерроризма, поражения вредителями и болезнями может привести к потере нашего лидирующего места на экспортном рынке и способствовать повышению отечественных цен на продовольствие и сельскохозяйственную продукцию. В наших национальных интересах осуществлять поддержку научных программ в области сбора, сохранения и изучения генетических ресурсов растений, чтобы обеспечить максимальную защиту от экономических потерь...” - эта выдержка из доклада руководителя Национальной программы по ГРР США Конгрессу страны весьма четко иллюстрирует необходимость государственного отношения к проблеме, в котором ярко выражены национальные интересы в области сохранения и использования агробioresурсов, что на практике ни в коей мере не ограничивает возможности широкомасштабного международного сотрудничества США (Information ..., 1998).

Россия играет одну из важнейших ролей в мировой политике и экономике, имеет вполне определенные национальные и геополитические интересы, которые должны охватывать и стратегические вопросы, связанные с агробιοразнообразием и, в частности, с генетическими ресурсами культурных растений.

ЛИТЕРАТУРА

- Вавилов Н.И. Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений. / Доклад на общем собрании V международного генетического конгресса в Берлине в сентябре 1927 г. (в книге «Происхождение и география культурных растений»). 1987. С. 146.
- Конвенция о Биологическом Разнообразии. Текст и приложения. Женева, Швейцария, Секретариат КБР, 2002, 34 стр.
- A Strategic Framework for the Implementation of a European Genebank Integrated System. (Discussion Paper). IPGRI. Italy. 2006. P. 1-20.
- Crop Diversity at risk! The case for sustaining crop collections. Imperial College of Science, Technology and Medicine. UK. 2002.
- Fowler C. Global Efforts to Save Crop Diversity. // SES. Edition 2005. P. 30-31
- Geo year book. An Overview of Our Changing Environment. // UNEP. Kenya. 2004/5. 96 p.
- Halving Hunger. It Can Be Done! Achieving the Millennium Development Goals. // Report from the UN Millennium Development Project Task Force on Hunger. UN. USA. January 2005. P.30
- Hammer K. Resolving to challenge posed by agrobiodiversity and PGR – an attempt // Journal of Agriculture and Rural Development in Tropics and Subtropics. Beiheft 76. 2004. 184 p.
- Heffer P. The role of European plant breeding in implementing the Leipzig GPA // Implementation of GPA for the conservation and sustainable utilization of PGR for Food and Agriculture. IPGRI. 1999. P. 159-162
- Information on the condition of the national PGR system. / GAO/ RCED -98-20. Washington DC. 1998. P. 89
- Maxted N. ECP/GR in the Broader European Conservation Context. // School of Bioscience, University of Birmingham. UK. 2000. P. 5
- Pearce F. Returning War-Torn Farmland to Productivity. // The New Scientist. January. 2006 P. 2-3.
- Qualset C., Shands H. Safeguarding the Future of US Agriculture. The Need to Conserve Threatened Collections of Crop Diversity Worldwide. / Genetic Resources conservation Program. University of California. USA. 2005. 41 p.
- Stolton S., Maxted N., Ford-Lloyd B. Food Stores, using protected areas to secure crop genetic diversity. // University of Birmingham. UK, 2001. 55 p.
- State of World Report on PGRFA. FAO. Rome. 1998. 510 p.
- Virchow D. Efficient Conservation of Crop Genetic Diversity. Theoretical Approaches and Empirical Studies. // Springer. 2003. 247 p.
- World Resource Institute. UNEP. // Conservation International. 2006. 10 p.

Н.И. ВАВИЛОВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ТЕОРИИ ИНТРОДУКЦИИ РАСТЕНИЙ

Л.Е. Горбатенко

В текущем 2007 г. научная общественность России отмечает 120-ю годовщину со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Главной целью научно-исследовательской деятельности Вавилова было стремление познать растительные богатства земного шара вообще и полезные растения для разносторонних нужд человечества в частности. И здесь программа деятельности ученого неразрывно связана с проблемами происхождения растений, их филогенетических взаимоотношений, историей земледелия и многими другими, касающимися изучения самого растительного организма.

Первые исследовательские работы мирового значения Н.И. Вавилов опубликовал в 1913-1919 гг. Они были посвящены проблеме иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. В 1916 г. Н.И.Вавилов принял участие в своей первой экспедиции в Среднюю Азию. Собранный в экспедиции растительный материал явился основой для установления им всемирно известного «Закона гомологических рядов в наследственной изменчивости».

Изучив мировой опыт интродукции растений Н.И. Вавилов впервые в истории создал научную теорию интродукции растительного богатства земли, которая изложена в его книге «Центры происхождения культурных растений», вышедшей в 1926 г. Наряду с этим он установил и основные центры их введения в культуру. Вооруженная первоклассной теорией интродукционная работа заняла ведущее место в деятельности института и получила стремительное развитие. Кроме того, Н.И. Вавилов не только разработал теорию интродукции, но и положил начало созданию мировой коллекции растений. В результате огромной экспедиционной работы, проведенной при личном участии Н.И.Вавилова и его соратников и последователей, за всю историю института осуществлено 282 зарубежные экспедиции, которые обследовали 116 стран мира; более 1180 экспедиционных отрядов обследовали территории бывшего СССР и России, доставив в коллекцию сотни тысяч образцов с.-х. культур. ВИР по праву стали называть институтом мировых растительных ресурсов, стало возможным преобразование земледелия нашей страны, дальнейшее развитие получила теория интродукции, были решены многие важнейшие проблемы селекции растений.

N.I.VAVILOV – THE INVENTOR OF THE PLANT INTRODUCTION THEORY

L.E.Gorbatenko

In 2007 the scientific community of Russia celebrate 120- anniversary of academician N.I.Vavilov. Main objective of research activity of Vavilov was tendency to learn vegetative riches of globe in general and useful plants for versatile needs of mankind in particular. Here again the program of activity of the scientist is closely related with problems of a phytogeny, their phylogenetic relations, a history of agriculture and many others, concerning studying of the most vegetative organism.

The first global research works of N.I.Vavilov has published in 1913-1919. They have been devoted to a problem of immunity of plants to infectious diseases. In 1916. N.I.Vavilov has taken part in the first collection mission to Central Asia. The vegetative material collected on collection mission was a basis for an establishment world famous « Law of gomological lines in hereditary variability ».

Having studied world experience introduction plants N.I.Vavilov has created the scientific theory plant introduction for the first time in a history which is stated in his book «Centers of origin of cultural plants», published in 1926. Alongside with it he has established also the basic centers of their introduction in culture. Introduction of plant based on this theory has taken the basic place in activity of institute and has received prompt development. Besides N.I.Vavilov not only has developed the theory of introduction, but also has begun creation of a world collection of plants. As a result of the huge collection work which have been carried out at personal participation by N.I.Vavilov and his colleagues, for all history of institute 282 foreign collection missions which surveyed 116 countries of the world are carried out; more than 1180 collection mission groups surveyed territories of the former USSR and Russia, added in a collection of hundred thousand accessions of agricultural crops. VIR by the right began to name institute of world plant resources, there was possible a transformation of agriculture of our country, the theory of introduction was received further development, many major problems of plant breeding have been solved.

В текущем 2007 году научная общественность России отмечает важную в истории биологической науки дату – 120-ю годовщину со дня рождения гениального ученого-ботаника и генетика, агронома и географ-путешественника, основателя отечественной школы биологов-растениеводов, общественного деятеля (президент Всесоюзного географического общества в 1926-1935 гг., член ЦИК СССР), лауреата премии В.И. Ленина, первого президента ВАСХНИЛ, почетного члена многочисленных зарубежных научных учреждений, академика Николая Ивановича Вавилова.

Многогранная и успешная научная и общественная деятельность Н.И. Вавилова была обусловлена многими его человеческими достоинствами – исключительной работоспособностью, физическим здоровьем, бодростью духа, богатой природной одаренностью, юмором, обаянием и уникальной способностью стратегического теоретического научного мышления.

Однако как бы не была многогранна научно-исследовательская деятельность Н.И.Вавилова, ее лейтмотивом, то есть, главной целью было стремление познать растительные богатства земного шара вообще и полезные для разносторонних нужд человечества растения, в частности.

И здесь программа деятельности ученого неразрывно связана с проблемами происхождения растений, их филогенетических взаимоотношений, историей развития общественных формаций, историей земледелия и многими другими проблемами, касающихся изучения самого растительного организма.

Родился Н.И. Вавилов в Москве, в состоятельной купеческой семье, 25 ноября 1887 г. Среднее образование получил в Московском коммерческом училище, являвшемся в то время одним из лучших в Москве. После окончания училища, в 1906 г. поступил в Московский сельскохозяйственный институт (ныне Московская Академия имени К.А. Тимирязева), так как по словам самого Н.И. Вавилова, его больше всего влекла медицина, естествознание, агрономия.

Выдающиеся способности Н.И. Вавилова были отмечены еще в его студенческие годы в докладах, прочитанных в кружке любителей естествознания: «Генеалогия растительного царства», а позднее в курсе лекций «Генетика и ее отношение к агрономии», прочитанных в 1912 г. на высших женских сельскохозяйственных курсах.

Анализируя жизненный, творческий путь Н.И. Вавилова, нельзя не вспомнить его учителей и выдающихся ученых, общение с которыми безусловно способствовало и направленности исследований Н.И. Вавилова и развитию их тенденций. Среди них, в первую очередь, следует назвать Д.Н. Прянишникова, Д.Л. Рудзинского, С.И. Жегалова, А.А. Ячевского, Р.Э. Регеля, В.Р. Вильямса, А.Г. Дояренко, Н.Н. Худякова и многих других, среди которых были не только растениеводы, но и биохимики, физиологи, метеорологи, геологи, экономисты.

Первые исследовательские работы мирового значения Н.И. Вавилов опубликовал в 1913-1919 гг. (в возрасте 26-32 лет), Они были посвящены проблеме иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Его капитальная работа под названием «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям» в 1914 г. была представлена в качестве магистерской диссертации. В ней впервые на основе изучения коллекций пшеницы была установлена классификация видов иммунитета, вскрыты закономерности в распределении иммунитета у растений, а также его генетическая природа (Вавилов, 1913, 1919).

В 1916 году Н.И. Вавилов принял участие в своей первой экспедиции в Среднюю Азию, которая обследовала 24 флористических региона Туркмении, Таджикистана, Горного Бадахшана и Ирана, собрала и доставила в коллекции тогдашнего Бюро по прикладной ботанике более 2700 образцов различных с/х культур. На основе результатов работы экспедиции Н.И. Вавилов впервые в науке дал представление о первичных и вторичных культурах, т.е. о происхождении культурных растений из сорняков (культурной ржи и культурного овса от сорной ржи и овсюга, местной сурепицы и индау).

Собранный Вавиловым в экспедиции растительный материал явился также основой для установления им всемирно известного «Закона гомологических рядов в наследственной изменчивости» (Вавилов, 1920).

Суть этого закона заключается в установлении существования определенных стройных систем в распределении сходных морфологических, физиологических и др. признаков отдельных видов и родов. Используя это сходство, можно, подобно таблице элементов Менделеева, предвидеть и определить недостающие ее звенья.

Содержание закона Н.И. Вавилов доложил на III Всероссийском селекционном съезде, состоявшемся в июне 1920 г.

По свидетельству участников съезда, доклад Н.И. Вавилова был заслушан с исключительным вниманием и закончился под восторженные аплодисменты. Участник съезда профессор В.Р. Зеленский воскликнул: «Это биологи приветствуют своего Менделеева», а профессор Н.М.

Тулайков в своем выступлении сказал: «Что еще можно добавить к этому докладу! Не погибнет Россия, если у нее есть такие сыны как Николай Иванович».

Поиск недостающих звеньев в системах привел Н.И. Вавилова к выяснению закономерностей географического распределения рас и признаков, к проблеме происхождения культурных растений, то есть к созданию теоретических основ интродукции растений.

Проблема происхождения культурных растений интересовала многих исследователей и ранее, начиная с Декандоля – автора целой серии замечательных книг по ботанической географии (1855 г. – “Рациональная ботаническая география”, 1880 г. – “Фитография”, 1882 – “Происхождение культурных растений”) и Дарвина (1809-1882 гг.), открывшего закон естественного отбора как фактора органической эволюции.

Однако до исследований в этом направлении Н.И.Вавилова проблема установления географических центров происхождения культурных растений не была решена.

Вот почему при работе в созданном в 1920 г. Бюро по прикладной ботанике и новым культурам, преобразованном им позднее (1924-1930 гг.) во Всесоюзный институт растениеводства, Н.И. Вавилов сосредоточил свое внимание на изучении интродукции растений в историческом аспекте в России и за рубежом. В результате он обнаружил, что до сих пор интродукция полезных растений в ту или иную страну осуществлялась стихийно, без определенного плана, без какой-либо научной теории.

Изучив архив Бюро интродукции растений своей страны, Н.И. Вавилов пришел к убеждению о необходимости радикального изменения всей интродукционной работы, о необходимости создания научной теории интродукции растительного богатства Земли.

Первый набросок поисковой интродукционной работы был дан Н.И. Вавиловым в книге «Центры происхождения культурных растений», вышедшей в 1926 г. Эта небольшая по объему книга и явилась теоретической основой интродукции растений (Вавилов, 1926).

В ней Н.И. Вавилов указывает, что в современную геологическую эпоху видовое разнообразие распределено неравномерно по земле. Выделяется ряд областей, характеризующихся максимальным разнообразием эндемичных форм и видов. Такие области Н.И. Вавилов назвал основными географическими центрами их происхождения. Подавляющее большинство культурных растений, по мнению Н.И. Вавилова, в своем происхождении связано с семью следующими центрами:

1. Южно-Азиатский тропический (Индия, Южный Китай, острова Юго-Восточной Азии). Эта территория исключительно богата дикорастущей флорой, составляющей приблизительно $\frac{1}{4}$ видового разнообразия мировой флоры, она дала приблизительно $\frac{1}{3}$ общего числа видов культурных растений (рис, сахарный тростник, огурец мелкоплодный, манго, апельсин, мандарин, цитрон и многие другие).

2. Восточно-Азиатский, включающий умеренные и субтропические части Центрального и Восточного Китая, Тайвань, Корею и Японию, отсюда произошло 10% возделываемых человеком растений. Среди них просо, капуста – разные виды, огурец китайский, тыква мускатная, спаржа, репа японская, редька, чеснок китайский, дыня, баклажан китайский, фасоль адзуки, соя, плодовые и клубнеплодные растения.

3. Юго-западно-среднеазиатский центр (охватывает Афганистан, Иран, Малую Азию, Среднюю Азию, Кавказ, Сирию). Это важнейшая область видов хлебных злаков, зерновых бобовых, плодовых, включая виноград и овощные культуры (морковь, дыня, репа, репчатый лук, чеснок, шпинат, базилик). В общей сложности центр дал начало 14% мировой культурной флоры – 140 растений из 1000.

4. Средиземноморский центр, где в прошлом расцвели величайшие древнейшие цивилизации, дал начало 11% видам культурных растений. В их числе маслина, рожковое дерево, множество овощных (свекла, капуста белокочанная, петрушка, артишок, репа, брюква, репчатый лук, чеснок, лук-порей, шнитт-лук, чабер, спаржа, цикорий, укроп, щавель, многие пряные) и кормовые культуры.

5. Абиссинский центр (Африканский континент). Абиссиния и горная Эритрея дали до 40 видов культурных растений. Отсюда берут свое начало чрезвычайно скороспелые формы хлебных злаков (пшеница, ячмень), зерновых бобовых, люцерны, а также овощных растений (арбуз, овощная горчица, лук шалот и др.).

6. Центральноамериканский центр, включая Мексику, дал в культуру около 9% важнейших пищевых, технических и лекарственных видов растений – кукуруза, хлопчатник – упланд, фасоль, тыква, какао, батат, перец, многие плодовые (гуаява, аннона, авокадо, липпия)

7. Андийский центр Южной Америки с тремя очагами – Андийским, Бразильским и Чилоанским. Это родина многих клубненосных растений, из которых важнейшим является картофель, родина томата, длинноволокнистого хлопчатника (*Gossypium barbadense*), арахиса, ананаса, каучукового и хинного дерева, чилийской земляники. Отсюда берет свое начало новое растение – сахаронос – стевия. Всего 7% культурных растений.

Остальные пространства Земли, включая Австралию, Северную Америку, Евразию и другие территории вне центров происхождения, дали человеку не более 3% культурных растений. Только в последнее время начинается широкое использование в Европе и Америке местной и дикорастущей растительности для введения в культуру новых кормовых, эфиромасличных, лекарственных и дубильных растений.

Наряду с центрами происхождения культурных растений, Н.И. Вавилов установил и основные центры их введения в культуру. В отличие от ранее существовавшей гипотезы Мечникова о том, что земледелие зародилось в долинах рек Тигра и Ефрата, Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, Н.И.

Вавилов создал теорию происхождения земледелия в горах и предгорьях умеренно-теплого климата. Об этом свидетельствуют исторически установленная локализация древнеиндийской, индокитайской и китайской культур, древних культур Ирана, Малой Азии, Сирии и египетской культуры, а также культур инков, чибча и майя – в Новом Свете.

Именно в области (центры), богатые видовым составом растений, включающие большое количество съедобных, шел первобытный человек. Здесь, в предгорьях и горных районах, наиболее здоровых и удобных для поселения небольших групп людей, появились первобытные цивилизации. И здесь же были введены в культуру многие растения, в числе которых есть еще и малоизвестные нам. Все эти факты необходимо учитывать при организации поисковой работы.

Отдельные же растения, наоборот, вышли далеко за пределы своей начальной родины, вместе с человеком подверглись большим изменениям и под влиянием естественного и искусственного отбора вырабатывались новые формы, а иногда и новые виды и подвиды, представляющие огромный интерес.

Нужно отметить, что для установления центров происхождения культурных растений Н.И. Вавилов впервые применил разработанный им же дифференциальный ботанико-географический метод, включающий изучение сначала географии отдельных видов и сортов возделываемых растений, биологии и условий их произрастания, а затем установление районов их наибольшего сосредоточения.

Области максимального разнообразия, включающие ряд эндемичных форм и признаков, по Вавилову обычно и являются центрами формообразования.

Таким образом, в работе «О центрах происхождения культурных растений», впервые в биологической науке Н.И. Вавилов дал научное обоснование распределению форм культурных растений по земному шару. За эту работу Н.И. Вавилов был удостоен, в числе первых ученых страны, ленинской премии. А.М. Горький, очарованный глубиной и широтой мыслей Н.И. Вавилова, выраженных в работах «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» и « Центры происхождения культурных растений», написал в одном из своих писем: « Как все это талантливо, как значительно» (см. Горький и наука. Статьи, речи, письма, воспоминания, М., 1964, с.144).

В этой работе показана также глубокая закономерность в распределении видов по земному шару. А именно, Н.И. Вавилов показал, что в центрах происхождения культурных растений, где обнаруживаются интенсивные формообразовательные процессы, проявляют себя преимущественно доминантные признаки. Рецессивные же признаки, с которыми нередко связаны и ценнейшие качества растений, могут устойчиво проявить себя, лишь выйдя за пределы этих центров, где они не будут подавляться и маскироваться признаками доминантными.

Помимо основной географической закономерности эволюционного процесса, Н.И. Вавилов раскрыл целый ряд правильностей в распределении отдельных групп, видов и разновидностей растений на земном шаре. Например, если флора Европы очень бедна видами древесных растений, Кавказ, горные и предгорные районы Средней Азии богаты их разнообразием (Вавилов, 1931).

Горные районы Южной Америки родина не только картофеля, но и многих других диких и культурных клубнеплодов – оки, уллюка, клубненоносной настурции, значит – здесь были соответствующие условия для развития клубненоносных видов, обычно редких в других флорах.

Страны, окружающие Средиземное море, отличаются крупнозерными, крупноплодными и крупноцветковыми сортами культурных и сорных растений. Как показали экспедиции ВИР, пшеница, овес, лен, зерновые бобовые, овощные и многие другие растения отличаются крупными размерами семян. Наоборот, Северная Индия, Афганистан, Средняя Азия характеризуются мелкозерностью тех же видов культурных растений. Для маленького горного Йемена (Счастливая Аравия), окруженного пустынями, характерны самые раннеспелые в мире сорта пшеницы, ячменя, льна, чечевицы, синей люцерны.

Многие виды деревьев Австралии отличаются быстрым ростом (эвкалипты, акации, казуарины). Таким же быстрым ростом и развитием большой вегетативной массы в короткое время отличаются многие виды травянистых растений Западной Сибири и предгорного Алтая.

Восточный Китай оказался родиной голозерных – овса, ячменя и проса.

Флора горных и предгорных районов Средиземноморских стран и юго-западной Азии, включая Среднюю Азию, Кавказ и Северную Персию, очень богата эфиромасличными растениями.

Такого рода факты имеют первостепенное значение для целенаправленных поисков тех или иных растений, указывают, где необходимо их искать.

Решающее значение имеет установленный факт, что большинство интересующих нас культурных растений происходит из горных и предгорных субтропических и тропических районов. Это обуславливает возможность перенесения к северу сортов из южных стран, ибо многие из тропических высокогорных растений отличаются коротким вегетационным периодом. Так, например, оказалось, что ячмени, собранные Н.И. Вавиловым в горах Абиссинии, расположенной вблизи экватора, вызревают не только около Ленинграда, но даже за Полярным кругом у Хибин.

Большое внимание уделял Н.И. Вавилов изучению роли климатических и почвенных, а точнее, экологических аналогов, которые необходимо учитывать при подборе и перенесении видов и сортов в другие районы. При этом он советовал учитывать сходство этих условий нашей страны и той, откуда собирают семена и переносят растения (Вавилов, 1966).

Таким образом, исследования и теоретические обобщения Н.И. Вавилова впервые дали научное обоснование мобилизации растительных

ресурсов, обоснование поисковой работы, направленной на овладение растительными богатствами Земли, стали теоретической и практической основой современной интродукционной работы, которая теперь осуществляется исключительно целенаправленно и по научно обоснованному плану.

Н.И. Вавилов (1939) дал также определение понятия интродукции растений, в которое он включал три раздела:

1. Привлечение из других стран видов и сортов;
2. Перемещение культур из одних районов в другие в пределах одной страны;
3. Введение в культуру новых растений из состава как отечественной, так и иноземной дикой флоры.

Вооруженная первоклассной теорией интродукционная работа заняла ведущее место в деятельности института и получила свое стремительное развитие. Этому способствовало также и то обстоятельство, что работа по сбору растительных ресурсов рассматривалась как важнейшая государственная задача и осуществлялась под непосредственным руководством Н.И. Вавилова.

Особое внимание Н.И. Вавилов уделял подготовке специалистов-интродукторов. Он неоднократно говорил, что растениевод-интродуктор должен иметь широкий кругозор. Наряду с основными ботанико-географическими знаниями, он должен изучать историю растениеводства, экологию культурных растений и ближайших их родичей, знать историю мировой селекции. Все участники экспедиций тщательно изучали растительные ресурсы континентов и отдельных стран, закономерности эволюции таксонов растительного мира и их ценность для селекции. Обращал внимание интродукторов также на то, что формообразование, включая образование новых видов, идет не только в первичных центрах, но и на периферии. Отдельные формы или географические расы при дальнейшем обособлении в контрастных условиях среды могут перейти в отдельные виды.

Н.И. Вавилов не только разработал теорию интродукции, но и положил начало созданию мировой коллекции растений. Он первым установил, что коллекция растительного материала должна включать:

1. Местные сорта, созданные народной селекцией, путем отбора из дикорастущей флоры.
2. Мутантные формы, созданные искусственно или возникшие естественным путем.
3. Селекционные сорта различных стран.
4. Гибридные формы растений, созданные в результате новейшей селекции.
5. Дикорастущие и примитивные культурные виды, как источник ценных для селекции генов.

В результате огромной экспедиционной работы, проведенной при личном участии Н.И. Вавилова и его соратников, в короткий срок (с 1924

по 1940 гг.) были осуществлены ботанико-географические обследования и сбор растительного материала во всех основных земледельческих районах земного шара. Только на территории нашей страны за указанный период осуществлено 141 экспедиционное обследование; 18 экспедиций проведено в 47 зарубежных государствах, из них в 11 экспедициях участвовал сам Н.И.Вавилов посетив 50 стран. Важно отметить, что большинство зарубежных экспедиций того времени были широкомасштабными. Они продолжались один-два года и охватывали по две-три страны и более.

Экспедиции института пополнили коллекцию ВИР тысячами образцов, составляющих богатейший фонд исключительного разнообразия сортов и форм возделываемых растений, равного которому не было ни в одной стране мира. Поступивший материал сразу же подвергался тщательному изучению и вовлекался в селекционный процесс. В 1940 г. коллекция содержала более 250 тысяч образцов семян и посадочного материала.

Впервые были интродуцированы морозо- и ракоустойчивые виды и сорта картофеля, крупносемянные формы кукурузы, устойчивые к болезням виды пшеницы, скороспелые сорта хлопчатника, устойчивые к головне и ржавчине сорта овса, крупносемянные льны, высокоценные сорта пивоваренного ячменя и многие другие культуры.

ВИР по праву стали называть институтом мировых растительных ресурсов. Стало возможным преобразование земледелия страны. Изменилась сортовая карта полей, земледелие продвинулось в северные и восточные районы. Внедрены сорго, африканское просо (пеннисетум), суданская трава, джут, бамия и другие культуры. По инициативе Н.И. Вавилова во влажных субтропиках Кавказа была освоена культура лимона, грейпфрута, чая.

Научный подход к интродукции растений позволил не только обогатить отечественную селекцию необходимым исходным материалом, но и уточнить и дополнить упомянутые выше теоретические исследования, разработать ботанико-географические основы селекции растений.

К сожалению, безвременная гибель Н.И. Вавилова и годы Великой Отечественной войны надолго прервали широкомасштабную, развернутую Н.И. Вавиловым, интродукцию растений в нашу страну.

В первые послевоенные годы пристальное внимание уделялось сбору и изучению растительных ресурсов на территории Советского Союза. Только за два десятилетия – с 1946 по 1965 гг. – институт осуществил 130 экспедиционных обследований в различных районах бывшего СССР.

Планирование и проведение экспедиционных сборов, как и прежде, основывалось на познании раскрытых Н.И.Вавиловым закономерностей географического распространения и распределения генов. Это облегчало поиск форм растений с доминантными признаками, которые обладали комплексной устойчивостью и были способны противостоять экстремальным условиям среды.

В 1965-1966 гг. для организации более эффективного обследования и сбора растений на территории бывшего СССР в институте были

сформированы шесть постоянно действующих экспедиций, которые работали на территории нашей страны – Европейская, Казахская, Центральноазиатская, Сибирская, Дальневосточная и с 1976 года – Западносибирская. Ежегодно в то время на территории страны работали 30-35 экспедиционных отрядов. Для обследования и сбора растений в зарубежных странах ежегодно выезжали сначала 1-5, а в 1960-1980-е годы – 8-10 специалистов (в это время институт возглавлял выдающийся организатор науки академик Д.Д. Брежнев).

В результате с 1966 по 2000 гг. ученые ВИР осуществили ботанико-географическое обследование и сбор ценных для селекции растений на территории около 90 зарубежных стран и в бывшем СССР от Кольского полуострова до Черного моря и от болот Беларуси до Курил. В коллекцию ВИР было доставлено более 78 000 образцов семян и посадочного материала и около 10 000 листов гербария различных культурных растений и их дикорастущих родичей. Среди них источники скороспелости, иммунитета к вредителям и болезням, устойчивости к неблагоприятным условиям среды, высокого качества, продуктивности и другие. Лучшие из них были включены в селекционный процесс.

Ученые ВИР собрали новый материал не только в странах, где побывал Н.И. Вавилов и его соратники, но впервые посетили и обследовали еще более 45 государств.

Всего же за годы деятельности института было осуществлено 282 флористические зарубежные экспедиции, которые обследовали 116 стран мира, и более 1180 экспедиционных отрядов обследовали территорию бывшего СССР и России.

В настоящее время коллекция ВИР содержит 319 769 образцов, представленных 2169 видами, 376 родами и 64 ботаническими семействами. Учеными ВИР доставлены не только семена и посадочный материал, но и научная литература, установлены личные контакты с учеными зарубежных стран.

Следует подчеркнуть, что имя Н.И. Вавилова и созданного им Всесоюзного (сейчас Всероссийского) института растениеводства всегда являлись благоприятной визитной карточкой участников экспедиций за рубежом. Уже при первых контактах с зарубежными учеными они создавали ту доверительную, теплую и деловую атмосферу, которая с первых дней пребывания в той или иной стране гарантировала успешную и плодотворную их работу. Это объясняется тем, что во всех странах, которые Н.И. Вавилову удалось посетить, он оставил о себе неизгладимую память у всех, кто с ним встречался или сопровождал. Эта память о нем сохраняется и передается из поколения в поколение до сих пор, как об исключительно высокообразованном исследователе, обаятельном и доброжелательном человеке-интернационалисте.

Зарубежный член-корреспондент ВАСХНИЛ кубинский профессор Франциско Диас Баррейро в книге «Доктор Николай Иванович Вавилов и первые научные связи с Кубой» (1975 г.) писал: «Советский ученый был

человеком беспредельно интересным во всех аспектах. Обладая большой культурой, он говорил на 12 иностранных языках. В силу неутомимой работоспособности, характера и энтузиазма, для него не существовало трудностей, он всегда побеждал их своей смелой и решительной одухотворенностью. Престиж Вавилова как ученого в международных научных центрах, его личные контакты и его исключительная изобретательность позволяли ему преодолеть огромные препятствия, которые чинили правительства зарубежных стран представителям молодой страны Советов».

В странах Латинской Америки, которые мне посчастливилось посетить, живая память о Н.И. Вавилоче до сих пор сохраняется на посещенных им опытной станции «Чагуарамас» острова Тринидад, в старейшем Университете Южной Америки Сан-Маркос г. Лимы, в институте сельскохозяйственной технологии Кастеляр близ Буэнос-Айреса и на опытной станции Эстансуэла в Уругвае, которую Н.И. Вавилов, за высокий уровень селекционной работы, проводившейся под руководством Альберто Бергера, назвал шведским Свалефом.

Имя Н.И. Вавилова присвоено лаборатории генетических ресурсов при Университете в Буэнос-Айресе.

Имя Н.И. Вавилова присвоено десяткам видов и других таксонов различных растений.

Учебники зарубежных стран по генетике и селекции неизменно помещают портреты и изложение важнейших трудов Н.И. Вавилова.

По примеру Бюро интродукции растений, созданного Н.И. Вавиловым в США, в 1970-1980 гг. руководством ВИР по договоренности с правительствами зарубежных стран были созданы опорные пункты ВИР в Мексике и Вьетнаме; это открыло новые возможности для интродукции эндемичных растений этих стран в генофонд нашей страны. В ходе их деятельности в коллекцию института было привлечено около 15 000 новых образцов ценных для нашей страны растений.

Наряду с этим, постоянно осуществлялась интродукция современных сортов, гибридов, линий и другого материала на основе взаимного обмена семенами и посадочным материалом с учреждениями и отдельными учеными зарубежных стран.

Значение интродуцированного материала трудно переоценить. Достаточно сказать, что, используя коллекции ВИР, селекционеры России и ближнего зарубежья создали свыше 4500 сортов различных культур, многие из которых возделываются и сейчас, занимая более 60 млн гектаров посевных площадей.

Глубокое изучение и использование исходного материала позволило расширить селекционные программы различных культур. Были созданы высокомасличные сорта подсолнечника; первые национальные гетерозисные гибриды кукурузы; сорта картофеля, устойчивые к фитофторе, нематоде, агрессивным биотипам рака; высокоурожайные сорта зерновых и бобовых культур; создано новое направление в селекции

короткостебельной пшеницы и ржи интенсивного типа; привлечены дикие виды льна, необходимые для селекции сортов, исключаящих дефолиацию листьев перед уборкой, доноры безгоссипольности семян; формы томатов с генами *rip* и *por*, необходимые для создания сортов и гибридов с повышенной послеуборочной лежкостью плодов; линии сахарной свеклы и других овощных культур с цитоплазматической мужской стерильностью.

Выделены доноры и начата селекция риса на полукарликовость, гороха на безлиственность и неастрескиваемость бобов, сои на устойчивость к цистообразующей нематоде. Новым направлением в селекции бобовых культур при создании сортов интенсивного типа является способность к азотофиксации; в селекции картофеля – устойчивость к механическим повреждениям; в селекции плодовых культур – спуровость. Создана и успешно внедряется новая зерновая культура – тритикале – источник белка с высоким содержанием незаменимых аминокислот. На базе коллекции ВИР в культуру вошли амарант, пекинская капуста, алыча, жимолость, облепиха, актинидия и другие растения. В утепленном и защищенном грунте северо-западных районов успешно стали выращивать кабачки и перец.

Возрождено производство ворсовальной шишки, полностью обеспечивающее сукольные фабрики необходимым сырьем и исключаящее его закупку за рубежом.

В районах Прикаспия внедрены новые аридные кормовые растения – терескен, кохия простертая и саксаул.

Наряду с решением практических задач селекции ученые ВИР значительно развили и дополнили теорию интродукции растений.

К установленным Н.И. Вавиловым 7 основным центрам происхождения культурных растений его соратниками П.М. Жуковским (1971) и Е.Н. Синской (1969) установлены Евроазиатский, Австралийский, Североамериканский и Африканский, которые, согласно терминологии Н.И. Вавилова, являются вторичными центрами или районами имитации, потому что большинство культурных растений были занесены из 7 главных центров, установленных Н.И. Вавиловым. На территории Африканского центра С.Н. Бахарева (1988) выделила 2 новых очага происхождения культурных растений – Западноафриканский и Центральноафриканский.

В.Ф. Дорофеев (1971) установил эпицентр формирования видов и эволюции рода *Triticum* (Транскавказский); Р.А. Удачин (1975) подтвердил мнение Н.И. Вавилова, что на территории центральной Азии совпадают центр происхождения и разнообразия видов пшеницы мягкой и карликовой; А.И. Иванов (1980) на территории Казахстана и Центральной Азии выявил большие очаги интрогрессивной гибридизации диких видов люцерны, площади различной плоидности видов, определил географию ценных признаков для селекции. Н.К. Лемешев (1983) установил очаг происхождения форм хлопчатника с длинным волокном и форм, устойчивых к вилту на острове Юкатан в Мексике. Н.И. Дзюбенко (1995) разработал теоретические, методические и экспериментальные основы

селекции люцерны на повышенную и стабильную семенную продуктивность.

Благодаря использованию ботанико-географического метода Н.И. Вавилова, нами изучены вопросы географии и филогении видов картофеля, совершенствована система видов этой важной культуры, установлены центры наибольшего разнообразия видов, центры наиболее активного видообразования, районы сосредоточения видов, обладающих ценными для селекции признаками, намечена стратегия интродукции картофеля на перспективу. Ученые отдела овощных культур Т.В. Лизгунова (1984), В.И. Буренин (1993), В.В. Сазонова (1983), В.И. Пыженков (1977), Т.Б. Фурса (1974) и др. установили центры происхождения и интенсивного формообразования капусты, свеклы, моркови, редьки, огурца, арбуза; предложили гипотезу их эволюции, разработали межвидовую классификацию.

Ученые отдела плодовых культур ВИР изучили вопросы полиморфизма отдельных культур и видов, установили очаги максимальной концентрации видов дикорастущего граната, фисташки, миндаля, семечковых и косточковых культур, установили границы высоты распространения кактуса и черешни мелкоплодной, определили площади произрастания аридных растений, осуществили другие исследования, подтверждающие и дополняющие учение Н.И. Вавилова по интродукции растений.

Изучая проблему сорных растений, Т.Н. Ульянова (1998) показала, что сорные растения, засоряющие основные сельскохозяйственные культуры (просо, амарант, амброзия) в центрах происхождения таких культурных растений как рис, пшеница, хлопчатник и кукуруза, возникли до появления возделываемых растений (археологические находки - василек, лебеда и др.) как экологически особая группа, склонная к вторичным местам произрастания.

Осуществляя исследования по программе Н.И. Вавилова, научные сотрудники отдела агрометеорологи (Смирнов В.А. и др.) под руководством Г. Селянинова (1957) выполнили огромную работу по оценке влияния агроклиматических условий на развитие основных сельскохозяйственных культур, на основе чего была создана «Агроклиматическая карта мира».

Н.И. Вавилов придавал особое значение проблеме новых культур, более полному использованию дикой мировой флоры как в пределах нашей страны, так и за ее пределами. Следуя этим идеям Н.И.Вавилова, ученые ВИР привлекли в коллекцию, изучают и внедряют в производство ряд ценных, ранее неизвестных нашей сельскохозяйственной науке и практике растений. Среди них мексиканское растение универсального использования амарант, новое плодое растение ирга, дающее богатые биологически активными веществами плоды, виды хеномелиса – одного из самых богатых источников пектиновых веществ и многие другие.

Из Западной и Центральной Африки доставлено новое перспективное бобовое растение воандзея (*Voandsea Subterranea*), по габитусу куста

напоминающее арахис. Это - засухоустойчивое растение, способное произрастать при высоких температурах на бедных песчаных почвах, где сою и арахис не возделывают. Семена содержат 18-19% белка, 68% углеводов при урожае зерна 0,9-1,0 т/га. Интродуцирована и изучается новая кормовая культура тифон, представляющая собой гибрид китайской капусты с турнепсом. Она отличается холодостойкостью и быстрым ростом, давая 1-3 укоса до 50 т/га зеленой массы.

Интродуцированы и изучаются, но недостаточно активно внедряются в культуру естественный каучуконос гваюла, новое растение – сахаронос – стевия или медовая трава, по сладости в 155-300 раз слаще сахара.

Начаты работы по интродукции нефтеносных растений, сок которых может служить естественным заменителем нефти; растений - галофитов (например, масличная соликорния), выносящих высокое засоление почв (масличный молочай), масличного арбуза, мало распространенных цитрусовых (сочный лимон) и других растений.

На опытных станциях института расширяются посевы возрожденной культуры ворсовальной шишки, сухие коробочки которой незаменимы в текстильной промышленности.

Растет интерес к таким альтернативным кормовым растениям, как многолетняя трава сильфия, дающая более 100 т/га зеленой массы, высокобелковое растение – козлятник восточный и многие другие.

Учитывая, что дальнейший прогресс селекции традиционных культур не мыслим без целенаправленной интродукции исходного материала, перспективные планы интродукционной работы предусматривают широкое привлечение доноров иммунитета к болезням и вредителям, устойчивости к экстремальным условиям среды. Поэтому внимание ученых института по-прежнему приковано к центрам происхождения культурных растений, которые и сейчас продолжают оставаться очагами максимального сосредоточения видов и форм, обладающих ценными для селекции признаками и свойствами, особенно если учесть, что здесь же происходит постоянный процесс формообразования и накопления зародышевой плазмы. Особое внимание будет уделено и странам с высокоразвитой селекцией, а также регионам, не тронутым влиянием цивилизации и хранящим староместные популяции и дикорастущие виды возделываемых растений, то есть планируется целевой поиск исходного материала с учетом перспективных программ развития селекции и географии, необходимых для решения этих программ признаков. Например, для сбора и привлечения в коллекцию пшениц, обладающих комплексной устойчивостью к различным патогенам, целесообразно посещение восточной Турции. Места сосредоточения полукарликовых форм риса с генами третьего типа полукарливости находятся на острове Тайвань. Доноры многосемянности сои следует искать на юге и юго-востоке Австралии, а источников холодостойкости сои – в Китае. По-прежнему, пристальное внимание будет уделяться интродукции перспективных для нашей страны новых культур.

Исходя из изложенного выше, стратегический план мобилизации мировых растительных ресурсов ВИР должен базироваться на учении Н.И. Вавилова о географии культурных растений и их дикорастущих родичей; данных о прогрессирующей эрозии ценных для селекции видов; современных и перспективных задачах селекции, а также основополагающих теоретических исследованиях. В реализации намеченных планов и преодолении имеющихся трудностей, путеводной звездой по-прежнему будут служить научные идеи Н.И. Вавилова, его неугасающий пример неутомимого труженика, путешественника-интродуктора и великого патриота нашей Родины.

ЛИТЕРАТУРА

- Бахарева С.Н.* Растительные ресурсы Западной и Центральной Африки. Л. 1988. С. 150.
- Буренин В.И.* Генетические ресурсы свеклы.// Сахарная свекла. 1993. № 1. С. 20-22.
- Вавилов Н.И.* Очерк современного состояния учения об иммунитете хлебных злаков к грибным заболеваниям. Тр. селекционной станции при Московском с.-х. институте. М. 1913. Т. 1. С. 113-158.
- Вавилов Н.И.* Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. Изв. Петровской с.-х. академии. М. 1919. Вып. 1-4.
- Вавилов Н.И.* Центры происхождения культурных растений. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т. XVI №2. Л. 1926. С. 248.
- Вавилов Н.И.* Роль Центральной Азии в происхождении культурных растений. Саратов. 1920. 16 с.
- Вавилов Н.И.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Сельхозгиз. 1935 С. 40.
- Вавилов Н.И.* Ботанико-географические основы селекции. Сельхозгиз. 1935. С. 50.
- Вавилов Н.И.* Учение о происхождении культурных растений после Дарвина. Доклад на Дарвиновской сессии АН СССР 28 ноября 1939г. // «Советская наука». № 2. С. 55-75.
- Вавилов Н.И.* Теория интродукции. Избранные сочинения. «Колос». М. 1966. С. 179.
- Вавилов Н.И.* Теория климатических аналогов в деле интродукции. Изд. «Колос», 1966. С. 221.
- Горбатенко Л.Е.* Виды картофеля Южной Америк. СПб. 2006. С. 41.156
- Дзюбенко Н.И.* Популяционно-генетические основы повышения и стабилизации семенной продуктивности люцерны. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора биол. наук. СПб. 1995. С. 38.
- Дорофеев В.Ф.* Ботанический состав и селекционное значение пшениц Закавказья. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора с.-х. наук. Л. 1971. С. 36.
- Жуковский П.М.* Культурные растений и их сородичи. Л. 1971. С. 791.
- Иванов А.И.* «Люцерна» М. 1980. 350 с.
- Лемешев Н.К.* Мексиканский центр происхождения и видового разнообразия рода *Gossipium* и проблема обогащения генофонда. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора биол наук Л. 1983. С. 36.
- Лизгунова Т.В.* Культурная флора СССР Т. XI - Капуста. Л. 1984. С. 328.

Пыженков В.И. Районы формирования устойчивости растений огурца и географические закономерности в ее распространении. Тр. по прикл. бот ген и сел. ВИР 1977 Т. 61. Вып.1 С. 19-31.

Сазонова Л.В. Корнеплодные растений родов *Raphanus L.*, *Daucus L.*, *Alium L.*, *Petroselinum Hill*, *Pastinaca L.* Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора с.-х. наук. Л. 1983. С. 38.

Селянинов Г. Агроклиматические основы рационального размещения с.-х. культур в СССР. М. 1957. С. 97-154. В сб. «Вопросы размещения и специализация ельского хозяйства. М. 1957.

Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры. Л. 1969. С. 481.

Фурса Т.И. Классификация рода *Citrus Ch.* ВИР. Л. 1974

Удачин Р.А. Новое в познании пшениц Средней Азии. В кн.: «Тезисы докладов XII Междунар. ботаническому конгрессу. 3-10 июня. 1975. С. 532.

Ульянова Т.Н. Сорные растения в флоре России и других стран СНГ. РАСХН. ВИР. СПб. 1998. 344 с.

СИСТЕМАТИКА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМАМИ СОХРАНЕНИЯ, ИЗУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Т.Н. Смекалова

Теоретические основы прикладной ботаники не только позволяют привлекать в мировую коллекцию ВИР уникальный генофонд культурных растений и их диких родичей для использования в качестве исходного материала при создании качественно новых сортов, но и способствуют получению фундаментальных знаний и развитию теоретических основ для работы с генетическими растительными ресурсами (ГРР). Теоретической основой исследований культурных растений и их диких родичей является *систематика культурных растений*. Получение новых современных знаний по изучению, сохранению и рациональному использованию генетических ресурсов растений невозможно без разработки научных основ базовой науки - систематики растений. *Сохранение и расширение коллекций* генетических растительных ресурсов, правильное *документирование* хранящихся образцов и *заполнение баз данных* хранимого материала невозможно без знания и правильного употребления основ таксономии, классификации и номенклатуры. Эти разделы систематики отвечают на вопросы, что именно и в каком объеме необходимо сохранять в коллекциях (*ex situ*) и в составе природных растительных сообществ (*in situ*). Качественно новое современное развитие систематики культурных растений осуществили Н.И.Вавилов, его соратники П.М. Жуковский, Е.Н. Синская и другие отечественные ученые. Теоретической основой для дальнейшего развития основ отечественной систематики культурных растений служит учение Н. И. Вавилова о виде, сформулированный им закон о гомологических рядах в наследственной изменчивости и другие фундаментальные труды. Основным материалом и инструментом исследователя, работающего с таксонами различного ранга, являются гербарные коллекции и базы данных.

Правильное хранение, документирование, изучение и пополнение гербарной коллекции - важнейшие задачи исследователя, работающего с генетическими растительными ресурсами. Полные, доступные для широких кругов пользователей базы данных и информационно-поисковые системы облегчают многофункциональный анализ и позволяют оперативно получать и обрабатывать различные виды информации по генресурсам растений.

SYSTEMATICS OF CULTIVATED PLANTS IN CONNECTION WITH PROBLEMS OF PLANT GENETIC RESOURCES CONSERVATION, STUDYING AND UTILIZATION

T. N. Smekalova

Theoretical footings of applied botany not only allow to attract the unique gene pool of cultivated plants and their wild relatives to the world collection of VIR as a source material to find new varieties , but they also contribute much to get thorough knowledge to develop theoretical basis for the work with plant genetic resources. Systematic of cultivated plants is the theoretical basis of crops and crop wild relatives' researches. The modern knowledge on plant genetics resources (PGR) studying, conservation and utilization is impossible without

development of scientific foundations of the basic science systematic of cultivated plants. Keeping of PGR collection accesses and their correct documentation and data inputting to databases are impossible without the main knowledge of taxonomy, classification and nomenclature rules. This parts of systematic answers the questions – what exactly and in what volume we have to preserve in collections (ex situ) and in natural plant associations (in situ). N.I.Vavilov, P.M.Zhukovsky, E.N.Sinskaja and other scientists accomplished new modern development of cultivated plant taxonomy. Theoretical basis in future development of main aspects of taxonomy of cultivated plants is N.I.Vavilov's theory of species and his homological series of hereditary variability low and other fundamental works.

The primary material and the instrument of the researcher who deal with taxa of different ranges are the herbarium collections and data bases. The correct storage, documentation of samples, study and replenishment of herbarium collection are the most important objectives of the researcher, working with PGR. The complete, competent and accessible data base and information storage and retrieval system, acceptable for all users, make multifunctional analysis easy and to get fast and process different types of information concerning PGR.

Систематика... является основой познания растительного и животного царств» (Н.И. Вавилов «Новая систематика культурных растений», 1962 г.)

Введение

Наиболее важную и, одновременно, наиболее сложную задачу современной систематики растений – познание исторического развития растительного мира (филогенеза), можно решить только на базе глубокого, всестороннего изучения ныне живущих и ископаемых видов растений, с использованием всех накопленных данных многих биологических и других естественных наук. Систематика культурных растений, как один из специальных, важнейших и интереснейших разделов систематики растений, имеет не только огромное общетеоретическое значение, служа, по словам Н.И.Вавилова (1962), «...лучшему пониманию проблем эволюции», но она важна и для понимания происхождения, развития и распространения специфических объектов исследования – сложных видовых систем культурных растений и их родичей. «Эволюция может протекать непрерывно по своему основному направлению, но она имеет в своей цепи звенья, которыми являются виды, состоящие из дискретных систем наследственных форм» - писал Н.И. Вавилов (1962). Кроме огромного теоретического значения, систематика культурных растений имеет и величайшее практическое значение. Установление закономерностей дифференциации видов в ходе их эволюции позволяет развивать учение об исходном материале, совершенствовать методы селекции и научные основы работы с генетическими коллекциями – то есть совершенствовать, по

словам Н.И. Вавилова (1962), «фундамент селекционной работы» и давать прогнозы развития этой работы на будущее.

С другой стороны, современные успехи многих биологических дисциплин, в первую очередь, генетики, биоценологии, молекулярной биологии предоставляют новейшие данные для фундаментальных обобщений прикладной систематики. Появляется также настоятельная необходимость отвечать на новые, не возникавшие ранее задачи в практической деятельности человека. Значительное число этих задач связано с осознанием последствий вмешательства человека в процессы, протекающие в биосфере. К сожалению, чаще всего результаты человеческой деятельности ведут к необратимым нарушениям взаимодействия компонентов биоразнообразия, их потере и к нарушению хрупкого баланса природных систем. Успешное решение задач, представляющих общебиологический интерес, с одной стороны, развивает и совершенствует систематику как комплексную, многоплановую науку, сложившуюся в результате интеграции многих научных дисциплин, с другой стороны, имеет огромное социальное значение, так как будущее человечества, которое всё сильнее вторгается в биосферу и трансформирует её, в конечном счёте, в значительной степени зависит от полноты знаний законов эволюции.

Возникновение систематики культурных растений как самостоятельного раздела науки «о разнообразии организмов и об их взаимоотношении (в биологическом и филогенетическом отношениях) друг с другом» (Майр, 1971), систематизирующего разнообразие используемых человеком растений с применением наиболее полного комплекса сведений и знаний о них, вероятно, можно отнести по времени к моменту накопления человеком опыта земледелия (Камелин, 2005). Изучением первых периодов развития отдельных цивилизаций занимаются многие научные дисциплины – антропология, лингвистика, палеогеография, палеоботаника, геология, но, как справедливо отмечает отечественный археолог и историк земледелия С.А. Семёнов (1974), первое место в этой проблеме принадлежит ботаникам. Вышедшие в XIX веке сводки В. Хена (1872) и De Candolle (1882) представляют собой фундаментальные исследования, обобщающие исторические свидетельства письменных источников на разных языках, о появлении тех или иных культурных растений и домашних животных в разных районах Земли. Именно известный систематик и ботанико-географ А. Декандолль (1882) впервые указал три первичных центра происхождения культурных растений, отмечая, что «в трёх странах (Китай, Юго-Западная Азия вместе с Египтом и Тропическая Америка) великие цивилизации, основанные на земледелии, возникли независимо...». При этом он подчёркивал, что и в иных районах могли возникать и возникали те или иные культуры. В эти же годы публикуются и другие работы по находкам в различных археологических памятниках остатков растений и их изображений.

Авторство первой оригинальной отечественной сводки по географии и истории культурных растений, на которую незамедлительно откликнулся рецензией Н.И. Вавилов, принадлежала Г.И. Танфильеву (1923). Р.В. Камелин (2005) предполагает, что именно эта работа подвигла Вавилова на написание замечательной работы «Центры происхождения культурных растений» (1926) и статьи «Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений» (1927). В этих работах Николая Ивановича, как справедливо отмечает Камелин, «был обоснован *дифференциально-географический метод* изучения расового, сортового, формового разнообразия видов культурных растений». Кроме того, в этих работах были сделаны такие важнейшие теоретические обобщения, как сохранение наибольшего разнообразия генов в центрах происхождения культурных растений и происхождение вторичных культурных растений из сорных растений первичных культур, а также предположение о том, что первичными очагами культур были горные районы. Число центров происхождения культурных растений Н.И. Вавилов, по сравнению с Декандоллем, как известно, увеличивает до пяти, а в более поздних работах – до шести, потом – до семи.

Основные принципы, предмет, задачи и методы систематики культурных растений

Понятие «*дифференциальная систематика*» формулируется Н.И. Вавиловым в работе «Новая систематика культурных растений» (1962). «Расчленение культурных растений на линнеевские виды является только первым шагом», - пишет он в этой работе. «Селекционер и агроном должен различать не только виды, но и разновидности». Важными признаками, кроме морфологических, для прикладных ботаников являются также биологические, физиологические, генетические, цитологические, анатомические, иммунологические и другие признаки, дающие «представление о числе существующих наследственных форм» (Вавилов, 1936). Параллельное изучение схемы изменчивости признаков и анализ их географического распространения позволяют систематику культурных растений проследить, как «культурные растения и их дикие сородичи в своей эволюции, в процессе своего расселения из первичных очагов видообразования распались на определенные экологические и географические группы» (Вавилов, 1962). Одновременное применение принципов дифференциальной систематики и дифференциальной географии привело Н.И. Вавилова (1931) не только к пониманию основной биологической и таксономической категории - «*линнеевского вида как определённой, дискретной динамической системы, дифференцированной на географические и экологические типы и состоящей иногда из огромного числа разновидностей*», но и убедило его «в реальности понятия вида, что необходимо не только для понимания, но и для реального овладения эволюционным процессом» (Вавилов, 1962). Эти же принципы были

использованы Вавиловым в качестве основополагающих при создании коллекций культурных растений и их диких родичей в ВИРе.

В.Л. Комаров (1938), также исследовавший проблемы происхождения культурных растений, отмечал, что именно Н.И. Вавилов вскрыл основной путь возникновения культурных растений не путём обособления отдельных рас, а путем единовременного развития сложных систем – видовых циклов. Следует отметить, что сам В.Л. Комаров подчеркивал, что наиболее частым случаем образования культурного растения является его возникновение в сложных комплексах гибридной природы, нередко осложнённых, к тому же, различными формами самонесовместимости и инфертильности, а также переходом к апомиксису или, как у культурных цитрусовых, к нуцеллярной эмбрионии. Чаще всего создание новых видов в культуре происходило в разных центрах происхождения культурных растений путем искусственного отбора, процесса более быстрого, по мнению Ч. Дарвина (1951), чем естественный процесс. Столь быстрое создание новых форм растений, по сравнению с отбором в природных условиях, по мнению Р.В. Камелина (2005), поразительно. Важнейшую роль в создании культурных растений играла гибридизация, предметом искусственного отбора в случае культурных растений были исходно-гибридные комплексы особей. Огромное количество генетических и молекулярно-генетических работ, выполненных в последние десятилетия на культурных растениях и их близких и дальних родичах, внесли значительный вклад в понимание происхождения и эволюции важнейших культурных растений, подтвердив взгляды Л.В. Комарова, Н.И. Вавилова и других исследователей на возникновение их путем отбора гибридогенных новообразований.

Таким образом, современная систематика культурных растений является одновременно фундаментальной наукой, вскрывающей основные закономерности развития культур, устанавливающей связи и различия между культурными растениями и их дикими родичами, наукой синтетической, основанной на новейших достижениях различных отраслей знаний, и наукой прикладной, служащей теоретической базой и залогом успешного многопланового использования ботанических знаний человеком. Как и каждая наука, она имеет *предмет изучения* (культурные растения, имеющие общее происхождение с дикими родичами и связанные с ними в единую систему), *задачи изучения* и *методы исследований*.

В перечень задач входят: *инвентаризация* (каталогизация) видовых систем, *таксономия* - установление системы иерархически соподчинённых единиц (определение их объемов и места), *классификация* – выстраивание таксонов в единственно правильном порядке и их правильное наименование (*номенклатура*). Решение этих задач направлено на создание современной филогенетической системы, отражающей тесные связи между таксонами различного ранга. При этом построение системы требует от специалистов не только навыков определения (взвешивания) тех или иных признаков при выяснении филогенетических взаимоотношений в таксонах различного ранга (один и тот же фенотипический признак может иметь

разную ценность и разную степень постоянства в таксонах даже одной родственной группы), но и способностей интегрирования огромной разносторонней информации.

Многочисленные методы, используемые специалистами для построения филогенетических систем, можно отнести к нескольким традиционным группам: *биологические, палеоботанические, топологические и вспомогательные* (Коровина, 1986). Последние десятилетия характеризуются активным использованием новых подходов и усовершенствованных методов систематики – биохимических, цитогенетических, серологических и др. В рамках систематики возникли даже новые научные направления или целые науки – хемосистематика, геносистематика (Антонов, 2000). Нередко в публикациях геносистематиков можно отследить мысли о том, что именно изучение материальных носителей генетической информации живых организмов – ДНК, РНК, связанных с ними белков, то есть собственно генотипов, позволяет устанавливать филогенетические связи между таксонами различного ранга. Современные методы, исследующие собственно генотипы, безусловно, являются если не революционными, то позволяющими изучать филогению и системы таксонов различного ранга на качественно новом уровне. Однако, как справедливо отмечает Р.В. Камелин, сегодня геносистематика растений имеет дело именно только с генотипами, а точнее, «с некоторыми их искусно выделяемыми частями», но, безусловно, не с живыми растениями. И в настоящее время, когда механизмы «молекулярной эволюции» полностью не изучены, при построении естественных филогенетических систем данные молекулярного анализа должны обязательно соотноситься с данными, полученными с использованием комплекса традиционных методов.

Особенности современной систематики культурных растений

Правильно построенная, детально разработанная эволюционная система таксона любого ранга (таксон – группа организмов, рассматриваемая как формальная единица на любом уровне иерархической классификации) имеет, в первую очередь, *пояснительную* ценность, объясняя объективные причины общности свойств таксонов, причины разрывов, разделяющих таксоны, и иерархию таксономических категорий. «Вся система не что иное, как восстановление родословной», - утверждал В.Л. Комаров (1940). Кроме того, хорошая классификация имеет огромную *прогностическую* ценность. Используя идею, сформулированную Н.И. Вавиловым (1920) в «Законе гомологических рядов в наследственной изменчивости», можно утверждать, что общая генетическая программа, характерная для членов какого-нибудь таксона, с большой вероятностью гарантирует, что все члены этого таксона имеют ряд общих признаков. Наличие тесной корреляции между признаками, характерными для таксонов, и положением этих таксонов в системе позволяет судить о

генетической основе и биологическом значении признаков. При этом систематик-эволюционист рассматривает внешнее сходство организмов лишь как фактический материал, на основании которого делаются заключения о генетическом родстве. Как и всякая научная теория, классификация, к тому же, *провизорна*: она постоянно подвергается постоянным апробациям и проверкам благодаря получению новой информации, и построенные системы либо подтверждаются, либо отвергаются, если они оказываются неудовлетворительными.

Современная отечественная систематика культурных растений построена на традиционных принципах «дифференциальной систематики», основанной на понимании вида как системы «географических и экологических типов» и соподчиненных внутривидовых таксонов. Эти принципы не только актуальны сегодня при построении систем культурных растений с использованием современных методов исследований, но и являются основополагающими, базовыми принципами в работе с генетическими ресурсами растений. В частности, разработка *новых технологий возделывания* сельскохозяйственных культур на основе *мобилизации генетических ресурсов растений* и *использования новейших методов селекции* невозможна без знания взаимосвязи таксонов (и характерных для них признаков) культурных и близких к ним диких видов, то есть без установления единственно правильного местонахождения каждого таксона любого ранга (как культурных растений, так и их диких родичей) в единой естественной эволюционной системе высших растений, то есть – без знаний систематики. И, прежде всего, невозможно решать эти проблемы без применения правильных ботанических названий (номенклатурных комбинаций). Соблюдение номенклатурных правил (Алексеев и др., 1989), подчиняющихся единому Кодексу ботанической номенклатуры (1980, 1996, 1999, 2002) и Международному кодексу номенклатуры культурных растений (1980, 1995), необходимо как для ботаников, развивающих теоретические основы систематики растений, так и для практиков: селекционеров, растениеводов, агрономов и др. Несоблюдение этих правил приводит к путанице в работе с исходным материалом, ошибкам в документировании растительного материала, в частности, повторному использованию названий сортов и др. Последнее, в конечном итоге, ведет за собой ущемление прав авторов сортов. Вот почему необходимо вечно хранить «паспорт» сорта с его «портретом» - типовой гербарный лист сорта - документ, исключаяющий дублирование названия сорта и его характеристики. Выделение типа, составление диагноза таксона (перечня признаков, характерных для выделяемого таксона), паспортом которого является типовой гербарный лист - важнейшая часть работы систематиков.

Детальная разработка системы, соблюдение правил классификации и номенклатурных правил гарантируют также исключение ошибок при хранении образцов в коллекциях, прежде всего, в генбанках. При этом наиболее оптимальным является сохранение образцов именно по

правильным названиям таксонов, представленных множеством образцов, а не по кодово-цифровой или какой-нибудь другой упрощенной системе. Опыт многих генбанков мира показывает, что использование некорректных номенклатурных комбинаций или использование любой кодовой системы приводит к ошибкам (порой, исключительно механическим), к невозможности использования и даже к потере части хранимого материала.

При создании и развитии *баз данных* по генетическим растительным ресурсам любого типа также необходимо строгое соблюдение номенклатурных правил, так как любая ошибка в написании номенклатурных комбинаций затрудняет или делает невозможным поиск по запросам или другое оперирование сохраняемой в базе информацией. С другой стороны, заполнение полей названий баз данных именно правильными латинскими названиями, а не народными, общеупотребительными или какими-либо другими – оптимальный и единственно возможный путь достижения цели создания единой международной, понятной для всех специалистов – прикладников и употребляемой всеми хранителями коллекций, международной базы генетических ресурсов растений. Таким образом, отнесение каждого образца к единственно правильному таксону, четкое определение объема таксона любого ранга, установление его положения в иерархии таксонов, соблюдение номенклатурных правил при установлении приоритетного, общепринятого научного названия образца и при закладке образцов на хранение – крайне необходимые и наиболее важные аспекты работы с коллекциями.

С другой стороны, анализ современных, разработанных с применением новых биохимических, молекулярно-биологических и других методов, систем культурных и диких видов, с использованием новых технологий и инструментов анализа (специальные компьютерные программы, геоинформационные технологии, методы экологического анализа, базы данных и др.) позволяют облегчить поиск и оптимизировать подбор привлекаемого в коллекции (прежде всего, в мировую коллекцию ВИР) ценного генофонда культурных растений и их диких родичей. И в данном направлении работы с коллекциями принципы дифференциальной систематики и географии являются базовыми научными принципами. Так, для анализа распространения видов секций *Vertebrata* и *Cylindropyrum* рода *Aegilops* в отделе агроботаники и сохранения *in situ* генресурсов растений, в рамках реализации проекта «Создание электронного атласа ареалов культурных растений, их диких родичей, сорных растений, вредителей и болезней», поддержанного фондом МНТЦ, по материалам гербарной (WIR) и семенной (VIR) коллекций генбанка ВИР и по литературным данным были построены и проанализированы карты ареалов видов и, впервые, карты внутривидовых таксонов политипных видов обеих секций рода, на базе предварительно разработанных детальных систем обеих секций (Антонов, 2004, 2005, 2006). Результаты географического анализа показали, что максимальное число видов данных секций сосредоточено в

центральной и восточной частях ареала рода, а именно – в Закавказье, в Юго-Западной Азии и Средней Азии. В Закавказье произрастает максимальное разнообразие подвидов, разновидностей и форм, описанных у видов *A. tauschii* и *A. cylindrica*. Это достоверно свидетельствует о том, что в Закавказье находится центр их формообразования. Вероятно, в Средней Азии находится вторичный центр формообразования данных видов, а для *A. tauschii* он захватывает еще и север Афганистана. По результатам сопряженного таксономического и географического анализа *A. tauschii* и *A. cylindrica*, те внутривидовые таксоны этих видов, для которых характерны более продвинутые признаки, располагаются по периметру Закавказской части ареала вида, а те, которые обладают комплексом более примитивных признаков, располагаются в центральной части Закавказской части ареала. Таким образом, территория Закавказья является не только центром разнообразия для этих видов, но и центром их происхождения. Юго-западно-азиатский эндемик *A. vavilovii* имеет небольшой по площади ареал, располагающийся в прилегающей к Средиземному морю части Юго-Западной Азии (Иордания, Сирия). Учитывая комплекс характерных для него морфологических признаков и уровень ploидности *A. vavilovii*, можно предположить, что это достаточно молодой вид, не дифференцированный на внутривидовые таксоны. Внутривидовое разнообразие *A. ventricosa* сосредоточено в Средиземноморской части северной Африки (Алжир, Ливия), откуда, вероятно, и происходит данный вид. Максимальное внутривидовое разнообразие *A. crassa* сосредоточено в Средней Азии, на севере Афганистана и Сирии, а *A. trivialis* – только в Средней Азии (Узбекистан). Анализ распространения внутривидовых таксонов, для которых характерен определенный комплекс хозяйственно-ценных признаков, позволяет структурировать коллекцию, корректировать информацию, включаемую в базы данных, и целенаправленно вести отбор исходного материала для решения конкретных генетических и селекционных исследований.

Род Донник (*Melilotus* Mill., *Fabaceae*) насчитывает, по мнению разных авторов, от 8 до 20 (Суворов, 1950; Бобров, 1945) видов. Ареал большинства видов очаговый, охватывающий Переднеазиатский, Среднеазиатский, Европейско-Сибирский и прибрежную полосу Африканского генцентров (Вавилов, 1926). Анализ ареалов видов с помощью геоинформационных систем позволяет установить, что на территории бывшего СССР встречается 13 видов рода (Черепанов, 1995), четыре из них – *M. polonicus* (L.) Pall., *M. wolgicus* Poir., *M. x scyticus* O.E. Schulz., *M. hirsutus* Lipsky – эндемы различных территорий бывшего СССР. Наибольшее число видов рода сосредоточено в Европейской части бывшего СССР (9), в горных районах Кавказа (8) и Средней Азии (7). Часть видов распространена широко, другие – с небольшим ареалом и приурочены к специфическим экологическим условиям. Так, *M. suaveolens* Ledeb. встречается в азиатской части бывшего СССР; *M. polonicus* (L.) Pall. приурочен к песчаным массивам Прикаспийской низменности; *M. wolgicus*

Poir. произрастает в нижней части пойм рек Урал и Волга; *M. dentatus* (Waldst. & Kit.) Pers. распространен в степных районах Зауралья, Алтая и Северного Казахстана; ареал *M. tauricus* (Bieb.) Ser. ограничен Северным Причерноморьем. Виды рода характеризуются большим разнообразием по отношению к эдафическим условиям. В частности, *M. dentatus* встречается на солончаках, *M. polonicus* приурочен к прибрежным пескам, *M. hirsutus* встречается на обрывах приморских скал и по долинным галечникам. Род включает ряд полиморфных видов. Это *M. albus*, *M. officinalis*, *M. dentatus*, *M. indicis*. Внутривидовая классификация этих видов не разработана. На основании анализа комплекса морфологических, анатомических признаков и географических особенностей видов установлены критерии, по которым выделяются внутривидовые таксоны. В частности, результаты анализа количественных признаков клеток палисадной эпидермы изучаемых видов показали, что по высоте клеток все исследуемые виды распадаются на две группы: клетки палисадной эпидермы одного уровня (поверхность семян – гладкая) – все двулетние виды рода; клетки палисадной эпидермы разного уровня – высокие и низкие (поверхность семян – бугорчатая) – однолетники – *M. indicus* All., (*M. spicatus*) *M. neapolitanus* Ten. Виды рода неоднородны по структуре спермодермы: различны качественные и количественные показатели клеток палисадной эпидермы, строение клеток гиподермы. Наиболее таксономически значимыми признаками структуры спермодермы на видовом уровне являются: форма и высота клеток палисадной эпидермы, форма клеток гиподермы. Ширина клеток эпидермы и гиподермы не имеет таксономической значимости. Положение светлой линии также является видоспецифическим признаком (Таловина, 2006).

Разработка отечественной стратегии и реализация конкретных мероприятий по сохранению генресурсов растений *in situ*, проводимых во ВНИИР им. Н.И. Вавилова, также возможны лишь на базе основных принципов дифференциальной систематики и географии. В частности, пять видов рода *Aegilops* из секций *Vertebrata* и *Cylindropyrum*, *A. cylindrica*, *A. tauschii*, *A. crassa*, *A. trivialis*, *A. juvenalis*, обладающие геномом D, являются экономически первостепенно важными и приоритетными к сохранению *in situ* на территории России и сопредельных стран. Реальный путь сохранения генофонда таких видов – сохранение их на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), в первую очередь, в заповедниках с жестким режимом охраны. При совмещении карт их ареалов и территорий заповедников оказалось, что только часть ареала *A. cylindrica* попадает на территории заповедников России, в границах ареала *A. tauschii* нет ни одного ООПТ, остальные виды на территории России не обнаружены. Для сохранения генофонда *A. tauschii* предлагается организация специальных микрорезерватов в пределах ареала вида, в первую очередь, тех внутривидовых таксонов, для которых отмечены устойчивость к болезням, вредителям, неблагоприятным факторам среды и наличие полезных хозяйственно-ценных признаков. Для *A. cylindrica* предлагается расширение границ территорий ООПТ России, где генофонд вида уже

частично сохраняется или где оба указанных вида распространены в непосредственной близости к границам ООПТ.

Проведенная серия популяционных исследований по модельным объектам: *Melilotus albus* Medik., *M. officinalis* (L.) Pall., произрастающим в различных регионах и в разных экологических условиях, комплексный анализ морфологических признаков и геоботанические исследования модельных таксонов в составе различных фитопопуляций в разных географических зонах послужили основой для разработки конкретных мероприятий по сохранению видовых систем и отдельных внутривидовых таксонов на территории России *in situ*. Для уточнения распространения видов рода на территории бывшего СССР созданы и проанализированы электронные карты ареалов таксонов различного ранга. Большинство видов рода приурочены к Европейской части России и Кавказу. На основе результатов проведенных исследований по распространению внутривидовых таксонов, обладающих комплексом уникальных хозяйственно-ценных признаков, разрабатываются рекомендации по сохранению их *in situ* (Таловина, Смекалова, 2006).

Анализ генофонда видов рода *Allium* L. секции *Rhizirideum* G.Don f. ex W.D.J.Koch позволил выделить приоритетные к сохранению *in situ* на территории России виды секции и отдельные ценопопуляции *Allium nutans* L., произрастающие на территории Русского Алтая. Кроме того, по результатам комплексного анализа ценопопуляций данного вида была выделена ценопопуляция, наиболее перспективная по значению фактора интенсивности роста, связанного с размерами растения (Синицына, 2005).

Заключение

Таким образом, расширение возможностей использования исходного материала в будущих селекционных программах, возрастание роли научных прогнозов последствий воздействия человека на природу, необходимость разработки системы природоохранных мероприятий, рационального использования природных растительных ресурсов и обеспечения продовольственной безопасности людей требуют дальнейшего развития систематики культурных растений на новом, современном уровне, с использованием новейших достижений различных отраслей биологических наук. При этом любое систематическое построение – это, отчасти, интуиция исследователя, базирующаяся на множественном фактическом материале, это – интерпретация, использующая данные многих наук, чутье, порожденное генерацией интеллекта и опытом. Поэтому будущее систематики культурных во многом зависит от подготовленности будущих исследователей, уровня полученных ими знаний и умения их применять, способности использовать данные многих наук и практики, не гипертрофируя и не абсолютизируя те или иные методы и результаты, а также - от умения чувствовать, ощущать и понимать предмет исследования – сложные видовые системы культурных растений и их диких родичей.

Будущее человечества в значительной степени зависит от полноты знаний об окружающем мире, в первую очередь, знаний, предоставляемых нам систематикой, основы которой были заложены на ранних этапах становления селекции, а основные принципы и методы сформулированы в XIX-XX столетиях. При этом основополагающие принципы – принципы дифференциальной систематики и географии, разработанные Н.И. Вавиловым и получившие дальнейшее развитие в трудах многих отечественных и зарубежных ученых, и сегодня являются актуальнейшими и важнейшими принципами в теоретических разработках и практическом использовании генетических ресурсов растений.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев Е.Б., Губанов И.А., Тихомиров В.Н. Ботаническая номенклатура. М.: Изд-во МГУ, 1989. 165 с.

Антонов Д. Г. Географическая характеристика секций *Vertebrata* (Zhuk.) emend. Kihara и *Cylindropyrum* (Jaub.& Spach) Zhuk. emend Kihara рода *Aegilops* L. // I(IX) Межд. конф. молод. бот. в СПб. СПб, 2006. С. 43.

Антонов Д. Г. Систематико-географическое разнообразие видов секций *Vertebrata* (Zhuk.) emend. Kihara и *Cylindropyrum* (Jaub.& Spach) Zhuk. emend Kihara рода *Aegilops* L. // Материалы конференции-школы молодых ученых и аспирантов Северо-Западного научно-методического центра Россельхозакадемии «Формирование конкурентоспособности молодых ученых», СПб-Пушкин, 26 октября 2005 г. СПб.; Пушкин, 2006. С. 15.

Антонов Д. Г. D-геномные виды рода *Aegilops* L., приоритетные к сохранению *in situ* на территории России и сопредельных государств. // Мат. I Межд. научн. конф. «Генетические ресурсы биоразнообразия». 27-28 июня 2006 г. Баку, Азербайджан, 2006. С. 50-51.

Вавилов Н. И. Центры происхождения культурных растений // Тр. по прикл. бот. ген. и сел. 1926. Т. 16. Вып. 2.

Вавилов Н.И. Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений» / Изв. Гос. ин-та опыт. агр., 1927. Т. 5. № 5. С. 339-351.

Вавилов Н. И. Линнеевский вид как система // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1931. Т. 26. № 3. С. 109-134.

Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Саратов, 1920. 16 с.

Вавилов Н. И. Пути советской растениеводческой науки (ответ критикам) // Социалист. реконстр. сельского хозяйства. 1936. № 12. С. 33-46.

Вавилов Н. И. Новая систематика культурных растений // Изб. тр., М.; Л., 1962. Т. 3. С. 492-502.

Дарвин Ч. Изменения домашних животных и культурных растений / Ред. Е.Н. Павловский. Сочинения, т. 4. М., Л., 1951. 884 с.

Камелин Р. В. Лекции по систематике растений. Главы теоретической систематики растений. Изд-во «Азбука», Барнаул, 2004. 228 с.

- Камелин Р.В. Великая селекция зари человечества. Изд-во «Азбука», Барнаул, 2005. 128 с.
- Комаров В. Л. Происхождение культурных растений. М., Л., Изд-во АН СССР, 1938. 240 с.
- Комаров В. Л. Учение о виде у растений. Страница из истории биологии. М., Л., Изд-во АН СССР, 1940. 112 с.
- Коровина О. Н. Методические указания к систематике растений. Л., ВНИИР, 1986. 212 с.
- Майр Э. Принципы зоологической систематики, М., Мир, 1971.
- Международный кодекс ботанической номенклатуры, принятый Двенадцатым Международным ботаническим конгрессом. Ленинград, июль 1975. Л., 1980. С. 283.
- Международный кодекс ботанической номенклатуры (Токийский кодекс) / Пер. с англ. Т. В. Егорова, В. Н. Гладковой. СПб., 1996.
- Международный кодекс ботанической номенклатуры (Сент-Луисский кодекс), принятый Шестнадцатым Международным ботаническим конгрессом / Пер. с англ. СПб.: Изд-во СПХФА. Сент-Луис, Миссури, 1999. 210 с.
- Международный кодекс ботанической номенклатуры. Торонто, 2002.
- Международный кодекс номенклатуры культурных растений (1975), сформулированный и принятый Международной комиссией по номенклатуре культурных растений Международного союза биологических наук (МСБН). Л., 1980.
- Семенов С. А. Происхождение земледелия. М., 1974. 318 с.
- Синицына Т.А. Материалы к анализу внутривидовой изменчивости *Allium mutans* L. на территории Русского Алтая./ Проблемы ботаники Южной Сибири и Алтая. Материалы четвертой международной научно-практической конференции (Барнаул, 12-14 декабря 2005 г.), Барнаул, 2005. С. 79-81.
- Таловина Г.В., Смекалова Т.Н. Виды рода *Melilotus* L. на территории Сибири. / Проблемы ботаники Южной Сибири и Алтая. Материалы четвертой международной научно-практической конференции (Барнаул, 12-14 декабря 2005 г.), Барнаул, 2005. С. 82-86.
- Таловина Г.В. Особенности структуры спермодермы видов рода *Melilotus* Mill. В связи с систематикой./ Проблемы биологии растений. Международная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения В.В. Письяуковой. СПб., изд. «ТЕССА», 2006. С.281-285.
- Танфильев Г. И. Очерк географии и истории главнейших культурных растений. Одесса, 1923. 191 с.
- Хен В. Культурные растения и домашние животные в их переходе из Азии в Грецию и Италию, а также в остальную Европу. (Историко-лингвистические эскизы). СПб., 1872. 379 с.
- De Candolle A. Origine des Plantes Cultivees. Paris: Germer Bailiere, 1882. P. 7-13.
- International Code of Nomenclature for Cultivated Plants – 1995. UK, Wimborne, Quarterjack Publishing, 1995. 176 p.

ИЗУЧЕНИЕ, СОХРАНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

STUDYING, PRESERVATION AND USE OF PLANT GENETIC RESOURCES

КОЛЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ ВИР: СОХРАНЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

О. П. Митрофанова

Отдел генетических ресурсов пшеницы ВИР сохраняет мировое генетическое разнообразие рода *Triticum* L. В статье представлены наиболее значимые результаты научно-исследовательской работы отдела в 2000-2006 гг. Показано текущее состояние коллекции и рассмотрены результаты оценки генетического разнообразия староместных и селекционных сортов с использованием ГИС-технологии, молекулярных маркеров и генеалогический анализа. Благодаря скринингу коллекции выявлены многие ценные источники для селекции. Дана характеристика разрабатываемой системе электронной документации коллекции пшеницы ВИР, которая должна облегчить рутинную работу с образцами и сделать более доступным генетическое разнообразие пшеницы для селекции. Обсуждаются вопросы, касающиеся безопасного хранения образцов и рассылки семян в другие научно-исследовательские учреждения.

THE VIR WHEAT COLLECTION: PRESERVATION, STUDY AND USE

O.P. Mitrofanova

The Wheat Genetic Resources Department of VIR maintains the global genetic diversity of gen. *Triticum* L. In the article the most significant results of the Department's research activities in 2000-2006 are presented. The current status of the wheat collection is shown, and results of genetic diversity evaluation among and between landraces and cultivars with the use of GIS-technologies, molecular markers and genealogic analysis are contemplated. Screening of the collection helped to identify many valuable sources. The described new electronic documentation system for the VIR wheat collection will facilitate routine work with accessions and make the wheat genetic diversity more accessible for breeders. Questions touching safe storage of accessions and shipment of seeds to other research institutions are discussed.

Проведенные в начале прошлого века К.А. Фляксбергером обследования различных губерний России положили начало активному сбору образцов и формированию коллекции рода *Triticum* L. Научные труды этого выдающегося ботаника - «Определитель пшениц» (1915), «Пшеницы России» (1917), а позднее монография «Пшеницы» (1935), стали

руководствами в познании разнообразия этой культуры не для одного поколения исследователей. Огромное влияние на стратегию работы с коллекцией оказала сформулированная Н.И. Вавиловым (1931) концепция вида. В соответствии с ней культурные и дикie растения рассматривали как «линнеевские виды, ... обособленные сложные подвижные морфофизиологические системы, связанные в своем генезисе с определенной средой и ареалом». Рассмотрение культурного растения как вида со всей очевидностью показало, что сбору и изучению должны подлежать не только ценные с точки зрения практики формы, а все генетическое многообразие форм, которое в коллекции должно представлять репрезентативно всю систему изменчивости вида. Это положение имеет основополагающее значение для работы с коллекцией.

Цель настоящего сообщения – в краткой форме представить наиболее значимые результаты работы, проведенной отделом генетических ресурсов пшеницы ВИР в 2000-2006 гг., и показать те изменения, что произошли или наметились в коллекционном деле.

Состав, общая структура и пополнение коллекции

Коллекция мирового разнообразия пшеницы ВИР – базовая для проведения фундаментальных и прикладных исследований в России. На 01.09.2006 г. в постоянном каталоге коллекции находилось 14579 образцов озимой и 14144 яровой мягкой пшеницы. На долю твердой пшеницы приходилось 16,2% (6114 обр.) от всей коллекции. Дикая пшеница вместе с примитивной составляла 2902 образца, или 7,7% коллекции. Ежегодное пополнение коллекции происходит или путем выписки образцов из других генных банков и научно-исследовательских учреждений, или за счет экспедиционного обследования территорий и сбора материала.

Если судить по числу образцов мягкой пшеницы, находящихся в постоянном каталоге, то процесс формирования коллекции шел неравномерно. Существенное увеличение числа образцов имело место с 1921 по 1940 гг. (в среднем ежегодно на 423 обр.) и в 1966-1990 гг. (на 372 обр.), то есть в периоды активного проведения экспедиций и научных исследований в ВИР. Застой в этой работе отмечен в 1916-1920 и 1941-1945 гг.: за оба эти периода коллекция увеличилась всего на 79 образцов, что, бесспорно, можно рассматривать как результат социальных потрясений в обществе и войн. С 1991 по 2005 гг. коллекция увеличилась на 2090 образцов, то есть каждый год в нее в среднем включали по 140 образцов. От числа образцов, поступавших в годы активного пополнения коллекции, это составляет 33-38%. Одна из главных причин невысокой активности в привлечении нового материала – резкое сокращение сети опытных станций ВИР (ОС ВИР), произошедшее в результате распада бывшего СССР, и снижение числа проводимых научных исследований по пшенице.

В настоящее время примерно третью часть (более 29%) коллекции пшеницы составляют образцы, поступившие в период с 1902 по 1940 гг.

Преимущественно это оригинальный материал, собранный экспедициями ВИР. Он представлен образцами дикой пшеницы, местными сортами и старыми селекционными сортами культурной пшеницы, полученными из местных путем отбора. Разнообразие этих форм создавалось в течение тысячелетий за счет мутационного процесса, случайного дрейфа генов, связанного с миграцией человека, естественного и искусственного отборов. Последний проводили многие поколения земледельцев в процессе одомашнивания пшеницы. Для любого генного банка такой материал представляет особую ценность, поскольку в нем содержится значительный запас полезных аллелей генов, контролирующих устойчивость или толерантность пшеницы к различным неблагоприятным почвенно-климатическим и биотическим факторам среды.

Наряду с названными выше формами в коллекции имеются селекционные сорта, снятые с районирования и ныне возделываемые, генетические и селекционные линии, в том числе содержащие чужеродный генетический материал, мутанты и константные гибриды. Все они также генетически ценный материал, но разнообразие селекционных сортов в основном формировалось за счет комбинационной изменчивости и длительного преимущественно искусственного отбора уникальных комплексов аллелей генов, обуславливающих адаптацию пшеницы к определенным условиям среды в сочетании с высокой продуктивностью и определенными характеристиками биохимического состава зерна.

Благодаря тому, что формирование коллекции базировалось на изучении мирового разнообразия пшеницы, ареал ее оказался довольно полно охвачен: в коллекции имеются образцы более чем из 80 стран Европы, Азии, Африки, Америки и Австралии. Особое внимание уделяется сохранению отечественного генофонда пшеницы. Всего в коллекции 6179 образцов из России, в том числе мягкой пшеницы озимой – 2791 образец, яровой – 2562, твердой пшеницы – 717 и редких видов пшеницы – 109. Не все сорта, созданные в России, своевременно передаются в коллекцию ВИР. Так, например, из 138 отечественных сортов озимой мягкой пшеницы, допущенных согласно Госреестру к использованию в РФ в 2004 г., в коллекции ВИР только 94 (68%). Разница, в основном, образовалась за счет неполного поступления в коллекцию сортов, выведенных в 1995-2004 г. Примерно такая же ситуация по сортам яровой мягкой пшеницы и твердой пшеницы. Только совместными усилиями специалистов, занимающихся генетическими ресурсами растений, и селекционеров, создающих сорта, можно обеспечить бережное сохранение селекционных достижений России для будущих поколений.

В ботаническом отношении коллекция чрезвычайно разнообразна. В соответствии с таксономической системой, разработанной Дорофеевым и др. (1979), в ней представлено 26 видов, собранных в естественных условиях и различающихся по степени окультуривания, уровню полиплоидии, геномному составу (табл. 1). Некоторые из видов имеют

большое число ботанических разновидностей. Кроме того, содержится восемь искусственно полученных видовых форм.

Таблица 1. Таксономический состав рода *Triticum* L. (по Дорофееву и др., 1979), представленный в коллекции пшеницы ВИР

Группы видов	Виды	2n	Геном	Число ботанических разновидностей
Дикие	<i>boeoticum</i>	14	A ^b	22
	<i>urartu</i>	14	A ^u	5
	<i>dicoccoides</i>	28	A ^b B	15
	<i>araraticum</i>	28	A ^b G	5
Культурные пленчатые	<i>monococcum</i>	14	A ^b	11
	<i>dicoccum</i>	28	A ^u B	23
	<i>karamyshevii</i>	28	A ^u B	1
	<i>ispahanicum</i>	28	A ^u B	1
	<i>timopheevii</i>	28	A ^b G	2
	<i>macha</i>	42	A ^u BD	5
	<i>spelta</i>	42	A ^u BD	22
	<i>vavilovii</i>	42	A ^u BD	3
	<i>zhukovskyi</i>	42	A ^b A ^b G	1
Культурные с легким обмолотом	<i>sinskajae</i>	14	A ^b	1
	<i>durum</i>	28	A ^u B	53
	<i>aethiopicum</i>	28	A ^u B	43
	<i>turgidum</i>	28	A ^u B	28
	<i>jakubzineri</i>	28	A ^u B	1
	<i>persicum</i>	28	A ^u B	3
	<i>turanicum</i>	28	A ^u B	4
	<i>polonicum</i>	28	A ^u B	13
	<i>militinae</i>	28	A ^b G	1
	<i>aestivum</i>	42	A ^u BD	121
	<i>compactum</i>	42	A ^u BD	35
	<i>sphaerococcum</i>	42	A ^u BD	8
	<i>petropavlovskyi</i>	42	A ^u BD	4

Хотя образцы диких и примитивных культурных пшениц уже находятся в коллекциях многих генных банках мира, сбор материала все еще продолжается. В списке главных регионов для первичных или повторных экспедиционных обследований территории естественного произрастания диких пшениц, а также подножие Гималаев в Непале, горные районы и пустыня в Иране, Гватемала, Гондурас, Боливия, Нигерия, северная Португалия, Испания, Марокко, Алжир, Тунис и другие (Skovmand et al., 2002). На территориях этих стран местный материал или никогда не собирали, или собрали в неполном объеме, и могут быть еще найдены ценные источники холодостойкости, устойчивости к засухе, избыточному увлажнению и засолению, специфического кулинарного и кормового использования.

Особо следует отметить, что коллекции возделываемых растений, бесспорно, имеют большое культурное значение, поскольку в получение сортов и линий вложен труд и знания человека, и созданный генофонд отражает мировую историю развития народной и научной селекции (Дотлачил, Стегно, 1989). В этом отношении рассматриваемая коллекция пшеницы, по-видимому, одна из числа наиболее ценных.

Таким образом, коллекция пшеницы ВИР не только отличается большим размером и разнообразием по ботаническому составу и географическому происхождению, но она уникальна тем, что в ней представлены мировые и отечественные достижения народной и научной селекции, проводимой многими поколениями людей.

Основные направления работы с коллекцией

Коллекционную деятельность по сохранению, изучению и устойчивому использованию генетического разнообразия культурных и родственных им диких растений следует причислить к разряду приоритетных фундаментальных исследований по нескольким причинам. Во-первых, она базируется на разработке общебиологических проблем эволюции растений; во-вторых, включает масштабное изучение наследственной изменчивости, особенно связанной с адаптацией растений к различным лимитирующим факторам среды; в-третьих, в значительной степени предопределяет дальнейший прогресс селекции в обеспечении человека разнообразными высококачественными продуктами питания и создании экологически безопасной среды обитания.

Выполнять все виды работ с большой по размеру и разнородной по многим параметрам коллекцией очень сложно. Повысить эффективность этих работ можно при исчерпывающем знании структуры фенотипической и генотипической изменчивости, представленной в коллекции. Идеальная коллекция любого вида должна содержать максимальное количество его изменчивости при минимальном объеме дублирования материала. Хотя формирование коллекции происходило на основе разностороннего изучения пшеницы, но полного описания каждого образца по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам не сделано, не удалось также избежать ни случайного дублирования образцов, ни включения в коллекцию генетически близких образцов. Поэтому одна из актуальных задач – изучение генетического разнообразия пшеницы, представленного в коллекции, оптимизация его состава и структуры. Пути решения этой задачи различны.

Анализ состава и структуры генетического разнообразия пшеницы, представленного в коллекции ВИР проводили с использованием ГИС-технологий, молекулярных маркеров и генеалогического анализа, автоматизированного в системе GRIS.

Так, в процессе реализации (2000-2006 гг.) международного проекта «Technologies for the targeted exploitation of the N. I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR), ICARDA and Australian bread wheat landrace germplasm for the benefit of the wheat breeding programs of the partners», получившего

финансовую поддержку от Австралийского GRDC фонда, были уточнены паспортные характеристики местных сортов мягкой пшеницы, определены географические координаты мест их сбора и каждое из них охарактеризовано по комплексу почвенно-климатических факторов (количество осадков, число солнечных дней и средняя температура воздуха по месяцам и за год, тип почвы и вероятность ее засоления, принадлежность места сбора к агроклиматической и агроэкологической зонам). С использованием ГИС-технологий построены электронные карты мест сбора и почвенно-климатических факторов, проведен анализ особенностей мест сбора и на основе его осуществлена классификация местных сортов (отв. О.П. Митрофанова, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, О.А. Ляпунова). Для 6975 местных сортов мягкой пшеницы коллекции ВИР, из которых 3382 образца – сборы до 1940 г., 1327 – 1945-1989 гг. и 1 – 1990-2004 гг., идентифицировано 3702 различных места сбора. Установлено, что в среднем с каждого места собрано 1-2 образца, иногда 30-94 образцов. Коллекция мягкой пшеницы ВИР содержит образцы следующих зон: 28 – очень засушливой, 305 – засушливой, 676 – умеренно засушливой, 550 – влажной, 4304 – очень влажной и 696 – умеренно влажной. Другими словами, местные сорта мягкой пшеницы собраны в местах с различным климатом, но преимущественно влажным. С учетом величины показателя «продолжительность периода для роста и развития растений» и значений факторов «температура и осадки» выявлено, что наибольшее число образцов из мест, где продолжительность периода для развития растений составляет 6-7 или 8-10 месяцев, а лимитирующим фактором является температура. При наложении друг на друга электронных карт мест сбора и почвенной карты мира, предоставляемой ФАО, установлено, что места сбора характеризуются 79 различными типами почв, при этом 402 образца собраны на участках, где вероятность засоления оценена в 50-100%. Если классифицировать места сбора по высоте над уровнем моря, то больше половины местных сортов мягкой пшеницы нашей коллекции получено с равнинной местности (до 500 м), а с мест, имеющих высоту от 501 до 1000 м, – 15,4% образцов.

Полученные характеристики мест сбора местных сортов могут оказаться весьма полезными не только для оценки разнообразия и классификации материала, но и предсказания его генотипических особенностей. Выяснение этого вопроса – одна из задач проекта. В полном объеме описание проекта и проведенных экспериментов, а также все доступные сведения о 16350 местных сортах мягкой пшеницы, находящихся в коллекциях ВИР (Россия), ICARDA (Сирия) и AWCC (Австралия) можно найти в созданной объединенной базе данных на веб-сайте <http://www.figstraitmine.com>.

На настоящий момент основной объем исследований, описывающих и оценивающих коллекционные образцы пшеницы, выполнен на фенотипическом уровне. Представленное в коллекции ВИР морфофизиологическое разнообразие форм этой культуры в значительной степени систематизировано и классифицировано (Фляксбергер, 1935; Пальмова, 1935; Вавилов, 1964; Дорофеев и др., 1979). В 1970-е гг.

благодаря введению в анализ белковых маркеров, прежде всего запасных белков зерновки, удалось расширить работы по оценке наследственной изменчивости этой культуры (Конарев и др., 1993). Белковые маркеры использовали для различения сортов и биотипов пшеницы, в изучении полиморфизма видов, геномном анализе. В работах последних пяти лет, проведенных совместно с отделом биохимии и молекулярной биологии ВИР, электрофоретические спектры глиадина применяли для оценки возможной дублетной природы образцов мягкой пшеницы из Китая (Пюккенен и др., 2005) и местных сортов Северного Казахстана. В обоих случаях выявлены группы из двух и более образцов с идентичными спектрами глиадина, что служило доказательством их генотипической близости. Показано, что для сохранения оригинальности и чистоты сортов мягкой пшеницы, содержащих чужеродный генетический материал, а именно, хроматин 1R ржи, необходим строгий контроль. Характер изменений спектров глиадина и глютеина, в том числе блоков компонентов, маркирующих наличие ржаной хромосомы, свидетельствовал о том, что в ходе репродукции семян таких сортов могут появляться и накапливаться различные наследственные изменения, в том числе приводящие к потере чужеродного материала (Пенева и др., 2002). Изучение полиморфизма по глиадину почти целой коллекции (170 образцов) пленчатой гексаплоидной пшеницы 36 *T. spelta* L. оказалось чрезвычайно полезным для уточнения внутривидовой классификации этого вида, идентификации генетически близких образцов, определения подлинности образцов и произошедших изменений в их генетической конституции в сравнении с оригиналами или образцами первой репродукции (Романова и др., 2001; Романова, 2002). Чтобы привлечь внимание селекционеров к этой нетрадиционной для России культуре, уточненные паспортные характеристики образцов пшеницы спельта вместе с описанием их морфологических и хозяйственно-ценных признаков, а также спектров глиадина опубликованы в Каталоге мировой коллекции ВИР (Вып. 752, 2004).

В 1980-е гг. введение высоко точных методов анализа полиморфизма ДНК открыло новые возможности в изучении внутривидовой генетической дифференциации культурных растений. С привлечением разных методов анализа полиморфизма ДНК мы попытались выяснить степень и характер дифференциации гексаплоидных пшениц с геномной формулой ABD, определить их генетические взаимосвязи. Исследования выполняли в рамках упомянутого выше международного проекта и проектов с Хоккайдской сельскохозяйственной опытной станцией (Япония, 1998-2001) «Conservation and use of a biodiversity of cultivated plants» и INRA (Франция, 2000-2003) «Study of the genetic diversity of tetraploid (AB) and hexaploid (ABD) wheats. Consequences for the conservation and valorization of the genetic resources». При формировании выборки образцов для анализа опирались, в основном, на агроэкологическую классификацию пшеницы, предложенную Н.И. Вавиловым (1964). Образцы выборки представляли 7 видов, 10 подвидов и 50 агроэкологических групп гексаплоидных пшениц и происходили из 44 стран. Каждая группа включала от 2 до 25 образцов. Из

сформированного набора 414 образцов охарактеризованы с использованием RAPD-анализа (Strelchenko et al., 2005), а из них 78 – также с применением AFLP- и SSR-анализов (Митрофанова и др., 2004; Стрельченко и др. 2004). Показано, что генотипы растений, представляющие сорта, уникальны по наборам RAPD-, SSR- и AFLP-маркеров и их суммарному составу. Построенная на основе сравнения 486 ДНК-маркеров классификация гексаплоидных пшениц существенно отличалась от известных ботанических классификаций. Так, в кластерном анализе на самом высоком иерархическом уровне все местные сорта формировали две большие группы, каждая из которых включала преимущественно сорта или европейского или азиатского происхождения. Такое деление имеет аналогию с разделением мягкой пшеницы на «группы рас», которые предложил Н.И. Вавилов (1922-1923) или на подвиды (Фляксбергер, 1935; Цвелев, 1976; Дорофеев и др., 1979) и, по-видимому, отражает два основных пути эволюции всего комплекса гексаплоидных пшениц, а не только мягкой пшеницы. Другой важной отличительной чертой классификации было объединение в группы вместе с мягкой пшеницей сортов других видов гексаплоидных пшениц, при этом происходящих из тех же географических регионов. В пределах европейской и азиатской пшеницы можно было выделить группы генетически сходных сортов из восточной Европы, Кавказа, Индии и Пакистана, Центральной Азии, Китая и Японии, то есть из тех регионов, где, по мнению Н.И. Вавилова (1926), возникли и развивались древние земледельческие цивилизации. Различия между генетическими группами выявлялись, главным образом, по встречаемости большого числа ДНК-маркеров и имели количественный характер. По-видимому, они накапливались постепенно в процессе длительного изолированного возделывания пшеницы этими цивилизациями. Учитывая географическое разделение выявленных генетических групп гексаплоидной пшеницы, характер и степень их различий, а также хорошую скрещиваемость между собой, можно заключить, что они являются своеобразными географическими расами в современном понимании (Айала, Кайгер, 1987). О характере дифференциации внутри этих групп можно судить по результатам анализа евразийского подвида мягкой пшеницы (Стрельченко и др., 2002). Несомненно, широкое применение ДНК-маркеров в оценке полиморфизма геномов различных видов рода *Triticum* сделает возможным построение их генетической классификации, которая будет раскрывать историю происхождения, распространения и адаптации пшеницы. Поэтому это направление исследований должно получить дальнейшее развитие в оценке генетического разнообразия различных видов этой культуры.

При генеалогическом подходе коэффициент родства позволяет количественно оценить генетическое сходство всевозможных пар сортов любой исследуемой выборки, измерить разнообразие внутри и между группами сортов, выявленными в ее составе. С использованием анализа родословных, проведение которого автоматизировано в системе GRIS (о ней речь пойдет ниже), выполнен цикл работ и получены интересные результаты по динамике генетического разнообразия селекционных сортов.

Материалом для исследования послужили 340 сортов яровой мягкой пшеницы (Добротворская и др., 2004), 297 сортов озимой (Мартынов, Добротворская, 2004; Martynov, Dobrotvorskaya, 2006) и 78 сортов твердой пшеницы, районированных на территории России в 1929–2004 гг. (Martynov, Dobrotvorskaya, 2004; Мартынов и др., 2005). Более того было изучено 316 сортов озимой мягкой пшеницы, допущенной к использованию в бывшей Чехословакии и современной Чехии в 1919–2001 гг. (Stehno et al., 2003), и 116 сортов яровой мягкой пшеницы, возделываемых в Казахстане в 1929–2004 гг. (Martynov et al., 2005).

Анализ показал, что группы российских сортов яровой и озимой мягкой пшеницы, различающиеся по времени создания, имели разное число оригинальных сортов-предков (местных и старых селекционных сортов, встречающихся в их родословных). За весь исследуемый период времени суммарное число оригинальных предков увеличилось в разы, что служило косвенным доказательством расширения генетического разнообразия селекционных сортов. Однако это произошло за счет интенсивного включения в гибридизацию материала из Европы и США и сортов, созданных в СИММУТ. Напротив, в 1950–1960-е гг. значительная часть сортов, имеющих в качестве оригинальных предков местные российские сорта, была исключена селекционерами из работы. Вследствие этого из генофонда селекционных сортов выпали многие комбинации аллелей генов, полезные для адаптации пшеницы к специфическим условиям России. По оценкам, полученным при анализе родословных, потеряно 35% оригинального российского материала для яровых сортов и 50% – для озимых. Аналогичные изменения наблюдали для сортов мягкой пшеницы, возделываемой в Чехословакии и Казахстане, а также для сортов твердой пшеницы из России. При анализе матриц коэффициентов родства, рассчитанных между всеми возможными парами из 120 современных сортов озимой мягкой пшеницы, было выявлено, что почти все сорта являются потомками Безостой 1 и/или Мироновской 808 (Мартынов, Добротворская, 2006). Особенно низкое разнообразие имеют сорта, возделываемые в Центральном и Волго-Вятском регионах, что может способствовать возникновению эпифитотии и привести к потере урожая.

По развернутым родословным, построенным для выборок сортов из разных стран, прослежена передача аллелей генов, контролирующих устойчивость к мучнистой росе, пыльной и твердой головне (Мартынов, Добротворская, 2003, 2004), фузариозу колоса (Мартынов, Добротворская, 2006). Это позволило выявить генетически различающиеся доноры и источники аллелей генов устойчивости, показать степень их использования в селекции разных стран. На примере коллекции озимой пшеницы из генного банка Чехии обоснована корректность применения метода анализа родословных для формирования стержневой коллекции (Мартынов и др., 2003).

В целом оценка генетического разнообразия селекционных сортов пшеницы с применением генеалогического анализа может быть полезной для уточнения стратегии и программ селекции, выбора приоритетных

направлений в изучении коллекции, а также для отбора образцов при формировании различных выборок для анализа.

Таблица 2. Результаты лабораторного скрининга коллекции пшеницы по некоторым хозяйственно-ценным признакам, 2000-2006 гг.

Признак	С.-х. культура	Число образцов	Источники (число)	Каталог мировой коллекции ВИР
Реакция на фотопериод (ФПЧ)	Мягкая пшеница (озимая и яровая), твердая пшеница	240	Слабой ФПЧ и скороспелости (46), сильной ФПЧ и скороспелости (16)	Вып. 773. 2006
Токсичность избытка подвижного алюминия	Редкие виды пшеницы	615	Толерантные <i>T. macha</i> (13), <i>T. spelta</i> (22), <i>T. compactum</i> (20)	Вып. 736. 2002
Реакция растений на возбудитель:				
<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> (Died.) Drechs.	Мягкая и твердая пшеница, редкие виды пшеницы	1789	Устойчивые к желтой листовой пятнистости (более 490 обр.)	—
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoemaker	То же	430	Устойчивые к темно-бурой листовой пятнистости (48)	—
<i>Puccinia recondita</i> Roberge ex Desmaz. f. sp. tritici	Мягкая пшеница (озимая)	814	Высоко устойчивые к бурой ржавчине в стадии проростков (76)	Вып. 726. 2000
<i>Blumeria graminis</i> (DC.) f. sp. tritici Em. Marchal	То же	“	Высоко устойчивые к мучнистой росе в полевых условиях (126)	То же
<i>Stagonospora nodorum</i> (Berk.) Castellani and E. G. Germano	“	356	Слабопоражаемые септориозом (2)	Вып. 759. 2004
<i>Fusarium nivale</i> Ces.	“	“	Слабопоражаемые снежной плесенью (9)	То же
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc., <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder & Hansen, <i>Bipolaris sorokiniana</i>	“	“	Слабопоражаемые корневой гнилью (7)	“
<i>Puccinia recondita</i>	Мягкая пшеница (яровая)	444	Высоко устойчивые к бурой ржавчине (21)	Вып. 749. 2004
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	“	“	Среднеустойчивые к темно-бурой листовой пятнистости (4)	То же
<i>Stagonospora nodorum</i>	“	149	Среднеустойчивые к септориозу (3)	“
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	“	114	Устойчивые к фузариозу колоса (5)	“

Скрининг коллекции и выявление источников хозяйственно-ценных признаков для решения задач селекции. Успех и устойчивое развитие селекции растений, в том числе пшеницы, в значительной степени зависят от наличия разнообразного исходного материала. Одна из идей, предложенных Н.И. Вавиловым, состояла в том, чтобы создать для селекции широкую базу, дающую возможность вести подбор исходного материала с учетом характеристик всего вида (Hawkes, 1994). В полном объеме эта идея все еще не реализована.

Существующая схема изучения образцов включает оценку их по типу развития, первичное полевое и предварительное эколого-географическое изучение на ОС ВИР (для образцов, впервые поступивших в коллекцию), а также более углубленное в методических лабораториях ВИР или других учреждениях (Методические указания, 1999). Питомник для определения типа развития мягкой пшеницы ежегодно организуют на полях Пушкинского филиала ВИР (отв. А.Н. Брыкова). Предварительную полевую эколого-географическую оценку образцы проходят в Центральном (бывшее МО ВИР), Центрально-Черноземном (Екатерининская ОС) и Северо-Кавказском (Кубанская ОС и Дагестанская ОС) сельскохозяйственных регионах. Полевая оценка образцов только в европейской части России не обеспечивает исчерпывающего выявления их потенциала по реакции на комплексы неблагоприятных факторов среды, имеющих место на всей территории возделывания пшеницы в стране.

Существенно уменьшилось число хозяйственно-ценных признаков, по которым проводят углубленное лабораторное изучение коллекции пшеницы. Благодаря совместным работам отдела генетических ресурсов пшеницы с отделами физиологии, иммунитета и генетики ВИР, а также сотрудничеству с другими институтами, а именно: ВНИИ защиты растений (Санкт-Петербург), ВНИИ фитопатологии (Москва) и ВНИИ биологической защиты растений (Краснодар), проведен скрининг образцов по реакции на короткий фотопериод, алюмотолерантность, устойчивость или толерантность к наиболее вредоносным болезням. Об объемах проделанной работы и числе выявленных источников можно судить по данным, приведенным в табл. 2.

По мере усложнения селекционных задач возрастают требования к уровню генетической изученности исходного материала. С использованием традиционных методов генетического анализа невозможно изучить большой объем образцов пшеницы. А.Ф. Мережко (1994) предложил решение этой задачи через выявление существенной части изменчивости вида и ее использования в селекции. Достигается это посредством генетического изучения специально сформированного набора образцов, довольно полно представляющего систему внутривидовой изменчивости какого-либо изучаемого признака, выявления и создания доноров этого признака (Мережко, 1994). Такой подход существенно упрощает доступ к генетическому разнообразию, представленному в коллекции. Идеология этого подхода использована сотрудниками отдела при формировании

специальных субколлекций по отдельным хозяйственно-ценным признакам, образцы которых хорошо охарактеризованы в генетическом отношении.

Так, для расширения списка сортов, которые имеют в своем составе две пары рецессивных аллелей *Kr* генов, контролирующих легкую скрещиваемость пшеницы с чужеродными видами, были протестированы 165 озимых и яровых образцов мягкой пшеницы из Китая (отв. В.П. Пюккенен). В результате проведенных экспериментов в 1998-2003 гг. из сортов выделено 48 линий (12 – яровых и 36 – озимых) – источников хорошей скрещиваемости с рожью, которые могут быть использованы при создании новых форм тритикале и получении форм мягкой пшеницы с чужеродным материалом. Линии охарактеризованы по комплексу других хозяйственно-ценных признаков.

В мире достигнут огромный прогресс в изучении молекулярно-генетической природы клейковинного комплекса белков зерна пшеницы. Однако в России такого рода исследования практически не проводятся, поэтому поиск ценных источников и доноров базируется на обобщении данных литературы и информации из Интернета, их анализе и выявлении в составе коллекции ВИР образцов с уже известными генотипическими характеристиками (отв. А.Г. Хакимова). Сформированы две субколлекции озимой мягкой пшеницы. Одна содержит 75 сортов, которые различаются по аллелям генов *Pina* и *Pinb*, кодирующих белки – пуроиндолины, влияющие на степень твердости эндосперма, мукомольные и хлебопекарные свойства зерна. Другая включает 23 сорта, которые различаются по аллельному составу генов, контролирующих синтез гранула связанной крахмал синтазы 1 (GBSS 1), фермента, известного как WAXY-белок и участвующего в образовании амилозы крахмала. В норме мягкая пшеница имеет три активных гена – *Wx-Ala*, *Wx-Bla* и *Wx-Dla*, кодирующих изоформы этого белка. Линии, несущие нуль-аллели по первым двум генам, особенно перспективны для производства китайской лапши и продуктов быстрого приготовления, а также изделий из замороженного теста. Они могут быть использованы для создания сортов пшеницы с измененными свойствами крахмала.

Рассылка коллекционных образцов. Свободный и безвозмездный доступ к генетическому разнообразию пшеницы, представленному в коллекции ВИР, остается неизменным условием снабжения исходным материалом селекционных, научно-исследовательских и учебных учреждений России, а также обмена им с зарубежными генными банками. Для четкого и эффективного взаимодействия ВИР с селекционными учреждениями, занимающимися пшеницей, заключены долгосрочные договора, в которых определены цели и задачи совместной работы. За период с 2001 по 2005 гг. в селекционные учреждения России отправлено 11827 образцов (20722 пакетобразцов), в том числе 2199 новых образцов и источников различных хозяйственно-ценных признаков.

Организация хранения семенного материала в контролируемых условиях. Пшеница относится к мезобиотикам, семена

которых, в среднем, сохраняют всхожесть от 3 до 15 лет. Чтобы лучше сохранить генетическую конституцию образца, обеспечить наиболее длительное гарантированное поддержание семян в жизнеспособном состоянии и уменьшить затраты на поддержание коллекции, осуществляется перевод образцов на хранение в контролируемых условиях. Этот процесс сопровождается формированием разных типов коллекций. Прежде всего, базовой, размещаемой в Государственном Кубанском хранилище семян (Краснодарский край). Семена высушены до 8–10% влажности, помещены в стеклянную тару и хранятся при +4°C. По данным на 2005 г., в базовой коллекции имелось почти 87% образцов от числа образцов, находящихся в постоянном каталоге (табл. 3). Для многих из них срок хранения составляет уже 25–30 лет. Доступ к этой коллекции строго ограничен.

Таблица 3. Распределение образцов пшеницы по типам хранения (по данным на 2005 г.).

С.-х. культура	Число образцов с постоянным номером каталога	
	в базовой коллекции, Кубанское Государственное хранилище	в коллекции «безопасный» дублет, генный банк ВИР
Мягкая пшеница:		
озимая	12585	2625
яровая	12197	2457
Твердая пшеница	5314	2644
Редкие виды пшеницы	2504	866
Всего	32600	8592

Дублетные коллекции для регулярного или срочного восстановления всхожести семян размещаются и поддерживаются на опытных станциях (в основном Кубанской и Дагестанской) и отделениях ВИР (Пушкинском филиале и бывшей МО ВИР). Распределение образцов по дублетным коллекциям осуществляется с учетом их эколого-географического происхождения. Семена дублетных коллекций в основном хранятся при комнатной температуре.

Для максимального снижения риска потери образцов формируется также «безопасный» дубль коллекции, который размещается в Генном банке ВИР (Санкт-Петербург). В него в первую очередь помещаются семена образцов, которые не заложены в Государственное хранилище (табл. 3). Активное формирование этого типа коллекции началось с 2003 г. Основной объем закладки еще предстоит выполнить.

Разработке системы электронной документации, которая должна облегчить управление коллекцией рода *Triticum* L. и повысить эффективность ее использования, сотрудники отдела уделяют особое внимание. Со временем эта система должна стать частью всероссийской информационно-поисковой системы по генетическим ресурсам культурных

растений, потенциальными пользователями которой могут быть специалисты по генетическим ресурсам, селекционеры, генетики, ботаники, преподаватели и студенты высших учебных заведений, бизнесмены, специалисты перерабатывающих отраслей промышленности.

Настоящий этап разработки системы по пшенице включает создание разного типа баз данных (БД), характеризующих образцы коллекции. Центральное место принадлежит паспортной БД, которая содержит набор идентификационных сведений о каждом образце. Описательные БД обобщают информацию о просто наследуемых качественных признаках образцов, например, морфологических, или о составе белковых и ДНК-маркеров. В оценочных БД систематизируют информацию о хозяйственно-ценных признаках образцов, проявление которых существенно зависит от взаимодействия «генотип - среда».

На сегодняшний день объединенная паспортная БД по пшенице содержит информацию о 37739 образцах с постоянным номером каталога (отв. О. П. Митрофанова, Е. В. Зуев, О. А. Ляпунова). Версия этой БД с 34 808 записями по 14 полям, адаптированная для формата Европейской кооперативной БД по пшенице (European Wheat Database, Чехия), помещена в Интернете (<http://genbank.vurv.cz/ewdb>). В 2005 г. в Европейскую БД интегрирована информация с описанием 1594 образцов мягкой и твердой пшеницы по шести морфологическим признакам. Создаются БД по оперативному хранению коллекционных образцов, разнообразные словари, упрощающие ввод и работу с БД. За время существования ВИР накоплен огромный объем информации по изучению коллекционных образцов пшеницы в различных географических пунктах бывшего Советского Союза. В основном информация хранится в полевых журналах, отчетах ОС и лабораторий ВИР, но она не потеряла своей актуальности, поскольку характеризует образцы, сохраняемые в живом виде в коллекции. Сотрудники отдела приступили к систематизации такого рода информации в виде оценочных БД. За период 2001-2005 гг. создано 12 БД. Две из них также опубликованы в виде Каталогов мировой коллекции ВИР (Вып. 744, 2003 и Вып. 762, 2005). Первый опыт анализа оценочных БД показывает, что наряду с известными источниками полезной генетической изменчивости выявляются новые.

Важным компонентом информационной системы по пшенице следует считать систему GRIS (Мартынов, Добротворская, 2000). Ядром ее является БД, обобщающая литературные сведения (на 05.08.2005) из 3039 публикаций более чем о 115 тыс. сортов и линий пшеницы, прежде всего данные о родословных 92476 селекционных сортов и идентифицированных у них аллелей генов различных признаков. Вся информация снабжена ссылками на литературные источники. В дополнение к этой БД созданы разного рода справочники, в том числе справочник генных символов с описанием 1648 аллелей генов пшеницы, и библиотека развернутых родословных, включающая 2300 ключевых сортов, которые широко использовались в мировой селекции пшеницы. Эта библиотека упрощает и

ускоряет процесс анализа, повышает степень однозначности результатов. Специально разработанный пакет программ дает возможность не только вести БД, но исследовать и сравнивать генетическое разнообразие различных выборок селекционных сортов посредством изучения их родословных, прослеживать пути передачи ценных аллелей генов, выявлять закономерности географического распространения аллелей, отбирать наиболее ценные комбинации аллелей для определенной агроклиматической зоны, а также решать другие задачи. Совместно с сотрудниками Чешского генного банка (Прага-Рузыне, Чехия) сотрудники отдела С. П. Мартынов и Т. В. Добротворская разработали интернет-версию БД GRIS под названием «Wheat Pedigrees and Identified Alleles of Genes», которая находится на сайте этого генного банка (<http://genbank.vurv.cz/wheat/pedigree>). В 2006 г. они опубликовали Методические указания с описанием GRIS системы, в которых рассмотрели весь комплекс решаемых ею задач (Мартынов, Добротворская, 2006).

Пшеница как одна из главных продовольственных и кормовых культур мира является объектом многих комплексных научных исследований и интенсивной селекционной работы, благодаря чему с огромной скоростью идет процесс накопления новых знаний о ее признаках и свойствах. Решающее влияние на дальнейшее формирование коллекции пшеницы ВИР будет иметь интеграция этих знаний с информацией об образцах коллекции. Планируется, что создаваемая информационно-поисковая система по пшенице сделает возможным мониторинг динамики мирового разнообразия и выявление из него всего самого ценного для решения задач отечественной селекции.

Итак, работа с коллекцией пшеницы ВИР чрезвычайно разноплановая, однако главным направлением в исследованиях остается раскрытие потенциала представленного в ней генетического разнообразия для эффективного использования его в селекции.

ЛИТЕРАТУРА

- Айала Фю, Кайгер Дж.* Современная генетика. М.: Мир, 1987. Т.3. 331 с.
- Вавилов Н.И.* К познанию мягких пшениц. Труды по прикл. бот. и сел. Гос. ин-т опытной агрономии. Петроград, 1922-1923. Т.13. С. 149-215.
- Вавилов Н.И.* Центры происхождения культурных растений (1926). В кн.: Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Л.: Наука, 1987. С. 33-126.
- Вавилов Н.И.* Научные основы селекции пшеницы (1935). В кн.: Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции растений. М.: Наука, 1987. С. 215-408.
- Вавилов Н.И.* Пшеница. Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции. Пшеница. М.-Л.: Наука, 1964. 122 с.
- Добротворская Т.В., Мартынов С. П., Пухальский В. А.* Тенденции изменения генетического разнообразия сортов яровой мягкой пшеницы, реализованных на территории России в 1929–2003 гг. Генетика. 2004. Т. 4. №11. С. 1509–1522.

- Дорофеев В. Ф., Филатенко А. А., Мигушова Э. Ф. и др. Культурная флора СССР. Пшеница. Л.: Колос, 1979. Т.1. 347 с.
- Дотлачил Л., Стегно З. Генетические ресурсы и банк генов культурных растений в Чехословакии. Международный агропром. журнал. 1989. №1. С.90-97.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Озимая мягкая пшеница. (Исходный материал для селекции на устойчивость к болезням в различных регионах России). Вып. 726. Санкт-Петербург. 2000. 95 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Редкие виды пшеницы. Лабораторная оценка образцов на устойчивость к алюмоотоксичности. Вып. 736. Санкт-Петербург. 2002. 25 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Пшеница. Технологические и агробиологические характеристики образцов яровой мягкой пшеницы в условиях различных регионов России. Вып. 744. Санкт-Петербург. 2003. 94 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Яровая мягкая пшеница. (Характеристика образцов новейших поступлений ВИР по устойчивости к грибным болезням). Вып. 749. Санкт-Петербург. 2004. 18 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Редкие виды пшеницы. Генетическое разнообразие коллекции пшеницы спельты (*Triticum spelta* L.). С-Петербург, 2004. Вып. 752. 78 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Яровая мягкая пшеница. Результаты полевой оценки образцов в условиях Красноярского края. Вып. 762. Санкт-Петербург. 2005. 34 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Пшеница и тритикале. Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Вып. 773. Санкт-Петербург. 2006. 34 с.
- Каталог образцов озимой мягкой пшеницы с характеристикой устойчивости к наиболее вредоносным болезням. Вып. 759. Санкт-Петербург. 2004. 27 с.
- Молекулярно-биологические аспекты прикладной ботаники, селекции и генетики. Теоретические основы селекции. Под ред. В. Г. Конарева. Т.1. М.: Колос, 1993. 447 с.
- Мартынов С. П., Добротворская Т. В. Анализ генетического разнообразия пшеницы с помощью информационно-аналитической системы генетических ресурсов GRIS. Генетика. 2000. Т. 36. №2. С. 195-202.
- Мартынов С.П., Добротворская Т.В. Сравнительный анализ устойчивости яровой мягкой пшеницы к пыльной головне, основанный на генеалогическом подходе. Генетика. 2002. Т.39. №7. С. 956-968.
- Мартынов С.П., Добротворская Т.В. Генеалогический анализ устойчивости к фузариозу колоса у российских и украинских сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Генетика. 2006. Т.42. №8. С. 1096-1106.
- Мартынов С.П., Добротворская Т.В. Генеалогический подход к анализу генетического разнообразия зерновых культур с помощью информационно-аналитической системы генетических ресурсов (Методические указания). Санкт-Петербург, 2006. 88 с.
- Мартынов С.П., Добротворская Т.В., Дотлачил Л. и др. Генеалогический подход к формированию стержневой коллекции озимой пшеницы. Генетика. 2003. Т. 39. №8. С. 1091-1098.
- Мартынов С.П., Добротворская Т.В., Сорокин О.Д. Генеалогический анализ устойчивости мягкой озимой пшеницы к твердой головне. Генетика. 2004. Т. 40. №4. С. 516-530.
- Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений. Санкт-Петербург, 1994. 127 с.
- Мережко А.Ф., и др. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале. (Методические указания). Санкт-Петербург: ВИР. 1999. 82 с.

Митрофанова О.П., Стрельченко П.П., Конарев А.В. Структура генетических взаимосвязей между местными сортами гексаплоидных пшениц по данным RAPD-, AFLP- и SSR-анализов. *Аграрная Россия*. 2004. №6. С. 10-19.

Пальмова Е.Ф. Введение в экологию пшениц. Л.-М.: Огиз-Сельхозгиз, 1935. 75 с.

Пенева Т.И., Митрофанова О.П., Конарев А.В. Белковые маркеры в анализе генетической стабильности сортов пшеницы, содержащих хроматин 1R ржи. *Аграрная Россия*. 2002. №3. С. 35-40.

Пюккенен В.П., Губарева Н.К., Митрофанова О.П. Поиск возможных дублетов среди коллекционных образцов мягкой пшеницы из Китая. *Аграрная Россия*. 2005. №2. С. 31-35.

Романова Ю.А. Использование полиморфизма глиаина при формировании рационально организованной коллекции *Triticum spelta* L. Автореферат дисс. на соискание уч. степени кан. биол. наук. С-Петербург, 2002. 20 с.

Романова Ю.А., Губарева Н.К., Конарев А.В. и др. Исследование коллекции вида пшеницы *Triticum spelta* L. по полиморфизму глиадинов. *Генетика*. 2001. Т. 37. №9. С. 1258-1265.

Стрельченко П.П., Митрофанова О.П., Конарев А.В. Сравнение возможностей RAPD-, AFLP- и SSR-маркеров для различения местных сортов гексаплоидных пшениц. *Аграрная Россия*. 2004. №6. С. 3-9.

Стрельченко П.П., Митрофанова О.П., Малышев Л.Л. и др. Генетическая дифференциация евразийского подвида мягкой пшеницы по данным RAPD -анализа. *Аграрная Россия*. 2002. №3. С. 11-23.

Фляксбергер К.А. Определитель пшениц. Труды бюро по прикл. ботанике. 1915. VIII, №1-2. С.9-210.

Фляксбергер К.А. Пшеницы России. Петроград. 1917. 62 с.

Фляксбергер К.А. Пшеницы. Москва, Ленинград: ОГИЗ, 1935а. 261 с.

Фляксбергер К.А. Пшеница – род *Triticum* L. РР.Р. В кн.: Культурная флора СССР. I. Хлебные злаки. Пшеница. М.-Л.: Госиздательство совхозной и колхозной литературы, 1935б. С.17-404.

Цвелев Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.

Hawkes J.G. Plant biodiversity conservation. A review of present methods and future needs//Vavilov lectures. Mosonmagyaróvár-Sopron-Szombathely, 1994. P. 68-78.

Martynov S.P., Dobrotvorskaya T.V. Genealogical analysis of diversity of Russian winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2006. V. 53. P. 379-386.

Martynov S.P., Dobrotvorskaya T.V., Morgounov A.I. et al. Genealogical analysis of diversity of spring bred wheat cultivars released in Kazakhstan from 1929-2004. *Acta Agronomica Hungarica*. 2005. V. 53. N. 3. P. 261-272.

Skovmand B., Rajaram S., Ribaut J.M., Hede A.R. Wheat genetic resources. In: Bread wheat. Improvement and production. Edited by B.C. Curtis, S. Rajaram, H. Gómez Macpherson. Rome: FAO. 2002. (<http://www.fao.org/docrep/006/Y4011E/y4011e08.htm#>)
Stehno Z., Dotlacil L., Faberova I. et al. Genealogical analysis of the genetic diversity in winter wheat cultivars grown in the former Czechoslovakia and the present Czech Republic during 1919-2001. *Czech. J. Genet. Plant. Breed.* 2003. V.39. N.4. P. 99-108.

Strelchenko P., Kenneth Street, O. Mitrofanova et al. Genetic diversity among hexaploid wheat landraces with different geographical origins revealed by microsatellites: comparison with AFLP, and RAPD data. *Proc. 4th Int. Crop Sci. Congress, Brisbane, Australia, 26 Sept. – 1 Oct., 2004.*

Strelchenko P., O. Mitrofanova, Terami F. Phylogeography of hexaploid wheat complex based on RAPD data. In: Thangadurai D., Pullaiah T., Pinheiro de Carvalho M.A. (Eds) *Genetic Resources and Biotechnology*, Vol. 1, Regency Publications, New Delhi, 2005, pp. 49-70.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОВСА, РЖИ И ЯЧМЕНЯ

И. Г. Лоскутов, В. Д. Кобылянский, О. Н. Ковалева

Теоретические исследования отдела посвящены разработке генетических методов эффективности использования выделенного генофонда овса, ржи и ячменя с выявлением закономерностей изменчивости и наследования важнейших селекционных признаков. Наряду с комплексной полевой оценкой совместно с методическими лабораториями ВИР изучается и выделяется ценный генофонд для решения актуальных проблем селекции в различных регионах страны. На основании научных разработок и исходного материала в отделе успешно решаются проблемы устойчивости к важнейшим заболеваниям, скороспелости, короткостебельности, засухоустойчивости, качества зерна (по составу белка, лизина, жира, отдельных жирных кислот, крахмала, антиоксидантов и т. д.) и зерновой продуктивности в селекции ячменя и овса. С использованием новых генов короткостебельности, ЦМС и устойчивости к болезням ржи решена проблема полегания и разработаны новые направления селекции этой культуры на устойчивость к болезням, зимостойкость, а также селекции гибридной ржи на основе ЦМС. В отделе созданы и изучаются генетические коллекции образцов с идентифицированными генами по широкому кругу хозяйственно ценных признаков. Весь выделенный и созданный в отделе материал передается в селекцентры для использования в селекционном процессе по овсу, ржи и ячменю.

THE RESULTS AND PROSPECTS OF STUDIES OF THE GLOBAL OAT, RYE AND BARLEY COLLECTIONS

I. G. Loskutov, V. D. Kobylaynsky, O.N. Kovaleva

Theoretical researches conducted at the Department of genetic resources of oat, rye and barley have been aimed at working out genetic methods of efficient utilization of selected genetic resources of these three crops and disclosing regularities in variability and heritability of major breeding characters. In addition to complex field evaluation carried out jointly with VIR's fundamental laboratories, valuable genetic diversity is studied and identified to meet burning requirements of breeding practice in different regions of the country. On the basis of its scientific achievements and available breeding sources the Department successfully solves the problems of resistance to major diseases, earliness, semidwarfness, drought resistance, grain quality (ensured by the content of protein, lysine, fat, separate fatty acids, starch, antioxidants, etc.) and grain productivity in barley and oat breeding. Utilization of new genes controlling semidwarfness, CMS (cytoplasmic male sterility) and disease resistance in rye helped to overcome the problem of lodging, develop for this crop new breeding approaches to enhance disease resistance and winter hardiness, and facilitate rye breeding on the basis of CMS. The Department maintains and studies genetic collections of germplasm accessions possessing identified genes responsible for a broad variety of economically valuable traits. All the materials selected or created by the Department are forwarded to breeding centres to be included in oat, rye and barley breeding processes.

Первые образцы местных российских ячменей, которые начали собирать с конца XIX в., послужили основой создания всей мировой коллекции ВИР. Сортовое богатство ячменя начал собирать первый специалист по этой культуре - заведующий Бюро прикладной ботаники Роберт Эдуардович Регель. Немаловажный вклад в формирование коллекций отдела внесли А.И. Мальцев, Н.И. Литвинов, Н.И. Вавилов, М.Ф. Петропавловский, В. И. Антропов, В. Ф. Антропова, А. И. Мордвинкина, А. А. Орлов, Ф.Х. Бахтеев, А.Я. Трофимовская, А. П. Иванов и многие другие специалисты отдела. В результате сборов более чем векового периода в отделе находятся уникальные мировые видовые, сортовые ресурсы и дикорастущие родичи овса, ржи, ячменя, собранные более чем в 90 странах мира. В настоящее время коллекция отдела превышает 37 тыс. образцов: ячменя – 20 тыс. (24 вида), овса – 14 тыс. (26 видов), ржи – 3 тыс. (4 вида). На ее основе селекционерами страны создано свыше 200 сортов, из которых в настоящее более 120 включены в список селекционных достижений России время. Научные сотрудники отдела являются авторами 35 коммерческих сортов: 13 сортов овса, 12 сортов озимой ржи и 10 сортов ячменя.

Развитие идей Н.И. Вавилова по проблемам эволюции, систематики и филогении овса, ржи, ячменя и учения об исходном материале для селекции на основе результатов исследований сотрудников отдела обобщены в томах второго издания «Культурной флоры»: «Рожь» (1989), «Ячмень» (1990), «Овес» (1994), в монографиях А.Я. Трофимовской «Ячмень» (1972), В.Д. Кобылянского «Рожь – генетические основы селекции» (1982), «Генетика культурных растений» (коллектив авторов, Ячмень и Рожь – 1986; Овес - 1988), И.Г. Лоскутова «Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность» (2007) и в многочисленных изданиях, как в России, так и за рубежом (см. список основных публикаций отдела или на сайте института www.vir.nw.ru).

Овес посевной – одна из наиболее важных зерновых сельскохозяйственных культур на земном шаре, занимающая более 12 млн га пахотных земель, в ботаническом плане относится к роду *Avena* L., насчитывающему 26 видов, которые имеют три уровня ploидности и представлены ди-, тетра- и гексаploидными группами видов, большинство из которых являются дикорастущими.

В отделе проводится комплексное изучение всей коллекции культурных и дикорастущих видов овса по всему спектру направлений, связанных с уточнением систематического положения, филогенетических связей и направления эволюции видов в системе рода *Avena* L. и с поиском возможностей использования всего разнообразия рода в практической селекции овса.

При анализе результатов исследования, проводимого в отделе с привлечением данных по географическому распространению и морфологическому описанию коллекции наиболее многочисленной по

видовому составу группы диплоидных и тетраплоидных видов овса, было установлено, что формы дикорастущих видов имеют наибольшее распространение на территории северо-западной части Африканского континента и, частично, на юго-западной оконечности Европы.

Таблица 1. Система подрода *Avena* рода *Avena* L.

Секция	Виды			Геном	2n
	Дикорастущие		Культурные		
	С осыпающимися цветками	С осыпающимися колосками			
<i>Aristulatae</i> (Malz.) Losk. comb.nova	<i>A. clauda</i> Dur.	<i>A. pilosa</i> M.B.		Cp	14
	<i>A. longiglumis</i> Dur.			Al	
	<i>A. damascena</i> Rajh.et Baum			Ad	
	<i>A. prostrata</i> Ladiz.			Ap	
	<i>A. wiestii</i> Steud. <i>A. hirtula</i> Lagas.	<i>A. atlantica</i> Baum	<i>A. strigosa</i> Schreb.	As	
	<i>A. barbata</i> Pott. <i>A. vaviloviana</i> Mordv.		<i>A. abyssinica</i> Hochst.	AB	28
<i>Avenae</i>		<i>A. ventricosa</i> Balan. <i>A. bruhnsiana</i> Grun.		Cv	14
		<i>A. canariensis</i> Baum et Fed.		Ac	
		<i>A. agadiriana</i> Baum et Fed.		AB	28
		<i>A. magna</i> Murphy et Terr. <i>A. murphyi</i> Ladiz.		AC	
		<i>A. insularis</i> Ladiz.		AC?	
	<i>A. fatua</i> L. <i>A. occidentalis</i> Dur.	<i>A. sterilis</i> L. <i>A. ludoviciana</i> Dur.	<i>A. byzantina</i> C.Koch <i>A. sativa</i> L.	ACD	42

При детальном изучении совместно с отделом цитологии и анатомии ВИР кариотипов различных видов овса были идентифицированы отдельные виды и разделены на группы в зависимости от их плоидности, положения центромера и вторичных перетяжек. Изучение, проведенное совместно с отделом биохимии и молекулярной биологии с использованием электрофоретических спектров авенина, показало, что наиболее высокий уровень полиморфизма по типам спектров отмечался у гексаплоидных видов, затем тетраплоидных и диплоидных видов. Определено наличие или отсутствие отдельных компонентов спектров авенина, характеризующих

отдельные виды или группы видов. Изучение, проведенное с использованием техники RAPD-анализа, продемонстрировало возможность разделения представителей различных видов овса в соответствии с их геномным составом, уровнем ploидности и внутривидовой дифференциацией.

На основании комплексного изучения и анализа ареалов видов овса было уточнено, что первичный центр происхождения всего рода находится в западной части Средиземноморья. Далее, при продвижении на восток, все виды рода стали занимать все большие пространства в районе Юго-Западного Азиатского центра, где образовалось большое внутривидовое разнообразие дикорастущих и переходных сорных форм овса.

Многолетнее разноплановое изучение местных образцов коллекции культурных видов овса по морфологическим признакам и определение ареалов различных форм привели к подтверждению локализации области формообразования этих видов. В результате анализа внутривидового разнообразия были уточнены центры формообразования всех культурных видов овса. Для диплоидного вида *A. strigosa* Schreb. таким центром является Испания и Португалия, для диплоидных голозерных форм *A. strigosa* subsp. *nudibrevis* Kobyl. et Rod. – Великобритания, для тетраплоидного вида *A. abyssinica* Hoch. – Эфиопия, для гексаплоидного вида *A. byzantina* C. Koch – это Алжир и Марокко со вторичным центром в Турции, для пленчатых форм *A. sativa* subsp. *sativa* Mordv. – это Иран, Грузия, Россия (Татарстан), для голозерных форм *A. sativa* subsp. *nudisativa* Rod. et Sold. – Монголия и Китай.

В целях установления филогенетических связей между видами овса были изучены морфологические признаки, связанные с вегетативной и генеративной частью растений, что позволило уточнить систематическое положение видов овса. На основе данных, полученных на протяжении всего XX века сотрудниками отдела, нами был проведен анализ существующих систем рода и в результате была предложена уточненная система видов рода *Avena* L. (табл. 1). Весь род *Avena* L. состоит из подрода *Avenastrum* (C. Koch) Losk. comb. nov., к которому относятся многолетние овсяноподобные травы, и типового подрода *Avena*, куда относятся все однолетние виды овса. Типовой подрод *Avena* мы делим на две секции – *Aristulatae* (Malz.) Losk. comb. nova и *Avenae* (L.) Losk.

Если рассматривать всю систему видов рода с эволюционной точки зрения, можно прийти к выводу, что все виды секции *Aristulatae*, по нашему мнению, являются боковыми ветвями эволюции, которые не участвовали в формировании гексаплоидных видов овса. Все диплоидные и тетраплоидные виды секции *Avenae* относятся только к дикорастущим или рудеральным растениям, то есть они не засоряют посеы культурных растений, а являются частью естественных фитоценозов некоторых стран. Эта группа видов, с сокращающимися ареалами, является промежуточным звеном в эволюции рода и, по всей видимости, принимала участие в формировании гексаплоидных видов овса.

Широкий интерес к генетическому изучению овса положил начало созданию в ВИРе генетической коллекции. В ней представлены сорта, линии культурных и образцы дикорастущих видов с одним и более из идентифицированных генов, контролирующих различные морфологические, агробиологические, биохимические и другие признаки. Большую часть коллекции составляют образцы с наиболее важными генами устойчивости к мучнистой росе, корончатой и стеблевой ржавчине и видам голови.

Большое разнообразие сортов, имеющих одинаковые аллели генов, позволяет селекционерам разных зон России подобрать соответствующий исходный материал для селекции овса. В настоящее время генетическая коллекция овса ВИР включает более 600 образцов, относящихся к культурным видам - *A. sativa*, *A. byzantina*, *A. strigosa*, *A. abyssinica* и дикорастущим - *A. sterilis*, *A. barbata* и *A. magna*, по более чем 200 идентифицированным генам, контролирующим различные морфологические, физиологические, биохимические и другие признаки.

Кроме создания генетической коллекции, основной работой отдела является комплексное изучение и выделение источников и доноров по хозяйственно-ценным признакам для целей селекции.

Продолжительность вегетационного периода - очень важный признак в селекции овса, и он напрямую связан с урожаем зерна, его качеством и посевными свойствами семян. За продолжительное время изучения коллекции среди образцов посевного и византийского овса было выделено большое число скороспелых местных и селекционных форм, происходящих из различных регионов возделывания овса. Значительной изменчивостью по продолжительности отдельных периодов развития на уровне вида обладают также формы дикорастущих видов. Среди дикорастущих видов наименьшей продолжительностью отдельных фаз развития и всего вегетационного периода в целом отличались некоторые виды (*A. canariensis*, *A. magna*), но наиболее ценными в селекционном отношении являются гексаплоидные виды, особенно скороспелые формы *A. fatua* из Болгарии, Китая, Турции.

Наиболее важными факторами, влияющими на длину вегетационного периода растения и, особенно, на его первую половину, являются продолжительность светового дня и температурный режим. Результаты проведенного многолетнего изучения совместно с отделом физиологии растений ВИР показали разнообразие реакций на фотопериод и яровизацию. Из выделенных в последнее время сортов культурных видов со слабой чувствительностью на фотопериод (ФПЧ) следует отметить образцы CAV 2700 (Турция), Donald, OA 313, OA 309 (Канада), Pennline 6571, Ga-Mitchell (США), Pluton-INIA (Чили) и Paramo, Chihuahua (Мексика), Swan, Pallinup, Euro (Австралия) и другие. Виды *A. vaviloviana* и *A. fatua* можно считать полностью истинно яровыми, так как они имели нейтральную или слабую реакцию на яровизацию, а формы *A. fatua* показали сильную чувствительность к длине дня. По всей видимости, наличие яровых форм и

сильной чувствительности к длине дня дает возможность *A. fatua* продвигаться до самых крайних северных территорий и подниматься высоко в горы до высотных границ горного земледелия. Формы видов *A. hirtula*, *A. vaviloviana* и *A. occidentalis* показали слабую реакцию на фотопериод.

Выявлено, что реакция на яровизацию имеет связь с географическим происхождением конкретных образцов, а реакция на изменения фотопериода имеет, в большей степени, видовую зависимость. Не существует прямой зависимости между географическим происхождением видов и реакцией на фотопериод. В то же время, несколько образцов с очень слабой фотопериодической чувствительностью были найдены в районах южнее 40⁰ северной широты.

Проблема короткостебельности тесно связана с устойчивостью овса к полеганию, которое занимает особое место в селекции этой культуры и привлекает к себе значительное внимание в силу отличительных особенностей габитуса самого растения и большой парусности метелки. По результатам изучения последних лет, в качестве источников, сочетающих короткостебельность с повышенной зерновой продуктивностью метелки и хорошим качеством зерна, могут быть рекомендованы образцы из генетической коллекции, несущие аллель гена Dw-6, - OT 207 (Канада), Pennline 6571, Pennlo (США), к-14174 (Австралия) и Omihi (Новая Зеландия) и Dw-8 - AV 21/1, AV 17/3/10 (Япония).

В результате комплексного изучения был выделен ряд продуктивных короткостебельных сортов, которые использовались как родительские формы для передачи аллелей генов короткостебельности в районированные сорта овса. Путем скрещивания и многоступенчатых отборов были выделены константные продуктивные формы, передающие признак короткостебельности при дальнейших скрещиваниях. Созданные в процессе работы 13 доноров овса являются донорами короткостебельности и устойчивости к полеганию. Все эти линии кроме короткостебельности имеют высокоустойчивую к полеганию толстую прочную соломинку с продуктивной метелкой, а также характеризуются устойчивостью выше средней к стеблевой и корончатой ржавчине, к вирусу желтой карликовости ячменя и к гельминтоспориозу. Созданные доноры могут быть использованы в селекции овса в Нечерноземной и Центрально-Черноземной полосе Российской Федерации.

При большом разнообразии дикорастущих видов по высоте растений и устойчивости к полеганию среди гексаплоидных видов были выделены короткостебельные формы (до 60 см) *A. fatua*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis*.

Комплексная фитопатологическая оценка всего видового разнообразия рода *Avena* способствует выделению и использованию новых источников и доноров устойчивости для расширения генетической основы создаваемых сортов овса.

В результате изучения набора образцов культурных видов с идентифицированными генами устойчивости к корончатой ржавчине из

генетической коллекции были выделены устойчивые формы, несущие эффективные аллели генов Rc-50-2, Rc-54-2, Rc-55 и Rc-68, которые во все годы изучения проявляли устойчивость на уровне 0-1 балла с долей поражения листовой поверхности до 10%.

При рассмотрении разнообразия устойчивости к корончатой ржавчине на уровне вида было определено, что устойчивостью к этому патогену выделялись, кроме культурных видов, формы дикорастущих видов из Испании, Италии, Франции, Турции, Израиля, Ирана, Ливана, Алжира, Туниса и США.

При изучении набора культурных образцов с идентифицированными генами устойчивости к стеблевой ржавчине из генетической коллекции были выделены формы, несущие эффективные аллели генов Prg-a, Prg-13 и Prg-15, которые во все годы изучения проявляли устойчивость на уровне 1-2 балла (поражение поверхности стебля до 15%).

Разнообразие реакций по устойчивости к стеблевой ржавчине у изученных видов было выше, чем у посевного овса. Средней устойчивостью к этому заболеванию обладали некоторые формы культурных и дикорастущих видов.

По результатам последних лет комплексной групповой устойчивостью к основным грибным облигатным заболеваниям (корончатой и стеблевой ржавчине) обладали, кроме культурных видов, формы тетраплоидных видов *A. magna*, *A. insularis*, *A. macrostachya*; гексаплоидных видов *A. occidentalis*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis* и некоторые образцы посевного овса.

Среди дикорастущих популяций среднетолерантными к ВЖКЯ были формы диплоидных, тетраплоидных и гексаплоидных видов. Наибольший процент устойчивых образцов имели виды *A. occidentalis* и *A. sterilis*. При сопоставлении данных по толерантности к ВЖКЯ и сильной заселенностью тлей были выделены образцы полностью устойчивые к поражению ВЖКЯ, которые относились к диплоидным и тетраплоидным видам. Среди гексаплоидных видов такие формы не были найдены, так как все эти виды в слабой степени заселялись тлей.

Проведенное изучение показало, что устойчивость к возбудителю корончатой и стеблевой ржавчины была детерминирована только на уровне 10% ($r=+0,32$), а устойчивость к облигатным паразитам не связана с устойчивостью к вирусным заболеваниям.

Дикорастущие виды, наряду с посевным овсом, обладают повышенным качеством зерна (изучение проводили совместно с отделом биохимии ВИР). Результаты показали, что наибольшие значения содержания белка в зерновке были найдены у диплоидных видов *A. longiglumis* и *A. atlantica*, тетраплоидных – *A. magna* и *A. barbata* и гексаплоидного - *A. sterilis*. Наиболее перспективными для поиска высокобелковых форм могут быть названы виды *A. murphyi* и *A. occidentalis*. Среди форм с высоким содержанием белка в зерновке, как наиболее перспективные для селекции, выделяются гексаплоидные виды *A. fatua*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis*. По питательности белка следует отметить тетраплоидный вид *A. barbata*, по

содержанию лизина в белке и других незаменимых аминокислот гексаплоидные виды имели показатели на уровне посевного овса.

Новым показателем в определении качества зерна является содержание масла в зерновке и его жирнокислотный состав. За последнее время по содержанию масла в зерновке выделяются диплоидные виды *A. pilosa* и *A. canariensis*, тетраплоидные - *A. murphyi* и *A. magna*, гексаплоидные *A. fatua*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis*.

Качество масла овса может быть определено по содержанию в нем мононенасыщенных жирных кислот, в частности, олеиновой кислоты, которая позволяет маслу дольше сохраняться при хранении. Наибольшим содержанием олеиновой кислоты характеризуются диплоидные виды *A. hirtula*, *A. longiglumis* и *A. wiestii*, тетраплоидные - *A. barbata*, *A. vaviloviana* и *A. magna*, гексаплоидные - *A. fatua* и *A. ludoviciana*. В то же время, биологическую активность такого масла определяет соотношение содержания линолевой к олеиновой кислоте, которое должно быть равным единице. Таким показателем обладали диплоидные виды *A. clauda*, *A. pilosa* и тетраплоид - *A. vaviloviana*.

При проведении корреляционного анализа было установлено, что для диплоидных и тетраплоидных видов содержание белка напрямую зависит от размеров зерновки ($r=+0,52$), для гексаплоидов с увеличением размера зерновок содержание белка в них падает ($r=-0,20$). Определено, что образцы с наибольшим содержанием белка в зерновке были собраны в северо-западных районах Африканского континента. Содержание всех «незаменимых» аминокислот (кроме метионина) тесным образом положительно связано с содержанием белка ($r = 0,78-0,94$) и лизина ($r = 0,62-0,80$). Детерминация содержания белка и лизина в белке зерновки была довольно высокая - 60,1%. Содержание остальных аминокислот связано между собой положительно с разной степенью достоверности (кроме метионина). Накопление масла и белка в зерновке овса идет разнонаправлено, и коэффициент детерминации этих признаков равен 13,7% при среднем достоверном отрицательном значении корреляции $r = -0,37$. В большинстве случаев, было показано, что при увеличении содержания насыщенных (пальмитиновой и стеариновой) и мононенасыщенных (олеиновой) жирных кислот в масле овса происходит уменьшение содержания полиненасыщенных кислот, которые легко подвергаются окислению при хранении зерна.

Наши исследования подтвердили, что наиболее перспективными и важными с точки зрения качества зерна и передачи этих признаков посевному овсу являются дикорастущие виды *A. magna*, *A. sterilis* и *A. ludoviciana*.

Кроме изучения традиционных биохимических параметров, отдел ищет возможности проводить изучение других качественных признаков. К важнейшим биохимическим компонентам, повышающим пищевое значение овса, относятся жиры, β -глюканы, токоферолы, стеролы,

авенантрамиды и другие компоненты. В настоящее время это направление изучения коллекции является наиболее перспективным.

Анализ географического распределения образцов коллекции показал, что наибольшее разнообразие многих изученных селекционно ценных признаков находится в центрах происхождения культурных растений, откуда происходят те или иные виды овса. Наибольшее разнообразие скороспелых или яровых форм, крупнозерных, устойчивых к поражению корончатой ржавчиной и вирусом желтой карликовости ячменя происходит из западной части Средиземноморья, из восточной части Переднеазиатского региона происходят дернистые яровые и полуозимые формы. Из районов южнее 40⁰ северной широты происходят образцы с очень слабой фотопериодической чувствительностью и аллюмотолерантностью, из районов на уровне 40⁰ - формы с высоким содержанием белка и масла.

Скорее всего, здесь, где сосредоточено многообразие видового и внутривидового разнообразия, могут быть найдены и новые устойчивые к болезням и вредителям, с высокими показателями качественных характеристик зерна и зеленой массы, крупнозерные и устойчивые к абиотическим факторам среды формы дикорастущих представителей рода *Avena*.

Озимая рожь – одна из ведущих продовольственных зерновых культур. На долю России приходится 50% всех посевов и одна треть производства зерна ржи в мире.

Научно-исследовательская работа по ржи в отделе направлена на всестороннее изучение коллекции, которая включает систематические, генетические, физиологические, биохимические и другие исследования.

На основании изучения почти всех известных в ботанической литературе видов ржи и обобщения литературных данных нами уточнена систематика рода *Secale* L. При этом мы руководствовались концепцией политипического вида, выдвинутой Н.И. Вавиловым. Согласно этой концепции, виды одного рода должны различаться комплексом признаков морфологического, биологического, физиологического и цитогенетического характера. В работе «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» Н.И. Вавилов (1920) указывает, что обособление видов приходится понимать не абсолютно, а относительно, учитывая трудность скрещивания видов, негомологичность хромосом, выявляющуюся при скрещивании, и физиологические особенности, а также различие ареалов сравниваемых видов. Отмечая встречающиеся затруднения при использовании морфологических признаков для выделения видов, Н.И. Вавилов предлагает усилить внимание к другим признакам. Так, в работе «Линнеевский вид как система» он пишет, что морфологическая дифференциация не всегда достаточна для разделения линнеевских видов и надо учитывать относительность систематических признаков. Для разграничения видов он указывает на то, что, помимо морфологических признаков необходимо

принимать во внимание их физиологическую обособленность, нескрещиваемость, географическую и экологическую обособленность.

В наших исследованиях при разграничении видов внимание обращалось на ряд характерных морфологических, анатомических, кариологических, цитогенетических особенностей растений на признаки самосовместимости, скрещиваемости, а также на обособление ареалов.

Малое число видов и большие различия между ними затрудняют их объединение в отдельные секции по степени родства, морфологическим, биологическим или генетическим особенностям. Однако мы находим возможным сохранить две секции: I. Sect. *Oplismenolepis* Nevski — плотнозакрыточешуйчатая, объединяющая все дикорастущие виды однолетней и многолетней ржи (*S. silvestre* Host, *S. iranicum* Kobyl., *S. montanum* Guss. s. l.); II. Sect. *Cerealia* Roshev. — зерновая, включающая только вид культурной ржи *S. cereale* L. s. l.

Разделение рода ржи на две секции, одна из которых включает все дикорастущие виды, а другая — вид возделываемой ржи, в том числе сорнополевую, отражает место видов в природе, их эволюцию и влияние человека на формирование некоторых видов. Это облегчает использование видов для решения практических задач селекции.

Кроме фундаментальных исследований, в отделе большая роль отводится изучению и использованию исходного материала для селекции. Нами впервые была проведена генетическая дифференциация признака короткостебельности у ржи, что позволило выделить неизвестный ранее доминантный ген HL. Селекционно-генетическое изучение этого гена показало, что он не сцеплен с другими признаками, отрицательно влияющими на урожай. Напротив, доминантный тип короткостебельности позволяет сочетать у ржи короткостебельность и зимостойкость с высокой продуктивностью. Доноры доминантной короткостебельности в настоящее время довольно широко используются селекционерами страны, где проблема полегания наиболее актуальна. Для преодоления трудностей отбора константных короткостебельных форм из гибридных популяций предложены способы определения и выделения гомозиготных генотипов короткостебельных растений.

Использование наших разработок в России позволило решить одну из главных проблем селекции ржи - устойчивость к полеганию. За короткий период в стране было создано 29 сортов, что составляет 54% всех сортов, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации. Возделывание неполегающей ржи на площади около 3 млн. га дает экономию около 6 млрд руб. ежегодно.

Другим достижением является разработка совместно с отделом иммунитета ВИР технологии селекции короткостебельной ржи на устойчивость к болезням. Создание короткостебельных форм показало, что такие формы в большей степени поражаются грибными болезнями. В связи с этим была предпринята работа по созданию короткостебельных форм ржи с комплексной устойчивостью к болезням. Среди многочисленных

болезней, поражающих рожь, бурая, стеблевая ржавчины и мучнистая роса относятся к числу наиболее вредоносных. Недобор урожая зерна от развития этих болезней может достигать 30-50% и более.

Наиболее рациональным способом борьбы с болезнями растений является их генетическая защита. Возделывание устойчивых сортов дает возможность получить стабильный урожай зерна, улучшить его качество, а также исключить применение химических средств защиты растений и, тем самым, улучшить экологическую ситуацию и снизить себестоимость продукции.

Результаты данных исследований имеют значение для разработки теоретических основ селекции, поиска селекционно ценных генотипов в панмиктических популяциях ржи, создания доноров эффективных генов и высокоурожайных, устойчивых к болезням сортов короткостебельной ржи. Многоплановые исследования генетической детерминации устойчивости ржи к листостебельным болезням расширяют понимание механизмов устойчивости злаковых растений к облигатным грибам.

Наличие в популяциях ржи высокой частоты растений, устойчивых к широко специализированному патогену *Puccinia graminis* f. sp. *secalis* и высокой частоты таких популяций из числа изученных расширяет возможности селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине. Предложенная стратегия селекции и созданные для этой цели источники и доноры эффективных генов устойчивости широко используются при выведении новых короткостебельных сортов ржи, обладающих групповой устойчивостью к вредоносным болезням.

Теоретические разработки и исходный материал в виде доноров эффективных генов устойчивости к бурой, стеблевой ржавчине и мучнистой росе легли в основу селекции болезнеустойчивых сортов озимой ржи Ника, Кировская 89, Эстафета Татарстана, Эра. Сорт Ника с 1993 г. допущен к возделыванию на Украине и Белоруссии и внесен в Государственные реестры селекционных достижений Украины и Белоруссии. Сорта Кировская 89 (1993), Эстафета Татарстана (1998) и Эра (2001) внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации. Созданные сорта устойчивы к двум или трем широко распространенным болезням ржи, каждая из которых способна снизить на 40-80% урожай зерна. Использование болезнеустойчивых сортов гарантирует получение высоких урожаев без дополнительных затрат на химическую защиту растений (затраты на защиту 1 га посева от одной болезни составляют 1000-1200 руб.). В настоящее время такие сорта возделываются на площади в 700 тыс. га, что обеспечивает экономию в 700 млн руб. ежегодно.

В отделе совместно с отделом биохимии ВИР проводится работа по созданию популяционных сортов озимой ржи для комбикормовой промышленности. На протяжении всей истории селекция ржи велась на улучшение хлебопекарных свойств, в том числе на увеличение водорастворимых пентозанов (ВП), положительно влияющих на

формообразующую способность ржаного теста, пористость и сохранность свежести мякиша хлеба.

По этой причине сырое зерно современных сортов озимой ржи не пригодно или мало пригодно на корм животным. Зерно ржи по питательным свойствам, за исключением овса, превосходит зерно других зерновых культур. Белок ржи соответствует белку коровьего молока на 83%, а белок пшеницы только на 41%. Тем не менее, скармливание сырого зерна ржи животным, особенно с однокамерным желудком (птицы, свиньи), ограничено наличием большого количества ВП, особенно арабинозы и ксилозы, характеризующихся высокой водопоглотительной способностью и образующих слизи, ограничивающие доступ пищеварительных ферментов к белку и жиру. В зерне ржи водорастворимые пентозаны составляют 40% по отношению ко всем пентозанам, т. е. почти в 2 раза больше, чем в пшенице.

По содержанию ВП в зерне выявлено большое различие между изучаемыми образцами в пределах 1,00–2,33% на сухое вещество. Различия между крайними показателями достигает 170%. Зерно условного стандарта содержало 1,12% ВП.

Из числа образцов доноров иммунитета к грибным болезням выявлены штаммы с малым 1,05–1,50% содержанием ВП в зерне, что не выходит за пределы их содержания в зерне пшеницы. Максимальное число штаммов и линий (более 50%) по содержанию ВП занимали среднее положение между 1,61–1,90%.

Отдельные малопентозановые штаммы и линии характеризуются повышенным содержанием белка в зерне (14,3–16,7%), что повышает их ценность при создании популяционных сортов для комбикормовой промышленности. Для расширения биоразнообразия по качеству зерна озимой ржи и создания и источников и доноров низкопентозановых форм применительно к задачам селекции необходима разработка методов внутрипопуляционной дифференциации генотипов по качеству зерна.

Особое значение для ржи как перекрестноопыляемого растения имеет выбор метода, позволяющего сохранить в потомстве те признаки, по которым было отобрано растение. В качестве модельной популяции взята сложная селекционная популяция корокостебельной озимой ржи Волга 3Н1 и новый сорт Эра. В качестве одного из способов дифференциации генотипов, составляющих популяцию озимой ржи, предложен метод клонового отбора в сочетании с групповой изоляцией колосьев (по 30–50) каждого клона, с целью получения самоопыленных потомств идентичных растениям исходного клона.

В результате предварительных исследований мы пришли к заключению о перспективности создания зернофуражных сортов озимой ржи пригодных для комбикормовой промышленности. Открывается возможность создания сортов ржи, высокопитательное дешевое зерно которых будет пригодно для прямого использования в рационах сельскохозяйственных животных, в т.ч. птицеводстве и свиноводстве. Завершается работа по выведению первого зернофуражного сорта. В ВИРе совместно с Башкирским НИИСХ создан

малопентозановый пилотный сорт ржи Бройлер, проходящий размножение и изучение.

В настоящее время сельскохозяйственное производство предъявляет новые требования к уровню зерновой продуктивности, и эти проблемы могут быть решены с использованием гетерозисных гибридов озимой ржи. Со времени открытия (1962-1969 гг.) цитоплазматической мужской стерильности в отделе продолжают исследования по созданию исходного материала (генетических систем ЦМС- стерильных линий, линий закрепителей стерильности, линий восстановителей фертильности), оценке комбинационной способности созданных линий (ОКС и СКК), изучению уровня гетерозиса и его стабильности у экспериментальных гибридов, определению оптимального типа гибрида для условий северо-запада России.

С 2003 г. районирован первый Российский гибрид НВН-3. В его создании участвовали: немецкая фирма Петкус, НИИСХ ЦЧП и НИИСХ ЦРНЗ. Наши данные многолетнего изучения немецких гибридов Lochoy, Petkus, Hybro, Carstens в условиях Ленинградской области выявили их существенный недостаток – слабую зимостойкость и сильную восприимчивость к поражению снежной плесенью. Этот селекционный признак для сортов России имеет первостепенное значение, определяющее стабильность и пластичность гибрида. Вот почему в своей работе большую роль мы уделяем созданию исходного материала – самоопыленных линий с генами закрепления стерильности и восстановления фертильности, адаптированных к почвенно-климатическим условиям России и устойчивых к основному лимитирующему фактору – поражению снежной плесенью.

Исходный материал создается на отечественных популяционных сортах, устойчивых и толерантных к снежной плесени: Вятка 2, Россиянка, Саратовская 5, Ильмень, Эра и другие.

Проводилась работа по поиску лучших компонентов для создания гетерозисных гибридов. С этой целью были испытаны топкроссные гибриды, где в качестве тестера использована (1969 г.) первая маркированная стерильная линия Л-18 мс (R-типа ЦМС) с высокой комбинационной способностью. Завершена проверка донорских свойств генетической системы ЦМС R-типа Л-708 мс и Л-708 зс. Линейно-популяционные гибриды с линией Л-808 мс показывали достоверный конкурсный гетерозис более 20% и не уступали по урожаю зерна и другим хозяйственно-ценным признакам лучшим немецким коммерческим гибридам. Заслуживают внимания гибриды (Л-389 мс × Л-708 зс) × Ильмень, (Л-708 мс × Л-606 зс) × Ильмень, Л-416 мс × Л-708 зс, у которых высокий уровень конкурсного гетерозиса проявляет стабильность в разные по погодным условиям годы испытания.

Продолжена работа по созданию самоопыленных линий на базе сорта Эра, обладающего генами закрепителями стерильности (зс) и закрепителями фертильности (зф). Было изучено 70 потомств, среди которых выделилось 31 линия в кандидаты закрепителей стерильности.

Оценка разных типов гибридов по нашим многолетним исследованиям показывает преимущества тройных гибридов, у которых в качестве материнской формы использован простой мс гибрид, а отцовской формы – сорт-популяция с высокой специфической комбинационной способностью. Для получения мс гибридов селекционный интерес представляют мс линии с высокой общей комбинационной способностью – Л-606 мс, Л-416 мс, Л-205 мс для использования в качестве материнской линии, с высокой специфической комбинационной способностью – Л-606 зс, Л-708 зс, Л-416 зс для использования как отцовский компонент. Перспективными популяциями с высокой комбинационной способностью для создания тройных экспериментальных гибридов был сорт Ильмень и синтетик Сибр.

Ячмень является одной из древнейших культур и принадлежит к числу наиболее распространенных растений на земле. Площадь под посевами ячменя в мировом земледелии составляет около 80 млн га, что является четвертым местом после пшеницы, риса и кукурузы. В России в годы перестройки посевные площади под ячменем резко снизились и в 2004 г. составляли 15,2 млн га. Ячмень находит широкое применение в народном хозяйстве: в качестве ценного концентрата используется при кормлении животных и птиц; является незаменимым сырьем для солодовой и пивоваренной промышленности; идет на выработку крупы и других пищевых продуктов.

Среди культурных злаков ячмень является одной из основных сельскохозяйственных культур, обладающих ценными качествами. Она – самая скороспелая, самая северная, самая высокогорная и одна из наиболее засухоустойчивых культур. Широкий ареал ячменя в разнообразных климатических зонах, а также разностороннее использование обуславливают богатство экологических типов и сортов по хозяйственно-ценным признакам.

Вопросами систематики ячменя занимались А.А. Орлов, Ф.Х. Бахтеев и С.А. Невский. В настоящее время мы придерживаемся классификации А.Я. Трофимовской, разработанной на основе проводимых в отделе исследований. Наши исследования подтверждают выводы многих авторов о генетическом единстве между формами и расами культурного ячменя. Согласно данной классификации, род *Hordeum* L. разделен на два подрода: *Hordeastrum* (Doell) Rouy emend. Trof. – куда вошли все виды ячменных трав и *Hordeum*, включающий виды зернового типа. Все культурные ячмени объединены в один вид — *H. vulgare* L., в котором выделены два подвида: subsp. *vulgare* — ячмень многорядный и subsp. *distichum* (L.) A. Trof.— ячмень двурядный. В пределах каждого подвида по признакам срастания зерновок с цветковыми пленками выделено по две группы разновидностей (пленчатые и голозерные). Всего для вида *H. vulgare* L. нами представлено 218 разновидностей, в том числе голозерного многорядного и двурядного ячменя — 94. Что касается вида *H. aegiceros* Nees ex Royle, куда ранее

были отнесены растения с видоизмененными остями — фурками, то эти формы имеются как у двурядных, так и у многорядных ячменей и поэтому могут считаться разновидностями указанных подвигов. Дикорастущий спонтанный ячмень с ломким колосовым стержнем сохранен как самостоятельный вид *H. spontaneum* C. Koch, в составе которого выделено два подвида: 1) subsp. *spontaneum* — двурядный ломкоколосый и 2) subsp. *agriocrithon* (Aoberg) A. Trof.— многорядный ломкоколосый. В первом подвиде мы выделяем шесть разновидностей, во втором — только две.

В подроде *Hordeastrum* (Doell) Rouy emend. Trof., куда входят все дикорастущие виды, нами сохраняются все секции, выделенные С.А. Невским: sect. *Critesion* (Rafin.) Nevski, sect. *Stenostachys* Nevski, sect. *Anisolepis* Nevski и sect. *Bulbohordeum* Nevski. Секция *Hordeastrum* Doell, включающая однолетние дикорастущие виды, как уточнил Н.Н. Цвелев, согласно приоритету, теперь называется *Trichostachys* Dunn, и включает все однолетние виды этого подрода. Мы сохраняем в ранге видов *H. brevisubulatum* (Trin.) Link, включающий пять подвигов, и *H. murinum* L. с четырьмя подвидами. Эти подвиды имеют свои ареалы, различаются по числу хромосом, и для целей селекции их удобнее рассматривать как отдельные таксоны. Отдельным таксоном мы считаем вид *H. geniculatum* All. В секцию *Trichostachys* Dum. включены также семь однолетних видов Американского континента.

На основе исследований, проведенных в ВИРе по изучению мирового генофонда для рационального использования всего полиморфизма признаков в селекции, была разработана агроэкологическая классификация, приоритет разработки которой принадлежит Н.И. Вавилову. На основе экспериментальных данных проведена географическая типизация мирового разнообразия ячменя и выделено 30 агроэкологических групп. Исследования мирового генофонда, проводимые сотрудниками ВИР и учеными других стран с использованием новых современных методов, подтверждают правильность агроэкологической классификации и теории Н. И. Вавилова (1935) о центрах происхождения ячменя.

В результате многолетней работы с мировым генофондом ячменя собрана одна из самых больших коллекций. Коллекция насчитывает формы разного географического происхождения, относящиеся к 150 ботаническим разновидностям (наиболее многочисленными являются - *nutans*, *medicum*, *erectum*, *pallidum*, *rikotense*, *coeleste*, *nudum*) и представляющие практически все мировое генетическое разнообразие этой культуры с широчайшим диапазоном изменчивости важнейших, в т. ч. и селекционных признаков. Структура коллекции такова: коммерческие сорта России и зарубежных стран составляют 46%, местные сорта и формы — 38%, селекционные линии — 8%, мутанты и генетические линии — 6%.

Как объект генетических исследований, ячмень характеризуется рядом биологических преимуществ перед другими видами - диплоидной природой и небольшим числом относительно крупных хромосом ($2n = 14$), почти

клеистогамным типом опыления и легкостью гибридизации. Благодаря этому ячмень стал модельным растением в генетических исследованиях. Генетическая коллекция ячменя создается для решения основных задач селекции на современном уровне развития науки, а также для возможности идентификации и локализации вновь выявленных генов. Она включает линии с морфологическими маркерными признаками по семи хромосомам (65 образцов), линии с мужской стерильностью (87 образцов), устойчивые к болезням линии, тестеры с идентифицированными генами и образцы с известными генами, представляющие интерес для селекции (400 образцов).

Большинство посевов ячменя ярового в России размещено в районах с неблагоприятными климатическими условиями. Для этих регионов с коротким периодом вегетации необходимы скороспелые сорта, у которых процессы роста и развития происходят интенсивнее, чем у позднеспелых. В большинстве случаев образцы со слабой фотопериодической чувствительностью являются скороспелыми и представляют ценность для многих регионов России. В результате изучения скороспелого сортимента отечественного и зарубежного происхождения выявлены источники скороспелости и слабой ФПЧ, большинство из которых происходят из субтропической и тропической зон - Испании, Алжира, Египта, Мексики, Японии и Австралии. Почти все отечественные сорта оказались чувствительными к короткому фотопериоду.

При работе с коллекцией ячменя особое внимание уделяется комплексному изучению образцов по важным хозяйственно-ценным признакам, что позволяет выявлять генотипы, отвечающие разнообразным требованиям селекции. Переданные в селекционные учреждения выделенные образцы успешно используются при создании продуктивных сортов. На базе коллекции ВИР созданы сорта: Одесский 82 (Черноморец X Elgina), Северный (Bonus X Varde), Рассвет и Красноярский 80 (к-18505 X к-19182), устойчивые к пыльной головне – Белогорский (донор Keyston), Первенец, Романтик (донор С.І. 13662), устойчивые к мучнистой росе – Каскад (донор Triumph), Жодинский 5 (донор КМ 1192), устойчивые к полеганию Луч (донор Denso). В настоящее время с участием образцов коллекции созданы сорта Лука, Никита, Симон, Петр, Колизей, которые включены в Госреестр или находятся в испытании. По результатам проведенных исследований сотрудниками ВИР выделен новый исходный материал для селекции ячменя на скороспелость среди образцов России, Китая, Южной Кореи, Австралии, Мексики. По итогам исследований среди образцов России, Украины, Белоруссии, Германии, Франции выделен генетический фонд с высокими количественными показателями продуктивности растений применительно к различным регионам России. Как высоко продуктивные и адаптивные следует выделить сорта Кировского НИИСХ, Самарского НИИСХ и НПО «Белгородец».

Создание сортов ячменя, невосприимчивых к болезням и вредителям, является одной из важных задач селекции. Как показывает мировая

практика, выращивание таких сортов является наиболее дешевым и экологически безопасным способом борьбы с вредными организмами.

Одной из вредоносных и распространенных болезней ячменя в России является мучнистая роса. Среди изученного материала выявить высоко устойчивых форм не удалось. Толерантность к этому патогену (устойчивость на 7 баллов) проявили сорта: Annabell (Германия), City, Barletta (Франция), Prefek, Pongo (Швеция), Primus, Marido, Heris (Чехия).

Совместно с отделом иммунитета проводится изучение коллекции по устойчивости к болезням и вредителям. В результате изучения выявлена сильная восприимчивость к пыльной головне сортимента Швеции, Польши, Германии, Чехии и Австралии. Среди устойчивых к двум видам головни отмечены продуктивные отечественные сорта селекции НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны, характеризующиеся высокими пивоваренными качествами (Суздалец, Рамос, Рахат, Раушан, с генами Run8 Run15); новейший сортимент Челябинского НИИСХ (Уреньга, Карабалыкский 5, Убаган, Челябинский 99); скороспелые продуктивные сорта Сибирского НИИСХ (Омский 88, Тарский 3, Омский 90); сорта последних поступлений из Латвии (Rasa) и Литвы (Balga, Luoke).

Устойчивость к пыльной головне проявили: Кузнецкий, Мик-1, Скиф, Соболек. Jo 1632, Saana, Vivi (Финляндия – впервые выделены источники устойчивости к этому патогену, сортимент этой страны характеризуется сильной восприимчивостью), Vodka (Франция), Stein, Buck (Канада), устойчивыми к каменной головне были: Вулкан (Красноярский кр.), Приазовский 9 (Ростовская обл.), Мутант 11764 (Воронежская обл.), Интенсивный, Палетак, Атаман (Беларусь), Сталкер, Галатея, Лотос (Украина), Ilga, Sencis (Латвия), Karin, Margit (Швеция), Victor (Чехия), Sissy, Scarlett, Bessi (Германия).

Среди листовых пятнистостей особое внимание уделено темно-бурой листовой пятнистости, так как устойчивых форм к этой болезни пока не выделено. Средне устойчивыми были: Нутанс 147 (Смоленская обл.), Одесский 115, Черниговский 90 (Украина), Тогузак (Казахстан), Roland, Ingve (Швеция), Morex (США).

Другим приоритетным направлением исследований в связи с глобальным потеплением является кислотоустойчивость. Высокая почвенная кислотность оказывает негативное действие на рост и развитие растений. Ячмень – одна из наименее кислотоустойчивых зерновых культур со слабой корневой системой и низкой поглощающей способностью. Под влиянием высокой почвенной кислотности наблюдали снижение продуктивности у ячменя на 70%. Наиболее перспективным является создание устойчивых к почвенной кислотности сортов, так как использование только агротехнических приемов высокочувствительно, дает временный эффект и наносит вред экологии регионов. При изучении коллекции ячменя, включающей образцы из России, стран СНГ, Прибалтики, Скандинавии, Западной Европы и Японии, выделены источники устойчивости.

Основные успехи мировой селекции ячменя связаны с экологической пластичностью этой культуры и ее высокой адаптивностью к местным условиям. В реализации этих факторов важную роль играет скороспелость ячменя. Время колошения ячменя в основном определяется тремя факторами: прежде всего это гены типа развития, нечувствительности к фотопериоду и собственно скороспелости. В настоящее время сотрудники отдела в своих исследованиях основное внимание уделяют первому фактору, так как он является одним из ведущих в контроле скорости колошения ячменя.

Тип развития ячменя детерминируется тремя парами генов: sh, Sh2 и Sh3, любое сочетание этих генов ответственно за яровой тип развития. Озимый тип развития может быть при генотипе ShShsh2sh2sh3sh3, так как гены Sh2 и Sh3 эпистатичны доминантному аллелю Sh, а аллель sh имеет аналогичное влияние на рецессивные аллели озимого типа sh2 и sh3. Рецессив по трем локусам генов Sh обуславливает развитие растений - двуручек. В Sh2 локусе существует серия аллелей: Sh2^I, Sh2^{II}, Sh2^{III}, Sh2^{IV}, Sh2^V, Sh2^{VI}, которая контролирует различные градации ярового типа развития от типично ярового до крайне озимого, в отсутствии генов sh и Sh3, последние имеют более слабый эффект на длину вегетации. Гены Sh, Sh2 и Sh3 локализованы на хромосомах 4, 7 и 5 соответственно. В мировой коллекции ячменя обнаружено только пять из семи возможных генотипов, контролирующих яровой тип развития: ShShSh2Sh2Sh3Sh3, ShShSh2Sh2sh3sh3, shshSh2Sh2Sh3Sh3, shshSh2Sh2sh3sh3, shshsh2sh2sh3sh3, остальные два генотипа: ShShsh2sh2Sh3Sh3 и shshsh2sh2Sh3Sh3 не выявлены [15].

При скрещивании 21 сорта ячменя с тремя яровыми тестерами выявлены их генотипы по генам типа развития. С генотипом shSh2Sh3 оказалось 9 сортов. Генотип shSh2sh3 обнаружен у 9 форм, а генотип ShSh2sh3 у 2 образцов ячменя. Выявлен генотип Shsh2Sh3 у одного образца, а также ранее нами выявлено 2 образца с генотипом shsh2Sh3, которых не было обнаружено в исследованиях других авторов. Как было отмечено выше, в нашу работу были включены сорта ячменя с различной скоростью колошения. Основная часть из них вошла в группы скороспелых и среднеспелых образцов. В позднеспелую группу с идентифицированным генотипом вошло только 4 сорта (Chile, Rondo, C.I.10979, Panache). Следует отметить, что сорта, входящие в скороспелые и среднеспелые группы, имеют генотипы shSh2Sh3 и shSh2sh3, т.е. генотипы скороспелых образцов ячменя выделяются отсутствием доминантной аллели гена Sh и всегда присутствием доминантной аллели гена Sh2. В генотипах позднеспелой группы сортов присутствует доминантная аллель гена Sh и/или рецессивная аллель гена Sh2.

Для каждого эколого-географического региона необходим подбор сортов с оптимальной скоростью развития, так как в определенных зонах потенциально позднеспелые генотипы не всегда определяют наибольший урожай. Скороспелые сорта в таких случаях полнее реализуют свои

возможности, что приводит к получению гарантированных урожаев. Изучение генетического разнообразия по скорости развития ячменя может позволить существенно снизить роль неконтролируемых температурно-световых факторов, повысить адаптивность сортов и в конечном итоге обеспечить получение высоких стабильных урожаев.

В последние годы большое внимание уделяется голозерным ячменям. В пределах культурных ячменей голозерная группа содержит значительно больший процент белка. При использовании зерна голозерных ячменей на кормовые цели не требуется добавка дополнительных питательных веществ. Примесь ячменя к пшенице до 30% не оказывает отрицательного влияния на вкусовые качества и степень черствения хлеба. А в засушливых и высокогорных странах хлеб пекут только из ячменной муки. Голозерный ячмень употребляется также для изготовления ячменного кофе и супов-пюре. Кроме того, отсутствие пленок облегчает обработку и переработку зерна голозерных форм.

Кроме таких традиционных качественных показателей зерна, как содержание белка, масла и крахмала, наибольшую актуальность приобретает содержание различных видов полисахаридов, витаминов и антиоксидантов. К последней группе веществ относятся β -глюканы, токоферолы и некоторые другие вещества. Эти исследования являются перспективными, и нами изыскиваются возможности проводить их совместно с другими учреждениями.

Несмотря на это, внедрение голозерных форм ячменя в производство сильно ограничивается следующими неблагоприятными особенностями: полегаемость, быстрая прорастаемость зерна на корню при влажной погоде, восприимчивость к грибным болезням, относительно низкая полевая всхожесть. Выявление форм голозерного ячменя, противостоящих этим факторам, поможет созданию новых перспективных форм для селекции ячменя. Сотрудниками отдела проводится изучение коллекции голозерных форм ячменя. По результатам исследования выделен набор источников по таким признакам:

- скороспелость – Пайтовский голозерный (к-18118, Архангельская область), Karan 19 (к-28961, Индия), Namio (к-30284, Австралия), Morell (к-30286, Австралия) к-25090 (Мексика) Scout (к-28965, Канада) образцы Эфиопии кк-29719, 29720, 30313, 27689, 24817;

- устойчивость к полеганию: 1251-1280/79-4 (к-29863) КМ 280 (к-29419) Чехословакия, Karan 19 (к-28961, Индия), Karan 201 (к-28963, Индия), Morell (к-30286, Австралия), Nackta (к-20928, Германия), сложные гибриды Мексики – кк- 28019, 28083;

- масса 1000 зерен: Местный (к-15008, Дагестан), Sister line (к-22381, Швеция), Кэкори 3 (к-27490, КНДР), к-26277 (Боливия);

- урожайность с делянки: Пайтовский голозерный (к-18118, Архангельская область), к-16623 (Псковская область), 1251-1280/79-4 (к-29863, Чехословакия), CDC Richard (к-30167, Канада);

- высокое содержание белка (более 15,5%): к-11089 (Приморский край), к-11967 (Кыргызстан), к-15032 (Дагестан).

При работе с генетическими ресурсами растений создание и полноценное использование паспортных баз данных и баз данных по изучению комплекса признаков является первостепенной задачей для их гарантированного сохранения и использования. В настоящее время ценность всех собранных коллекций растений возрастает по мере представленности всей полноты информации в отдельности по каждому образцу.

В отделе при использовании СУБД Corel Paradox 7 и 9 и Microsoft Access 2000 были созданы паспортные базы данных по овсу общим объемом 11406 кб, включающие 13348 записей по 31 полю, по ржи объемом 3054 кб – 3088 записей по 22 полю и по ячменю объемом 20809 кб – 17692 записи по 32 полям. Кроме этого, созданы базы данных по изучению коллекций по овсу объемом 1680 кб, включающие 5864 записи по 48 полям, по ржи объемом 725 кб – 1813 записи по 40 полям и по ячменю объемом 1175 кб – 4876 записей по 20 полям.

Комплексная паспортная база данных и база данных по изучению образцов могут быть действенным инструментом для унификации и систематизации коллекций, а также для анализа полученных данных с использованием разнообразного программного обеспечения.

В настоящее время теоретические исследования, продолжающиеся в отделе, посвящены разработке генетических методов эффективного использования выделенного генофонда с выявлением закономерностей изменчивости и наследования важнейших селекционных признаков. Наряду с комплексной полевой оценкой совместно с методическими лабораториями ВИР изучается и выделяется ценный генофонд для решения актуальных проблем селекции в различных регионах страны. На основании научных разработок и исходного материала в отделе успешно решаются проблемы устойчивости к важнейшим заболеваниям, скороспелости, короткостебельности, засухоустойчивости, качества зерна (по составу белка, лизина, жира, отдельных жирных кислот, крахмала, антиоксидантов и т. д.) и зерновой продуктивности в селекции ячменя и овса. В отделе созданы и изучаются генетические коллекции образцов с идентифицированными генами по широкому кругу хозяйственно-ценных признаков. С использованием новых генов короткостебельности, ЦМС и устойчивости к болезням ржи продолжается работа по разработке новых направлений селекции этой культуры на устойчивость к болезням, зимостойкость, а также селекции гибридной ржи на основе ЦМС. Весь выделенный и созданный в отделе материал передается в более чем 30

селекционных Российской Федерации для использования в селекционном процессе по овсу, ржи и ячменю.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ОТДЕЛА

1. *Антропов В. И., Антропова В. Ф.* Рожь в СССР и в сопредельных странах. Приложение № 36 к Трудам по прикл. бот., ген. и сел. Л. 1929. 362 с.
2. *Бахтеев Ф. Х.* Проблемы экологии, филогении и селекции ячменя. М.-Л. АН СССР. 1953. 218 с.
3. *Генетика культурных растений.* Пшеница, ячмень, рожь. Л. 1986. 264 с.
4. *Генетика культурных растений.* Кукуруза, крупяные, овес. Л. 1988. 276 с.
5. *Зерновые культуры.* (Пшеница, рожь, ячмень, овес). Под ред. П. М. Жуковского. М.-Л. 1954. 388 с.
6. *Иванов А. П.* Рожь. М.-Л. Сельхозиздат. 1961. 303 с.
7. *Кобылянский В. Д.* Рожь: генетические основы селекции. М. Колос. 1982. 271 с.
8. *Культурная флора СССР.* Хлебные злаки. Рожь, ячмень, овес. Т. 2. М.-Л. 1936. 147 с.
9. *Культурная флора СССР.* Рожь. 2-е изд. Т. 2. Ч. 1. Л. 1989. 368 с.
10. *Культурная флора СССР.* Ячмень. 2-е изд. Т. 2. Ч. 2. Л. 1990. 421 с.
11. *Культурная флора СССР.* Овес. 2-е изд. Т. 2. Ч. 3. М. Колос. 1994. 367 с.
12. *Литвинов Н. И.* Правила для производства однообразных посевов хлебных злаков при сравнительно-ботанических исследований. Труды Бюро по прикладной ботанике. 1908. Т. 1. № 1/2. С. 86-89.
13. *Лоскутов И. Г.* Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб: ВИР. 2007. 335 с.
14. *Мальцев А. И.* Овсяги и овсы. *Sectio Euavena* Griseb. Приложение № 38 к Трудам по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л. 1930. 522 с.
15. *Орлов А. А.* Ячмени. М.-Л. 1935. 220 с.
16. *Петропавловский М. Т.* Возделываемые овсы СССР. Приложение № 45 к Трудам по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л. 1931. 138 с.
17. *Регель Р. Э.* Хлеба России. Приложение № 22 к Трудам по прикладной ботанике и селекции. Петроград. 1922. 55 с.
18. *Руководство по апробации культурных растений.* Зерновые культуры. (Пшеница, рожь, ячмень, овес) Т. 1. 1938. М.-Л. 510 с.
19. *Трофимовская А. Я.* Ячмень. (Эволюция, классификация, селекция). Л. «Колос». 1972. 296 С.
20. *Фляксбергер К. А., Антропов В. И., Антропова В. Ф., Мордвинкина А. И.* Определитель настоящих хлебов. М.-Л. 1939. 416 с.
21. *Loskutov I. G.* Vavilov and his Institute. A history of the world collection of plant resources in Russia. IPGRI. Rome. Italy. 1999. 190 p.

РОЛЬ ГЕНОФОНДА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В РЕШЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СЕЛЕКЦИИ, РАСТЕНИЕВОДСТВА И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

М.А. Вишнякова

Приведен обзор направлений изучения генофонда зернобобовых на современном этапе, способствующих наиболее полному выявлению биологического и хозяйственного потенциала этой группы культур. Пищевое, кормовое, сидерационное, техническое и др. применения зернобобовых диктуют необходимость целенаправленного поиска исходного материала с заданными свойствами для селекции разных по направлениям использования, адаптивным свойствам и качеству сортов. Высокая средообразующая функция зернобобовых, основанная прежде всего на способности к симбиотрофному питанию азотом, вызывает к жизни необходимость поиска источников высокой симбиотической способности. Изучаются возможности расширения агрономических ареалов, привлечения в культуру новых видов растений, а также расширения спектра использования генофонда. Обсуждается роль коллекции в реализации многочисленных возможностей генофонда зернобобовых культур.

THE SIGNIFICANCE OF GRAIN LEGUMES GENETIC DIVERSITY FOR SOLVING URGENT PROBLEMS OF BREEDING, PLANT INDUSTRY AND IMPROVEMENT OF LIFE QUALITY

M.A. Vishnyakova

Reviewed here are current main trends of grain legume genetic diversity research revealing biological and economic potential of grain legumes. These plants are used for food, feed, table, industrial, ornamental and other purposes, which explains the demand for diverse source materials with essential traits for breeding cultivars applicable in various fields, with high adaptability and quality. The collection is being studied to achieve these aims. Besides, symbiotic ability of the crops would be enhanced and used for environment improvement more efficiently. The prospects of broadening agricultural areas under these crops to the north are studied, as well as positive potential consequences of domesticating new species and diversifying genetic resources utilization. An important role of the germplasm collection in implementing numerous promising uses of genetic diversity is discussed.

Ценность семян бобовых как важного компонента пищи была осознана в глубокой древности – предположительно в каменном веке. Полагают, что бобовые были первыми растениями, потребляемыми человеком в качестве пищи и введенными им в культуру (Harlan, 1975). Однако история

земледелия свидетельствует, что зернобобовые всегда находятся на «вторых ролях» после зерновых. Доказательства этому можно найти и в истории нашего института, где коллекция зернобобовых появилась только с приходом Н.И. Вавилова в 1920 году. Начало коллекции положили его экспедиционные сборы 1916-го года на Памире и в Иране. До этого в коллекции института, датой основания которого мы считаем 1894 г., были только коллекции зерновых и сорных растений, а также луговых трав. Отдел зернобобовых был создан по инициативе Н.И. Вавилова только в 1922 г.

Зернобобовые культуры традиционно считаются источником белка для продовольственных и кормовых целей. В зависимости от вида растений содержание белка в их семенах варьирует от 20 до 55%, в сухой зеленой массе – от 9 до 29%. Наряду с этим, семена содержат жиры – 1-23%; крахмал – 3-60%; целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин (балласт); минеральные вещества: Fe, R, Ca, P, Mg, небольшие количества Cu, Mn, Mo, Se, Zn; витамины группы B, аскорбиновую кислоту, токоферол (витамин E) и биологически активные вещества (Вишнякова и др., 2004).

Направления использования зернобобовых культур разнообразны. Наряду с использованием в пищу и в качестве кормов (фураж, силос, сено, травяная мука, зеленый корм, комбикорма, белковые добавки к зерновому корму и др.), зернобобовые культуры имеют большое значение как сидерационные растения, способствуют улучшению эродированных земель, закреплению оползающих почв. Множество химических компонентов зернобобовых культур используют в технике для получения пластмасс, камедей, ароматических и красящих веществ, эмульгаторов, лаков, клеев, высушающих агентов и т.п. В фармацевтической промышленности широко используют фитостероиды, соевый лецитин, алкалоиды люпина, ингибиторы протеиназ ряда культур, лектины, биологически активные и минеральные вещества и др. У ряда химических компонентов зернобобовых выявлены радиопротекторные и антиканцерогенные функции. Масла люпина и сои занимают известное место в косметологии. Наряду с диетическим значением чечевицы, фасоли, нута, практически все производимые в нашей стране зернобобовые культуры издавна используют в народной медицине. Многие виды зернобобовых культур – хорошие медоносы. Целый ряд видов чины, люпина и фасоли используют как декоративные культуры (Вишнякова и др., 2004).

На современном этапе развития сельского хозяйства – перехода его от химико-техногенного к экологически ориентированному пути развития все большее внимание привлекает средообразующая способность бобовых и зернобобовых, в частности. Азотфиксирующая способность этой группы культур делают ее незаменимой для использования в севооборотах. За счет симбиотрофного питания азотом они могут в значительной степени или даже полностью удовлетворять свою потребность в этом элементе, что снижает их зависимость от присутствия азотных соединений в почве и позволяет возделывать бобовые культуры в отсутствие или при

минимальном использовании дорогостоящих и экологически опасных азотных удобрений (Проворов, 1996). Кроме того, бобовые растения благотворно влияют на воздушный и водный режим почвы, улучшают ее физические свойства, структуру, а также ее фитосанитарное состояние за счет уменьшения популяций болезнетворных патогенов и вредителей. Органический азот уменьшает опасность загрязнения нитратами окружающей среды во время выноса в поверхностные воды.

Мировой опыт красноречиво свидетельствует о хорошей фитомелиорирующей роли видов люпина, вики, чины (Станкевич, Репьев, 1999; Вишнякова, 2005 а, б; 2007; Вишнякова, Бурляева, 2006).

Несмотря на перечисленные достоинства, зернобобовые культуры как у нас в стране, так и за рубежом, не находят должного места в аграрном производстве по ряду причин: низкой урожайности по сравнению с зерновыми культурами; ее нестабильности; большой требовательности к соблюдению технологий возделывания; наличию в семенах антипитательных веществ ингибиторов, угнетающих действие пищеварительных ферментов; большой подверженности биотическим и абиотическим стрессам. В бытовом отношении пренебрежение этой ценной группой культур обусловлено длительностью процесса приготовления, что в эпоху глобального увлечения «фаст-фуд»'ом снижает их конкурентноспособность; имидж «пищи бедняков» (чечевичная похлебка); «бобовый привкус» как у приготовленных блюд, так и у соевого масла; преувеличенные предубеждения по поводу антипитательных веществ, действие которых нивелируется в процессе несложной обработки зерна и др. Большую роль в этом играет и недостаток знаний о пользе зернобобовых культур у населения, в том числе и у тех, кто определяет стратегию и тактику сельского хозяйства.

Конкурентноспособной эту группу сельскохозяйственных культур могут сделать наличие стабильно продуктивных, устойчивых к болезням, вредителям и неблагоприятным эдафическим факторам сортов; улучшение качества зерна (высокое содержание белка, улучшение его аминокислотного состава, низкое содержание антипитательных веществ, улучшенный вкус, хорошие технологические свойства, в частности, хорошая экстрагируемость сухого вещества и т.д.); эффективное использование их средообразующего, в первую очередь, симбиотического потенциала и их широкая популяризация.

Понимание важности всех аспектов возделывания зернобобовых культур определило тот факт, что в последние десятилетия в мире, особенно в странах Евросоюза, Канаде и Австралии, внимание к ним значительно возросло. Многократно увеличилось их производство; появились мощные селекционные программы, включающие традиционные методы и современные генно-инженерные модификации растений; создана целая сеть международных научно-исследовательских проектов, направленных на совершенствование культур; их пропаганда; все разнообразней становятся направления их использования с применением

новых технологий обработки; бобовые все больше внедряются в кормопроизводство; вводятся в культуру новые виды.

По мере возрастания стремления просвещенных людей к здоровому образу жизни, увеличения вегетарианских тенденций, понимания необходимости формирования рациона, сбалансированного по комплексу необходимых организму элементов пищи, зернобобовые приобретают все большую популярность у населения, особенно в развитых странах.

Однако на современном этапе развития сельского хозяйства и промышленности потенциал зернобобовых культур не только не использован в должной мере, но и, по нашему убеждению, еще и не выявлен полностью. Выявлению этого потенциала в огромной степени должна способствовать коллекция зерновых бобовых культур ВИР, представленная материалом, собранным из всех земледельческих зон мира. На протяжении своего существования коллекция дала начало множеству сортов зернобобовых культур, возделываемых в нашей стране и за рубежом. Не менее важно значение коллекции для понимания закономерностей организации биоразнообразия, механизмов адаптационных и симбиотических способностей растений, выявлении и использовании их потенциала для жизнеобеспечения человечества.

Цель данной статьи – обзор основных направлений работы с генофондом зернобобовых культур ВИР в начале третьего тысячелетия, а также видения перспектив, в которых должна развиваться работа с генофондом для максимальной реализации хозяйственного и биологического потенциала этой группы культур.

Состав и структура коллекции зернобобовых культур

На современном этапе коллекция зернобобовых культур содержит почти 47 тыс. образцов: гороха – 9527; фасоли - 8165; сои – 7077; вигны – 4362; вики – 4147; чечевицы – 3458; люпина – 3283; нута – 2975; бобов – 1893; чины – 1674.

Приоритетами для привлечения новых образцов в коллекцию являются их агрономическая ценность, соответствие почвенно-климатическим условиям нашей страны и наличие ценных генов, перспективных для интрогрессивной селекции.

Ежегодно по заявкам селекционеров страны, исследователей из различных отечественных НИУ и из-за рубежа, для скрининга в рамках совместных проектов отдел рассылает около двух тысяч образцов. Как правило, это образцы с известными значениями требуемых признаков. Характеристики образцов отражены в паспортных и оценочных базах данных. Коллекция каждой культуры структурирована по множеству параметров: в соответствии с ботанической и эколого-географической дифференциацией, по направлениям использования, жизненным формам, продолжительности периода созревания, особенностям архитектоники и др.

Структуризация коллекции каждой культуры зависит от специфики ее биологических свойств, селекционной проработки и т.п. В качестве примера можно привести различия в структуре коллекций сои и чины по статусу образцов, отражающие степень окультуренности вида растения и историю его хозяйственного использования. Коллекция сои представлена в основном культигеном – *Glycine max* (L.) Merr. 40% коллекции составляют селекционные сорта, 42% - селекционный материал и менее 10% староместные сорта. Исторический анализ свидетельствует, что большинство староместных сортов поступило в коллекцию в первые годы ее создания и лишь небольшое их число имеет происхождение из России. Это говорит, во-первых, об отсутствии аборигенных форм вида на территории нашей страны, в связи с чем народная селекция незначительно затронула его в России, а во-вторых, о высоком уровне селекционной работы с культурой, которая в течение прошлого столетия широко шагнула из центра происхождения по всему миру.

Коллекция основного возделываемого вида чины *Lathyrus sativus* L. имеет только 6% селекционных сортов, 3% селекционного материала, 74% местных сортов и 17% диких форм. Это свидетельствует о невысокой степени окультуренности вида, но, вместе с тем, наличие у него большого количества местных сортов говорит об его масштабном использовании в качестве кормового ресурса и перспективах его селекционного улучшения.

В целом коллекция зернобобовых включает 22% коммерческих сортов (AC), 19,5% селекционного материала (BR), 43,5% местных сортов (LR), 9% диких форм (WL) и 6% образцов с неизвестным статусом (UN). Наличие большого количества местных сортов выделяет нашу коллекцию из коллекций мировых генбанков, делая ее уникальной, поскольку народная селекция зачастую использовала и создавала ценный генофонд, который и поныне может служить для поиска источников адаптивности и устойчивости к патогенам.

В таксономическом отношении в коллекции имеются представители всех родов, окультуренные виды которых возделываются в умеренном климате, а также небольшое число образцов, относящихся к нескольким родам субтропического и тропического климата (табл.). Число видов, сохраняемых в коллекции, – 207. Это культурные виды и дикие родичи культурных растений, по преимуществу имеющие естественный или агрономический ареал на территории РФ; виды, достойные селекционного улучшения и введения в культуру или интродукции в нашу страну; а также виды, перспективные для интрогрессивной селекции. Последнее относится, прежде всего, к сое, множество сортов которой создано на основе скрещиваний с диким видом *G. soja* Sieb. et Zucc., а также к нуту и чечевице, дикие виды которых имеют гены устойчивости к наиболее вредоносным

болезням культигенов. Попытки интрогрессии этих генов в геномы культурных видов, предпринимаемые в мире, все более близки к успеху.

Изучение генетических ресурсов зернобобовых культур

Использование коллекции, в первую очередь как исходного материала для селекции, диктует необходимость определения спектра изменчивости признаков и идентификации генов требуемых признаков. С этой целью традиционно осуществляется оценка коллекции для выявления диапазона изменчивости генофонда по продуктивности, скороспелости, качеству зерна, устойчивости к патогенам, а также по признакам, лимитирующим производство культур; создаются признаковые и генетические коллекции. Вместе с тем, в наши дни становится насущной необходимостью выявление свойств и признаков, определяющих новые, ранее не известные аспекты использования генофонда.

Таблица.1. Таксономический состав коллекции зернобобовых культур и хозяйственный потенциал видов

Род	Число видов в коллекции ВИР	Число видов, находящихся в производстве в РФ*	Число видов, имеющих естественный ареал на территории РФ	Число видов, имеющих перспективы введения в культуру или интродукции в РФ
<i>Pisum</i>	2	1	2	-
<i>Glycine</i>	6	1	1	-
<i>Vicia</i>	4	4		Не менее 23
<i>Lupinus</i>	5	4	-	Не менее 5
<i>Phaseolus</i>	5	1	-	1
<i>Cicer</i>	9	1	1	-
<i>Lathyrus</i>	5	6	49	Не менее 15
<i>Lens</i>	7	1	-	-
<i>Vigna</i>	9	-	-	3
<i>Cyamopsis</i> ,	5	-	-	-
<i>Всего</i>	2	19		Около 50

* - имеют районированные сорта, зарегистрированные в Государственном реестре селекционных достижений

Кратко очертим актуальность изучения разнообразия генофонда по основным признакам для создания сортов, отвечающих потребностям производства и требованиям современного рынка. В основе выделения источников ценных признаков при оценке коллекции как результирующий

признак берется **продуктивность**. Для зернобобовых культур, в зависимости от вида и направления использования, это может быть как продуктивность зерна, так и зеленой массы – при оценке кормовых культур. Известно, что продуктивность – интегральный признак, реализация которого зависит не только от генотипа, но и от условий среды. Для выявления адаптационных возможностей образцов по мере возможности проводится их изучение в разных эколого-географических зонах - на опытных станциях института.

Один из основных признаков, по которым проводится оценка генофонда - **скороспелость**. Наша страна располагается в широтном градиенте, где возможно возделывание всех зернобобовых культур умеренного климата (вики, гороха, люпина, бобов,) и части зернобобовых культур теплого климата (сои, фасоли, чины, чечевицы, нута). Наличие скороспелых сортов актуально практически для всех регионов селекции и производства культур. Скороспелость - определяющий фактор для использования ограниченных тепловых ресурсов во многих регионах России, расширения ареалов культур и продвижения ряда из них к северу (соя, фасоль, чечевица), оптимизации сроков уборки разных сортов и культур в хозяйствах и т.д. Большое значение имеет знание продолжительности фенофаз. Последнее важно прежде всего для создания сортов, максимально соответствующих климатическим условиям региона, и зачастую - для оптимизации фитосанитарного состояния посевов. Известно, к примеру, что сдвиг на более ранние сроки и укорочение периода цветения минимизирует повреждение посевов гороха вредителями (гороховой зерновкой, гороховой плодояркой, акациевой огневкой, тлей) за счет несовпадения репродуктивных циклов насекомых и растений (Вишнякова, 2004). Изменчивость сроков вегетации образцов – один из определяющих факторов для их адресного и рационального использования в региональных селекционных программах.

Известное значение для скороспелости имеет отношение генотипов к фотопериоду. Выявлению форм со слабой реакцией на длину дня способствуют генетические коллекции и непосредственная оценка образцов (Вишнякова, Сеферова, 2005; Сеферова, Кошкин, 2005).

Качество. Проблема высокого качества зерна актуальна для всей группы культур и непосредственно связана с направлением их использования, а также развитием новых технологий переработки зерна. В частности, у сои качество зерна подходящего для пищевой промышленности, предполагает высокое содержание белка (до 55%), крупносемянность, светлую семенную оболочку и светлый рубчик; для кормового использования традиционно создают темно- и мелкосемянные сорта с высоким содержанием белка в зерне и зеленой массе; производство масла требует высокомасличных сортов. В связи с появлением агрегатов для получения соевого молока отечественного производства стало насущной необходимостью наличие «молочных сортов», которым наряду с высоким содержанием белка и низкой трипсинингибирующей активностью должны быть присущи хорошая экстрагируемость сухих веществ и

улучшенные вкусовые качества. Отечественными селекционерами уже создана целая серия таких сортов: Донская (ВНИИЗХ), Лакта (ВНИИМК) и др.

Оценка качества зерна, проводимая совместно с отделом биохимии института, выявляет большой диапазон изменчивости признаков, что важно для целенаправленного использования образца в селекции.

Диапазон изменчивости содержания белка в семенах в коллекции сои в целом – 20-55%, содержания масла – 13,8-29,7 % (Сеферова и др., 2005; Вишнякова, 2006). Ведется дифференцированная оценка качества зерновых и кормовых образцов. Среди последних найдены источники высокого содержания белка в зеленой массе, белка и масла в семенах, низкого содержания ингибиторов протеиназ (Каталог ВИР, 2000 а, б).

Поиск источников высокого качества семян гороха позволил выявить образцы, содержащие до 29,8-30,3% белка в семенах с минимумом ингибиторов трипсина – менее 1-1,5 мг/г и хемотрипсина – менее 2,5 мг/г (Каталог ВИР, 2000 в).

Оценка коллекции фасоли ведется на выявление высокого содержания белка (до 35%) и низкого содержания ингибиторов протеиназ в семенах (не более 7%) (Каталог ВИР, 2004). В связи с развитием консервной промышленности, а также технологий глубокой заморозки требуется более интенсивное развитие селекции и производства овощных сортов фасоли. Проводится оценка главных признаков качества овощной фасоли: содержания сухого вещества в недозрелых бобах – индикатора пригодности растений для уборки на лопатку, содержания сахаров и аскорбиновой кислоты, определяющих вкусовые качества продукции (Филимонова, 2006).

Оценены содержание белка и его аминокислотный состав в зеленой массе у представителей разных видов чины, подтвердившие высокие кормовые качества этой ценной, далеко не оцененной по достоинству в нашей стране кормовой культуры (Зайчикова, 2002).

К сожалению, методические возможности института не позволяют работать над целым рядом важных проблем качества. В частности, за пределами наших возможностей остается определение жирнокислотного состава масла. Между тем, работы над увеличением стабильности и улучшением вкусовых и питательных качеств соевого масла, широко проводимые в мире, ведутся именно путем регулирования соотношения тех или иных жирных кислот. В пищевой промышленности находят применение сорта как с повышенным содержанием ненасыщенных, в частности, олеиновой кислот, так и с повышенным содержанием насыщенных жирных кислот - пальмитиновой и стеариновой - для получения твердых и полутвердых растительных жиров. Скрининг генофонда для выявления его полиморфизма по содержанию жирных кислот – конструктивный путь поиска исходного материала для селекции масличных сортов сои.

Также за рамками наших возможностей до сих пор остается определение содержания нейротоксина - β , (α +L)-диаминопропионовой

кислоты в семенах чины. В генофонде ВИР имеются источники низкого содержания или практически полного отсутствия этих веществ. Необходим дальнейший поиск таких источников, организация массового скрининга и селекция по этому признаку. Перспективны как однолетние, так и многолетние виды чины. Последние имеют преимущество на бедных песчаных, тяжелых суглинистых и сильно каменистых почвах.

К числу признаков, определяющих предпочтение для кулинарной обработки бобов, относится светлая окраска семенной оболочки. Путем многократных индивидуальных отборов из сортов-популяций Русские черные в отделе создан сорт овощных бобов Вировские со светлой, долго не темнеющей семенной кожурой (автор – вед.н.с. отдела генетических ресурсов зернобобовых культур, к.с-х.н. С.Булынецв, Гос. реестр..., 2000).

Увеличение симбиотического потенциала. Высокая наследуемость признаков симбиоза, а также наличие высоких корреляций между азотфиксирующей активностью и урожайностью растений свидетельствуют о том, что симбиотическая селекция может быть весьма результативной. Это требует оценки большого количества растительных генотипов на эффективность взаимодействия с микроорганизмами. Очевидно, что высокая симбиотическая эффективность может быть достигнута путем создания комплементарных сочетаний генотипов партнеров, для чего и должна проводиться их координированная селекция (Тихонович, Проворов, 2005).

Оценка эффективности симбиотрофного питания азотом проведена для определенной части генофонда. Многолетняя работа, ведущаяся в сотрудничестве с учеными из ВНИИСХМ, позволила выявить значительный потенциал изменчивости генофонда гороха, вики, чечевицы, фасоли, чины, сои, люпина, перспективный для использования в селекции на повышение интенсивности симбиотической азотфиксации. В основе методов оценки этого признака – полевой и лабораторный скрининг образцов после инокуляции разными активными штаммами азотфиксирующих бактерий. Он включает измерение комплекса показателей: нитрогеназной активности, массы и числа клубеньков, структурных элементов продуктивности растения, количество азота в семенах и вегетативной массе.

Скрининг образцов гороха разного направления использования по отзывчивости на инокуляцию производственными штаммами бактерий выявил образцы с высокой способностью к клубенькообразованию, высоким уровнем нитрагеназной активности, увеличения сухой массы, семенной продуктивности и накопления белка в семенах. Создана признаковая коллекция, в которую вошли образцы гороха, ранжированные по признаку симбиотической эффективности. Наиболее перспективные образцы рекомендуются для использования в селекционных программах по созданию сортов гороха с высоким симбиотическим потенциалом (Каталог ВИР, 2002).

При оценке азотфиксирующей способности ультраскороспелых образцов сои, изучаемых в Ленинградской области - самой северной точке

мирового соеведения (59°44' с.ш.), получены впечатляющие результаты, обусловленные, в частности, отсутствием в этих широтах аборигенной сапрофитной соевой микрофлоры, способной конкурировать с производственными штаммами бактерий-симбионтов. После инокуляции семян активными штаммами азотфиксирующих бактерий селекции ВНИИСХМ получено значительное увеличение продуктивности семян, вегетативной массы, содержания белка в растении. Даже в неблагоприятные по погодным условиям годы продуктивность растений, инокулированных этими штаммами, была не ниже среднестатистической по Нечерноземной зоне. В благоприятные по климатическим показателям годы ультраскороспелые сорта имели семенную продуктивность растений в контроле без инокуляции от 7 до 14 г/растение, в опыте – при формировании симбиотических отношений с бактериями – 10,5-35 г/растение, что в пересчете на урожай составляет не менее 3 т/га. При этом содержание белка в вегетативной массе возрастало в среднем с 13,9 до 20,3%, в семенах с 38,7 до 45,9% (Вишнякова и др., 2004 а, б).

Таким образом, даже не очень масштабное в силу трудоемкости, изучение интенсивности симбиотической азотфиксации у зернобобовых культур выявило большое генетическое разнообразие форм для использования в симбиотической селекции на повышенную способность к симбиотрофному питанию азотом. Имеющиеся наработки показывают, что успех в этом направлении может быть достигнут только путем объединения усилий представителей комплекса научных направлений: генетиков, микробиологов, ресурсоведов, селекционеров.

Устойчивость к болезням. В последние годы в силу разных причин выявление образцов, устойчивых к болезням, ведется в ограниченных масштабах. Однако в коллекции всех зернобобовых культур имеется значительный ресурс генотипов, обладающих определенной степенью устойчивости к основным патогенам, распространенным на территории РФ. Известны слабовосприимчивые формы, пригодные для использования в качестве источников устойчивости к основным болезням и вредителям гороха: фузариозной и афаномицетной корневым гнилям, аскохитозу, зерновке и др. (Vishnyakova, 2001). Постоянно осуществляется оценка и выявляются источники устойчивости к бактериозу у фасоли (Каталог ВИР, 2000 а). При иммунологической оценке коллекции чечевицы акцент ставится на устойчивость к серой гнили и фузариозу – основным болезням, сдерживающим масштабное производство этой культуры (Каталог ВИР, 2005). Выделены перспективные линии, устойчивые к серой гнили, на основе которых создан сорт Екатерининская зеленозерная (автор – с.н.с. отдела, к.с.-х.н. И.И.Яньков).

Скрининг коллекций желтого и узколистного люпина на устойчивость к антракнозу – главному фактору, лимитирующему производство этих культур в мировых масштабах, осуществлялся в рамках международного проекта совместно с коллегами из ВНИИ люпина (Якушева, Пономарева, 2001; Якушева и др., 2001). Выявлены формы частично устойчивые, которые включены в селекционный процесс.

Устойчивость к биотическим стрессам. Разнообразие почвенно-климатических условий нашей страны предполагает, во-первых, правильный выбор видов и сортов, адаптированных к конкретным условиям, рациональное размещение культур и, во-вторых, селекцию на создание эдафически дифференцированных сортов и сортов, устойчивых к биотическим стрессорам (Жученко, 2001). Известное эколого-географическое разнообразие генофонда позволяет адресно подбирать исходный материал для разных агроклиматических зон страны. Однако скрининг генофонда по устойчивости к стрессам внешней среды проводится в очень ограниченных объемах. Выявление устойчивых к закисленным почвам холодостойких форм, необходимых для растениеводства на Северо-Западе РФ, в последние годы проведено совместно с отделом физиологии для ряда скороспелых сортов сои и фасоли. Это часть большой работы, проводимой в отделе по изучению возможности расширения агрономических ареалов культур, а именно, продвижения их к северу. Проблема расширения пределов северного растениеводства, поставленная Н.И. Вавиловым (1965), нашла успешное решение на ряде зернобобовых культур. Прежде всего, это касается сои, агрономический ареал которой как в нашей стране, так и за рубежом за последние полвека продвинулся на север не менее, чем на 300-400 км. Традиционные представления о сое как о культуре муссонного климата уже давно скорректированы возделыванием ее как на орошении, так и на богаре во многих регионах России: в Сибири, Поволжье, ЦЧР, на Алтае, Северном Кавказе и в др. областях. Успехи селекции по созданию пластичных и адаптивных сортов изменили понятие «биологического минимума» культуры. Во времена Н.И. Вавилова северной границей сои считались 52-53° с.ш., то есть на уровне Тамбова, Орла и Самары. Однако эколого-географическое разнообразие культуры позволило за последние десятилетия прошлого века как в РФ, так и за рубежом создать множество ультраскороспелых сортов с низкой чувствительностью к длине дня, способных вызревать и давать стабильный урожай в более северных широтах.

Конкретным доказательством осеверения сои в нашей стране является наличие производственных площадей в областях юга Нечерноземной зоны, расположенных между 52 и 56° с.ш.: Орловской, Брянской, Тульской, Рязанской, республиках Мордовии и Чувашии, где получают экономически оправданные урожаи.

По результатам исследований, проводимых в ВИРе, в Ленинградской области в течение 9 лет (1998-2005 гг.), создана признаковая коллекция ультраскороспелых сортов сои, в которую входит не менее 50 сортов отечественной и зарубежной селекции (Каталог ВИР, 2004). У целого ряда сортов оценены продуктивность зерна и зеленой массы, изучены фоточувствительность, холодостойкость, толерантность к загущению, отзывчивость на инокуляцию активными штаммами азотфиксирующих бактерий селекции ВНИИСХМ (Вишнякова, 2004; Вишнякова и др., 2004 а, б; Сеферова, Никишкина, 2004). Создан предселекционный материал

(Сеферова и др., 20020. Имеется положительный опыт экспериментального выращивания сортов кормового направления. Следует отметить, что по всем показателям сорта российской селекции не уступают канадским и европейским сортам. Выявлены перспективные для продвижения к северу отечественные районированные сорта: Магева, Светлая, Окская, СибНИИК 315, СибНИИСХОЗ 6, УСХИ 6, Соер 3, Соер 5, Мадева, Алтом и др.

Убедительных успехов достигла отечественная и зарубежная селекция в создании скороспелых, холодостойких и слабо чувствительных к длине светового дня сортов фасоли. Выявлена значительная дифференциация генофонда по реакции на пониженные температуры во время прорастания семян – главный лимитирующий фактор для расширения агрономического ареала этой культуры к северу (Алексеева, Петрова, 1997). Создана признаковая коллекция скороспелых сортов, которые вызревают до технической спелости, до так называемой «зеленой лопатки», даже в высоких северных широтах – в Ленинградской области и севернее. К ним относятся сорта Ока, Горналь, Оран, Щедрая, Сакса без волокна, Северная звезда 690, Грибовская 92 и др. В годы с жарким летом в этих районах можно получить и хороший урожай спелых семян, вызревающих за 75-80 дней (Буровцева, Петрова, 1998).

Перспективы расширения видового разнообразия зернобобовых для использования в народном хозяйстве

Актуальной задачей селекции и мощным фактором биологизации растениеводства должно стать увеличение *видового и генетического разнообразия* культивируемых видов и сортов растений, а также их адаптивного размещения с целью более полной утилизации биоклиматического потенциала каждой земледельческой зоны (Жученко, 2001). Своей важной задачей мы считаем изучение агрономического потенциала диких родичей культурных растений с целью выявления перспектив введения в культуру новых видов растений. В настоящее время в производстве в РФ имеется 19 видов зернобобовых культур, из них 5 декоративных. Анализ мировой и отечественной литературы, ретроспективный взгляд на российское растениеводство и стратегию мобилизации генетических ресурсов растений, данные по оценке генофонда убедительно свидетельствуют о возможности интродукции и введения в культуру в РФ не менее 50 видов зернобобовых культур.

Многие дикие виды вики, чины и люпина могут рассматриваться как хорошие кормовые травы. Между тем, в селекционных программах России задействованы только 4 вида вики из 48, представленных в коллекции ВИР, 6 из 37 видов чины, 4 из 50 видов люпина. Учитывая большое разнообразие почвенно-климатических условий нашей страны, генофонд, сохраняемый в коллекции ВИР, может быть использован гораздо эффективнее. По данным специалистов, 23 однолетних и многолетних вида вики могут использоваться в качестве пастбищных культур в разных регионах России,

особенно эндемичные виды Сибири и Дальнего Востока. Не менее 15 видов рода чины могут использоваться как укосно-кормовые (Коровина, 1986).

Совершенно очевидно, что хозяйственный потенциал видов рода *Vicia* (вика), широко распространенных в нашей стране, далек от эффективного использования. Привлечение в культуру новых видов (*V. angustifolia* Reichard., *V. narbonensis* L., *V. pannonica* Crantz., *V. ervilia* (L.) Willd. и др.) будет способствовать созданию более продуктивных богарных сенокосов и пастбищ для крупного и мелкого рогатого скота. Многие виды в той или иной мере изучены как у нас, так и за рубежом, выявлена изменчивость признаков, определяющих уровень доместикации, таких как твердосемянность, продуктивность семян и зеленой массы, аттрактивность, технологичность уборки, растрескиваемость бобов, наличие антипитательных веществ. Это позволяет вести работу по их селекционному улучшению и введению в культуру. Засухо- и холодоустойчивость многих вик, их нетребовательность к почвам и хорошие сидерационные качества делают их незаменимыми для культивирования в условиях, непригодных для других бобовых. Кроме того, многие вики – многолетние растения, продолжительность их жизни 8-12 лет, что весьма ценно при создании долгосрочных сеянных сенокосов на неполивных землях (Каталог ВИР, 1995; Станкевич, Репьев, 1999; Вишнякова, 2007).

Целый ряд видов чины (*Lathyrus cicera* L., *L. tingitanus* L., *L. pratensis* L., *L. tuberosus* L. и др.) способны занять экологическую нишу в промежуточной полосе между южной границей возделывания гороха и северной границей агрономического ареала нута. Эти виды характеризуются высоким содержанием белка в семенах (до 34%) и в вегетативной массе (до 29%) при очень хорошей переваримости. В целом ряде стран Азии и Европы семена чины посевной и нутовой используют для продовольственного потребления (Вишнякова, Бурляева, 20060).

Расширение биологического и агрономического потенциала люпина также возможно за счет окультуривания новых видов. По нашим представлениям, не менее 5 видов люпина, имеющих в коллекции ВИР, может быть вовлечено в культуру в качестве кормов и сидератов (*L. cosentinii* Guss., *L. atlanticus* Douglas., *L. pilosus* Murrey., *L. digitatus* Forsk., *L. hispanicus* Boiss. et Reut). Примеры удачной доместикации в течение короткого времени трех видов люпина известны для Австралии, где теперь наряду с известными ранее окультуренными видами они широко внедряются в производство. В США в недавнее время доместичирован аборигенный вид – люпин белостебельчатый (*L. albicaulis* Douglas.), (Вишнякова, 2005 б).

Мало развиваемым направлением селекции остается создание декоративных сортов бобовых. Широко известен душистый горошек (*Lathyrus odoratus* L.), число сортов которого в мире приближается к тысяче, но существуют и другие виды чины, а также люпина, фасоли, вики, достойные селекционного улучшения в этом направлении. За рубежом создано множество сортов люпина многолетнего и изменчивого, фасоли

огненной, чины широколистной, способных сыграть достойную роль в озеленении нашей страны. Исходный материал для селекции этих культур в коллекции ВИР имеется.

Значение генофонда зернобобовых в повышении качества питания населения

Коллекция зернобобовых ВИР – это своего рода экспозиция возможностей генофонда, определяющих необходимость создания инфраструктуры, обеспечивающей диверсификацию, то есть существенное расширение ассортимента пищевых, технических, энергетических и др. продуктов, получаемых из сельскохозяйственных культур. Фундаментальные и прикладные исследования неукоснительно ведут к расширению спектра их использования.

Немаловажное условие более полного использования хозяйственного потенциала зернобобовых – их популяризация как ценного компонента рациона человека. Греческий эквивалент слова "белок" - "протеин" - означает "первой важности". Поэтому ежедневное потребление бобовых из расчета 0,5 грамма на 1 килограмм веса человека необходимо для того, чтобы не допустить белкового голодания организма. В идеале бобовые должны составлять 5-10% рациона человека. Наряду с белком в семенах зернобобовых содержится целый ряд других ценных компонентов, необходимых для сбалансированного питания. Неоспоримо их значение для профилактики сахарного диабета, а также обязательность их потребления при этой болезни. Это обусловлено медленным гидролизом сложных сахаров семян.

Необходимо увеличивать число технологических линий по получению соевых продуктов для населения: молока, тофу, окары, соевых текстуратов. Отечественная масличная индустрия должна радикально увеличить производство соевого масла, в большом количестве закупаемого за рубежом, из отечественного зерна, что, соответственно, увеличит получение отечественного шрота, на закупку которого страна тратит миллионы долларов. Необходимо широкое внедрение современных технологий обработки зернобобовых культур, в частности, экструзии зерна, для использования как в кормопроизводстве, так и системе общественного питания; вовлечение в этот процесс разных культур.

Белый и желтый люпины по современным представлениям могут служить не только высоко питательным кормом для животных, но и ценным сырьем для получения новых видов пищевых белковых продуктов и растительного масла. Мука из семян белого люпина широко используется в рецептурах хлебобулочных изделий в Польше, Чили, Австралии, увеличивая уровень сбалансированности макронутриентов. Показаны возможности получения качественных пищевых продуктов из семян узколистного люпина (Красильников, Панкина, 2006). Кроме того, виды люпина перспективны для получения ценных пищевых добавок для повышения питательной ценности пищи.

Значение генофонда зернобобовых для медицины, фармацевтики, техники

Все большее число ингредиентов семян зернобобовых культур находит применение в медицине и фармацевтике для получения высокоэффективных лечебных и лечебно-профилактических препаратов направленного действия. Возрастает внимание к ингибиторам протеиназ, содержащихся в семенах разных видов зернобобовых. В частности, показано, что ингибиторы протеиназ, содержащиеся в горохе, угнетающе действуют на пролиферацию раковых клеток в культуре *in vitro*. Предполагают, что эти белки предотвращают или сдерживают канцерогенез в пищеварительном тракте (Clemente et al., 2004).

Обнадеживающие результаты для применения в медицине показали термопластические пленки, получаемые из крахмала гороха. Оказалось, что физико-химические свойства горохового крахмала соответствуют технологии изготовления таких пленок лучше, чем традиционно присутствующих на рынке крахмалов из картофеля, пшеницы, кукурузы (Bogracheva et al., 2004).

В фармацевтике и косметологии все большее применение находят высокоалкалоидные формы люпина, развиваются технологии получения спирта из семян люпина. Новые сведения, полученные об антихолестериновой функции белковых фракций люпина, могут открыть дополнительные возможности его использования в фармацевтике (Arnoldi et al., 2004). Перспективным направлением использования люпина может стать получение масла для пищевых и технических целей. Многолетняя биохимическая оценка образцов коллекции ВИР выявила размах изменчивости содержания масла в семенах в следующих пределах: люпин узколистный - 6,5-8,4%, люпин желтый – 6,2-12,0%, люпин изменчивый – 10,5-16,3% (Каталог ВИР, 1989; 1990 а, б; 1993). Пока масло люпина находит широкое применение только в косметологии при создании средств по уходу за кожей. Оно обладает антиоксидантными свойствами и тем самым защищает от свободных радикалов, предотвращая увядание кожи. Другие применения масла из семян люпина нам пока не известны, хотя, по мнению ряда ученых, их пищевая ценность несомненна (Вишнякова, 2005 а).

Массовый скрининг генофонда зернобобовых в 70-х гг. прошлого века по содержанию фитогемагглютининов (ФГА) или лектинов позволил выявить сравнительно дешевый источник группоспецифичных ФГА для массового определения групповой принадлежности крови. Они обладают высокой активностью и эффективностью и экономят ценную донорскую кровь. Продолженная нами совместно с Московской медицинской академией им. И.М. Сеченова оценка лектинов семян чины посевной из коллекции ВИР показала их стимулирующее влияние на противоопухолевую активность лимфоцитов. Даже экстракты из семян

разных видов чины обладали способностью повышать иммунные свойства организма (Зайчикова и др., 2000; 2001).

Различные ингредиенты зернобобовых находят широкое применение в технике. Широко известно применение масла и полимеров сои, используемых в текстильной, лакокрасочной, клеевой, мыловаренной, бумажной и др. отраслях промышленности. Люпин может рассматриваться как перспективное сырье для текстильной и целлюлозной промышленности. Из семян чины получают казеин и краски (Вишнякова, 2005 а, б; Вишнякова, 2006).

Проблема прогрессирующего истощения нефтяных ресурсов привела к активным попыткам использования растительных масел и животных жиров в качестве основы для создания возобновляемого, экологически безопасного топлива для дизельных двигателей — биодизеля. В нашей стране культивируется возможность производства биодизеля из рапса, в то время как в США еще с середины прошлого века его производят из сои. За счет целого ряда качественных признаков соевый дизель имеет первостепенное значение для улучшения экологической ситуации по сравнению с нефтяным топливом.

Таким образом, учитывая разнообразие направлений использования зернобобовых в народном хозяйстве, изучение коллекции также должно быть разносторонним и ориентированным как на современные, так и на перспективные возможности применения культур и соответствующих направлений селекции.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеева Е.Н., Петрова М.В. Холодостойкость фасоли на ранних этапах развития // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1997. Т.152. С. 108-111.

Буравцева Т.В., Петрова М.В. Фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.) – перспективная пищевая культура на территории Северо-Запада России // Сборник “Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков, СПб. 1998. С. 365.

Вавилов Н.И. Проблема северного земледелия. Избр. тр. М.-Л., 1965. Т.5 С. 509-518.

Вишнякова М.А. Поиск источников ценных признаков в генофонде сои из коллекции ВИР для решения актуальных задач селекции // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Орел, 2004. С. 371-377.

Вишнякова М.А. Генетические ресурсы сои и люпина – не исчерпаемый источник высокомасличных форм для селекции // Материалы 5-й междунар. конф. «Масложировая индустрия-2005». СПб. 2005 а. С. 60-62.

Вишнякова М.А. О перспективах введения в культуру и интродукции различных видов люпина // С.-х. биология, 2005. б. № 2. С. 21-28.

Вишнякова М.А. Актуальные и перспективные направления изучения генофонда зерновых бобовых культур из коллекции ВИР для рационального использования его в селекции // Plant agrobiodiversity. Chisinau. 2006. С. 140-149.

Вишнякова М.А. Виды вики из коллекции ВИР – кормовые растения, перспективные для введения в культуру в Российской Федерации// С.-х. биология, 2007. № 3. С. 3-19.

- Вишнякова М.А., Бурляева М.О.* Потенциал хозяйственной ценности и перспективы использования российских видов чины // С.-х. биология, 2006. № 6. С. 85-97.
- Вишнякова М.А., Бурляева М.О., Сеферова И.В., Никишкина М.А.* Поиск источников ценных признаков в генофонде сои из коллекции ВИР для решения актуальных задач селекции // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Орел, 2004 б. С. 371-377.
- Вишнякова М.А., Бурляева М.О., Сеферова И.В., Никишкина М.А.* Коллекция сои ВИР – источник исходного материала для современных направлений селекции // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005-2010. Краснодар, 2004. С. 46-53.
- Вишнякова М.А., Сеферова И.В.* Соя. // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб, 2005. С. 841-850.
- Вишнякова М.А., Яньков И.И., Булынец С.В. и др.* «Горох, бобы, фасоль...». Агропромиздат. СПб. 2001. 221 с.
- Жученко А.А.* Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Изд-во РУДН, 2001. 1488 с.
- Зайчикова С.Г.* Изучение влияния экстрактов из отдельных видов чины на В-дифференцировочную и противоопухолевую активность // Химико-фармацевтический журн., 2002. Т. 36. № 4. С. 30-31.
- Зайчикова С.Г., Бурляева М.О., Самылина И.А., Новожилова Т.И.* Выделение и характеристика лектинов из семян чины посевной // Химико-фармацевтический журн., 2000. Т. 34. № 11. С. 31-33.
- Зайчикова С.Г., Самылина И.А., Бурляева М.О.* Белковый, аминокислотный и минеральный состав отдельных представителей рода Чина // Химико-фармацевтический журн., 2001. Т. 35. № 6. С. 51-53.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Люпин белый (биохимическая характеристика образцов). 1989. Вып. 496. Сост. Чмелева З.В., Бенкен И.И. и др. Л., 50 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Люпин желтый (характеристика образцов по аминокислотному составу суммарного белка семян). 1990 а. Сост. Бернацкая М.Л. и др. Вып. 511. Л. 24 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Виды люпина (биохимическая характеристика образцов). 1990 б. Сост. Чмелева З.В. и др. Вып. 568. Л. 43 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Люпин узколистый – *Lupinus angustifolius* L. (биохимическая характеристика образцов). 1993. Вып. 637. СПб. 45 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Однолетние дикорастущие виды вики. 1995. Сост. Репьев С.И. и др. СПб. Вып. 672. 40 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Фасоль. Оценка образцов на устойчивость к бурому бактериозу. 2000. Сост. Буравцева Т.В. и др. СПб. Вып. 712. 29 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Соя. Кормовые образцы. Сост. Бурляева М.О., Силаева О.И., Кияшко Н.И. и др. 2000 б. СПб. Вып. 717. 60 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Горох. (Характеристика образцов по содержанию белка, антипитательным веществам и другим ценным признакам). 2000 в. Сост. Сердюк В.П. и др. Вып. 727. СПб. 39 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Горох. Симбиотическая эффективность. Сост. Борисов А.Ю., Цыганов В.Е., Штарк О.Ю. и др. Вып. 728. 2002. СПб. 29 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Фасоль. Характеристика образцов по активности ингибиторов трипсина, содержанию белка в семенах и другим хозяйственно ценным признакам. 2004. Сост. Буравцева Т.В., Никишкина М.А. СПб. Вып. 745. 21 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Соя. Исходный материал для селекции скороспелых сортов. Сост. Давиденко О.Г., Розенцвейг В.Е., Голоенко Д.В. и др. Вып. 746. 2004. СПб. 28 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР.* Чечевица (Устойчивость образцов к ботритиозу и другие хозяйственно ценные признаки). 2005. Сост. Яньков И.И. и др. Вып. 769. 14 с.

- Коровина О.Н.* Природный генофонд дикорастущих родичей культивируемых растений флоры СССР и его охрана (Аннотированный перечень). Л., ВИР. 1986. 126 с.
- Красильников В.Н., Панкина И.А.* Исследование химического состава и технологических свойств семян люпина узколистного с целью создания комбинированных продуктов питания // Проблема дефицита растительного белка и пути его преодоления. Минск. «Белорусская наука». 2006. 119-122.
- Проворов Н.А.* Соотношение симбиотрофного и автотрофного питания азотом у бобовых растений: генетико-селекционные аспекты // Физиол. раст. 1996. Т. 43: 127–135.
- Сеферова И. В., Вишнякова М.А., Никушкина М.А.* Селекционная ценность экспериментальных популяций сои, адаптированных к условиям Северо-Запада РФ // Деп. ВНИИ ИТЭИ АПК. 06.24под № 61 ВС- 2002. СПб. 12 с.
- Сеферова И. В., Гавашилешвали Г. Е., Кива Т. И и др.* Образцы сои с высоким содержанием белка в семенах в мировой коллекции ВИР//Селекція і насінництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2005. С. 216-224.
- Сеферова И.В., Кошкин В.А.* Зависимость скорости развития, высоты и семенной продуктивности сои от фотопериода // «Проблемы физиологии растений Севера». 2004: С.168.
- Сеферова И.В., Никушкина М.А.* Потенциал сои зернового и кормового направлений использования на Северо-Западе России //«Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005-2010 гг.». Краснодар, 2004. С. 9-66.
- Станкевич А.К., Ретьев С.И.* Культурная флора. Вика. ВИР, СПб, 1999. 491 с.
- Тихонович И.А., Проворов Н.А.* Принципы селекции растений на взаимодействие с симбиотическими микроорганизмами // Вестник ВОГиС, 2005. Т. 9. № 3. С. 295-305.
- Филимонова, Ю.А.* Оценка коллекционных образцов фасоли овощной по химическому составу в условиях Западной предгорной зоны Северного Кавказа // Гавриш. 2006. №5. С. 17-19.
- Якушева А.С., Пономарева Л.Т.* Изучение коллекции белого (*L.albus* L.) и узколистного (*L.angustifolius* L.) люпина на устойчивость к антракнозу // Состояние и перспективы развития люпиносеяния в XXI веке. Брянск, 2001. С. 62-64.
- Якушева А.С., Соловьянова Н.Н., Шульженко Ю.Э.* Изучение коллекции люпина желтого (*Lupinus luteus* L.) на устойчивость к антракнозу // Состояние и перспективы развития люпиносеяния в XXI веке/ Брянск, 2001. С.64-66.
- Arnoldi A., Morandi S., D'Agostina A. et al.* Beneficial effects of lupins proteins: a novel source of hypocholesterolic agents? // 5th European Conf. Grain Legumes. 2004. Dijon – France. P. 19-20.
- Bogracheva T., Topliff I., Meares C., et al.* Starch thermoplastic films from a range of pea (*Pisum sativum*) mutants // 5th European Conf. Grain Legumes. 2004. Dijon –France. P. 47-48.
- Clemente A., Mackenzie D.A., Johnson I.T., Domoney C.* Investigation of legume seed protease inhibitors as potential anti-carcinogenic proteins //5th European Conf. on Grain Legumes. 2004. Dijon –France. P. 51-52.
- Harlan J.R.* Crops and Man. Madison, Wisconsin, USA. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, 1975. 295 p.
- Vishnyakova M.A.* Evaluation of grain legumes germplasm of Vavilov Institute for diseases resistance // Standartization diseases resistance screening in grain legumes germplasm banks. Valladolid, Spain, 2001. С. 3-14.

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ И НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНОФОНДА МАСЛИЧНЫХ И ПРЯДИЛЬНЫХ КУЛЬТУР В СЕЛЕКЦИИ

**В.А. Гаврилова, Н.Б. Брач, Л.П. Подольная, А.Г. Дубовская, С.Н. Кутузова,
С.В. Григорьев, Н.Г. Конькова, А.В. Павлов, Е.А. Пороховинова**

В результате разностороннего изучения образцов коллекции масличных и прядильных культур ВИР выявлены источники и созданы доноры ценных признаков для решения актуальных задач селекции важных для России культур (подсолнечник, лен, рапс, конопля, хлопчатник). Созданы генетические коллекции этих культур. Использование различных методов позволило обнаружить генотипы, расширяющие представления о границах изменчивости видов. Систематизированы результаты полевой и технологической оценки образцов коллекции льна-долгунца за 50 лет. Создана база данных, охватывающая всю коллекцию по 37 признакам.

Проводится комплексное изучение образцов малораспространенных масличных культур (крамбе, индау, ляллеманции, периллы, мадии, нуга, молочая), в том числе в географических посевах, для определения оптимальной зоны их возделывания и перспектив как традиционного (пищевое и техническое масло), так и нетрадиционного использования (для получения биодизельного топлива).

Были проведены исследования образцов конопли коллекции ВИР по содержанию каннабиноидов. Выявлены образцы с отсутствием, или низким содержанием ТГК.

Интродуцированы новые культуры – сахаронос стевия и нефтенос молочай.

GENERAL RESULTS OF STUDYING AND NEW TRENDS IN USING GERMPLASM OF OIL AND FIBER CROPS IN BREEDING

**Gavrilova, N.B. Bruch, L.P. Podolnaya, A.G. Dubovskaya, S.N. Kutuzova, S.V.
Grigoriev, N.G. Konkova, A.V. Pavlov, E.A. Porokhovinova**

Many sources of value characters for breeding were revealed as a result of studying of more important for Russia cultures collections (sunflower, flax, rapeseed, hemp, cotton and others). Also were created the genetic collections of sunflower, flax, cotton. The employment of different modern methods has permitted to find the genotypes broaden our knowledge about bounds of species variability. The data of field and technical evaluation of flax collection during 50 years were systematized. Data base of all VIR flax collection on 37 characters was created.

The collection of rare oil crops (*Crambe*, *Eruca*, *Lallemantia*, *Perilla*, *Madia* and other) are maintained and complex studied include the geographic one for determination the optimum growing region and traditional (food and nonfood oil) and new (biodiesel) using perspectives.

The hemp accessions with low content TGK were found.

The new cultures for Russia – *Stevia* (substitute for sugar) and *Euphorbia lathyris* L. (substitute for petroleum) were introduced.

Многие культуры, относящиеся к группе технических, являются очень древними. Уже первобытные земледельцы оценили их огромную пользу, однако ассортимент таких культур был невелик. Николай Иванович

Вавилов писал: «Неизмеримо больше возможностей открывается в поисках новых диких технических растений для введения в культуру. В этом отношении земледelec прошлого сделал сравнительно мало» (Вавилов, 1935). Н.И. Вавилов внес большой личный вклад в сборы коллекции льна, рапса, конопли, хлопчатника, редких масличных крестоцветных и других технических культур. Следуя идеям Н.И. Вавилова, сотрудники отдела пополняют и сохраняют коллекции как широко возделываемых в стране, так и малораспространенных культур, таких, как рыжик, нуг, перилла, крамбе, бамия, кок-сагыз. Кроме того, за последние годы интродуцированы новые для России культуры – стевия, мадия, куфея, молочай и др. Научные исследования раскрывают все новые направления и перспективы как традиционного, так и нетрадиционного использования масличных и прядильных культур во всех отраслях производства. Реализация новых возможностей требует более углубленного и разностороннего изучения этих растений.

Основными направлениями современных исследований генетических ресурсов масличных и прядильных культур в одноименном отделе ВИР являются, прежде всего, их изучение в соответствии с основными направлениями селекции, выявление скрытого потенциала изменчивости с использованием строгого инцухта, внутривидовой и межвидовой гибридизации, широких эколого-географических испытаний. Также рассматривается возможность введения в культуру новых видов. В связи с этим проводится расширенное изучение различного рода морфологических и хозяйственно-ценных признаков ряда традиционных и перспективных для использования в сельском хозяйстве культур, обновляются методы оценки, систематизируется полученная информация.

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) - основная масличная культура страны, ежегодно возделывается на площади 3,2 – 3,7 млн га. Большую часть посевов составляют двухлинейные гетерозисные гибриды иностранной селекции. Гибриды отечественной селекции, за редким исключением, трехлинейные, и по однородности проявления признаков приближаются к сорту, тогда как одно из главных преимуществ зарубежных промышленных гибридов - выровненность всех признаков, особенно сроков цветения и созревания. Таким образом, насущной проблемой является создание исходного материала для селекции на гетерозис. Необходимы новые линии с цитоплазматической мужской стерильностью, их фертильные аналоги и линии – восстановители фертильности пыльцы, которые должны обладать автофертильностью, хорошей завязываемостью семян, устойчивостью к патогенам и маркерными признаками.

Несмотря на то, что для культурных и дикорастущих видов подсолнечника характерно перекрестное опыление, нами установлено, что большинство образцов коллекции может завязывать семена при самоопылении с той или иной частотой, а значит, открывается возможность

получения автофертильных линий. Работы по их созданию начаты в конце 60-х годов прошлого столетия сотрудниками Кубанской опытной станции ВИР В.Т. Рожковой, Т.В. Милеевой, Ф.К. Виличку под руководством А.В. Анащенко, и продолжены нами. Самосовместимые формы пока не выявлены у высокорослых образцов кормового (силосного) направления селекции и отдельных популяций крупноплодного подсолнечника. После самоопыления промышленных гетерозисных гибридов подсолнечника происходит их расщепление; в результате появляются формы как похожие по морфологическим признакам на исходные родительские, так и новые, представляющие собой результат рекомбинации аллелей в мейозе гибридных растений первого поколения. Выщепление новых форм после самоопыления хорошо отселектированных сортов (например, сорта Передовик), в том случае, если удастся выявить автофертильное растение, можно наблюдать не раньше пятого поколения инбридинга. У растений первого-четвертого поколения самоопыления происходит уменьшение количественных характеристик: снижение высоты растения, размеров листа и корзинки.

Разнообразие получаемых в результате инбридинга форм по морфологическим признакам, не одинаково при самоопылении разных образцов. Потомство образца из Болгарии к-2530 дало начало 7 линиям генетической коллекции, которые различаются по форме и жилкованию листовой пластинки, антоциановой окраске всех органов растения и характеру ветвления. Иногда удается получить форму лишь с одним признаком, отличающимся от исходного образца. Стародавние сорта, такие как Успенка, Зеленка, Чернянка, Армавирский, Юбилейный – 60, при самоопылении показывают самый широкий спектр изменчивости морфологических признаков. Аналогичный результат дают отдельные образцы из Аргентины. Очень большое разнообразие окраски листа, формы черешка, корзинки и ложноязычковых цветков удалось получить при разложении гибрида Ромзун. Для использования морфологических признаков в качестве маркерных для идентификации линий и гибридов была поставлена цель - выявить все возможные проявления аллелей по каждому морфологическому признаку. На следующем этапе работы необходимо выявить генотип, сочетающий желаемое проявление признака и аллель автофертильности. Далее следует длительный процесс инцухта для перевода признака в гомозиготное состояние. Иногда гомозиготу удавалось получить во втором поколении инцухта. Но были случаи, когда линия по одним признакам становилась гомозиготой через 3-4 поколения инбридинга, а по другим происходило выщепление новых форм даже через 12 и более поколений инбридинга. У множественно маркированной линии ВИР 130 обнаружено появление новых форм в потомстве 18 поколения инбридинга.

В результате проведенной работы создана коллекция инбредных линий, имеющих различное предназначение в селекции на гетерозис. Получены 14 линий с цитоплазматической мужской стерильностью на

основе *Helianthus petiolaris* (РЕТ) - типа ЦМС, традиционно используемого в селекции, а также 4 линии с альтернативным типом

Таблица 1. Характеристика линий – восстановителей фертильности пыльцы у форм ЦМС РЕТ (КОС ВИР, 2006)

№	Линия	Вегетационный период, дней		Высота растений, см		Диаметр корзинки	Поражение ЛМР, %*
		всходы-цветение	всходы-созревание	общая	до корзинки		
1	ВИР 781	34	73	39	36	8	0
2	ВИР 754	36	72	72	60	10	0
3	ВИР 755	41	75	70	64	10	0
4	ВИР 761	42	74	76	62	11	30
5	ВИР 762	43	74	88	74	12	4
6	ВИР 765	41	72	54	46	9	0
7	ВИР 773	44	82	52	44	16	0
8	ВИР 778	40	78	62	48	13	0
9	ВИР 779	45	81	66	56	8	0
10	ВИР 661	45	81	118	100	9	0
11	ВИР 712	40	80	72	66	5	0
12	ВИР 782	41	77	68	60	7	0
13	ВИР 771	40	74	54	48	7	0
14	ВИР 766	42	75	68	60	10	0
15	ВИР 631	43	81	76	72	6	0
16	Мастер	64	103	185	165	22	5

• Здесь и далее: ЛМР - ложная мучнистая роса

ЦМС на основе *H. rigidus* (RIG 0) (Гаврилова, Рожкова, 2005). Созданы 35 линий (15 из них представлены в табл. 1) с рецессивным генетическим контролем ветвления, обладающие генами восстановления фертильности пыльцы ЦМС РЕТ, и одна линия – без антоциановой окраски всех органов растения, с генами восстановления фертильности пыльцы ЦМС RIG 0. На базе обоих типов ЦМС получены раннеспелые системы ЦМС-Rf с совпадающими сроками цветения и обладающие устойчивостью к заражению ложной мучнистой росе.

Создание генетической коллекции заключалось в выявлении того потенциала мутантов, который уже есть в природе. В коллекцию вошли 90 линий 5-27-го поколения инцухта со всевозможными мутациями всех морфологических признаков. В результате проведенного нами генетического анализа определено 33 гена, установлен генетический контроль 16 морфологических признаков в 14 линиях признаковой коллекции подсолнечника. В практическом отношении морфологические признаки с известным генетическим контролем (темно-зеленая и салатная окраска листа, белая окраска семени, изрезанность края листовой пластинки, ее бугорчатость, асимметричность, эректоидная форма черешка, антоциановая окраска) используются в качестве маркеров в гетерозисной

селекции при контроле за чистотой линий в процессе их поддержания и семеноводческого размножения для идентификации линий и гибридов.

Таблица 2. Анализ гибридов, полученных от скрещивания линий ЦМС РЕТ с межвидовыми гибридами F8, по хозяйственно-ценным признакам (КОС, 2000)

Гибридная комбинация	Ветвление	Фертильность пыльцы, %	Урожайность семян, т/га
ВИР 129х(НА232х <i>H. maximiliani</i>)	нижнее	100	19,1
ВИР 117х(НА232х <i>H. maximiliani</i>)	нет	100	29,1
ВИР 117х(ВИР 151х <i>H. maximiliani</i>)	верхнее	50	15,6
ВИР 117х (ВИР114х <i>H. maximiliani</i>)	верхнее	60	12,4
ВИР 151х(НА232х <i>H. lactiflorus</i>)	нет	100	33,5
SW514х(НА232х <i>H. floridanus</i>)	нет	100	29,9
SW514х(ВИР151х <i>H. trachelifolius</i>)	нет	100	31,1
ВИР117х(НА232х <i>H. rigidus</i>)	нет	50	28,4
ВИР117х(НА114х <i>H. rigidus</i>)	верхнее	50	24,6
ВИР117х(ВИР114х <i>H. tomentosus</i>)	нет	100	27,6
SW514х(НА232х <i>H. mollis</i>)	верхнее	100	20,0
ВИР117х(НА232х <i>H. mollis</i>)	верхнее	87	17,2
ВИР117х(ВИР151х <i>H. californicus</i>)	верхнее	100	18,0
ВИР117х(НА232х <i>H. californicus</i>)	верхнее	100	20,6
ВИР 117х(ВИР151х <i>H. giganteus</i>)	верхнее	100	18,7
Стандарт, сорт Передовик			26,4

С целью использования принципиально новых источников ценных признаков проводится гибридизация линий ЦМС культурного подсолнечника с многолетними дикорастущими видами *Helianthus* L. Образующиеся гибриды чрезвычайно разнообразны: многолетние – промежуточные между родителями по морфологическим признакам, однолетние однокорзиночные – похожие на сорт Передовик или ветвистые, напоминающие однолетние дикорастущие виды, фертильные и стерильные, различающиеся по степени проявления антоциановой окраски и т.д. Среди фертильных гибридов выделены автофертильные ветвистые однолетние формы, у которых, начиная со второго поколения после самоопыления,

отсутствует расщепление по морфологическим признакам. Получены нерасщепляющиеся линии 14 поколения инцухта, несущие гены восстановления фертильности пыльцы и устойчивости к нескольким расам ложной мучнистой росы, обладающие хорошей комбинационной способностью (табл. 2). Некоторые из них толерантны к фомопсису. Линии рекомендованы к использованию в качестве отцовских форм для получения гетерозисных гибридов и переданы во Всероссийский институт масличных культур.

Межвидовые гибриды и полученные на их основе линии используют в молекулярно-генетических исследованиях для изучения механизмов интрогрессии генов многолетних дикорастущих видов в геном культурного подсолнечника (Анисимова, Гаврилова, 2003)

В соответствии с Международной программой ВИР – INRA в 2000-2006 гг. отдел совместно с Кубанской опытной станцией проводил тестирование рекомбинантных инбредных линий, полученных во Франции из межвидовых гибридов культурного и однолетнего дикорастущего подсолнечника *H. argophyllus*. Изучено 600 линий - предполагаемых источников устойчивости к фомозу и фомопсису. В условиях Краснодарского края не поражались этими болезнями 75 линий, 5 из них выделились также по продуктивности и комплексной устойчивости к фомопсису, ложной мучнистой росе и сухой гнили (табл. 3). Они будут занесены в постоянный каталог ВИР и рекомендованы для использования в селекции.

Таблица 3. Высокопродуктивные самоопыленные линии подсолнечника французской селекции (КОС ВИР, 2003-2006 гг.).

№ линии	Вегетационный период, дней		Продуктивность, г/раст.	Поражение болезнями, %		
	всходы-цветение	всходы-созревание		ЛМР	сухая гниль	фомопсис
279/1	598	96	72	12	0	9
280/1	58	94	60	0	0	0
282/2	59	93	69	4	65	0
288/1	69	116	66	0	0	0
347/1	60	109	64	0	0	25
Мастер	61	106	75	0	0	52

В результате исследования генофонда культурного и дикорастущих видов подсолнечника создан новый исходный материал для селекции на гетерозис.

Лен. (*Linum usitatissimum* L.) Одной из важных проблем селекции льна-долгунца является повышение качества волокна. Длительное время в нашей стране выведение новых сортов велось в направлении повышения

содержания волокна в стебле. Были созданы и районированы сорта, содержащие до 30 и более процентов волокна, а в некоторых линиях оно доведено до 43%. Таким образом, этот показатель уже приближается к своему биологическому пределу (Кутузова, 1991). Рост содержания волокна в стебле привел к снижению качественных характеристик (гибкость, тонины, разрывная нагрузка), неравномерному распределению волокнистых веществ по длине стебля, из-за чего изменились и внешние признаки растений. Форма растений, приближавшаяся к цилиндрической, постепенно видоизменялась и стала напоминать усеченный конус. Важнейшие комплексные характеристики стебля льна (мыклость и сбежистость), косвенно характеризующие качество волокна, далеки от оптимальных значений. Большинство возделываемых сортов имеют показатели мыклости на уровне 450 – 540 единиц, а индекс сбежистости 0,5 – 0,7 (Павлова и др., 2005), что на 25-30% ниже оптимального значения (Понажев, 2004).

Удельный вес длинного трепаного волокна на льнозаводах не превышает 30-35 % (выход длинного волокна 5-10 %), в то время как в других странах он составляет 60-70 % (Новиков, Смирнов, 2002). Низкая прочность, недостаточная гибкость, высокое содержание нестандартных волокнистых комплексов – все это является причиной невысокого качества трепаного волокна, в основной массе не превышающего 9-10 номера (Понажев, 2004). Пряжа, полученная из льноволокна российских сортов, имеет прочность на 25 % ниже, чем западноевропейских (Понажев, 2005).

Основной причиной такого положения является узкая генетическая основа всех районированных сортов, сформированных на генотипах нескольких линий, узкоспециализированных по хозяйственной и экологической направленности. Это значительно снижает селекционную ценность такого материала и приводит к существенному усилению нежелательных связей между показателями скороспелости, урожайности и качества (Кутузова, Брач, 1997; Кутузова и др., 2005). Устранение данного недостатка возможно только путем привлечения в селекционный процесс нового, хорошо изученного исходного материала.

Основным источником такого материала для выведения сортов с высоким качеством волокна и комплексом других ценных признаков является мировой генофонд льна-долгунца, сосредоточенный в коллекции ВИР. Он насчитывает в настоящее время 1844 образца, которые были изучены по мере их интродукции в коллекционном питомнике на опытном поле Пушкинского филиала ВИР в соответствии с Методическими указаниями (1978, 1988) в течение 3-х и более лет. С 1954 г. в качестве стандарта использовали сорт Светоч (к-5333). Таким образом, за последние 50 лет было накоплено огромное количество данных, характеризующих различные образцы. Однако, из-за разнообразия погодных условий, большого объема и слабой систематизации, практически воспользоваться

этой информацией сложно. В связи с этим, по результатам ранее проведенных исследований (которые сохранились в полевых журналах, ведомостях технологического изучения и др. документах) нами создана оценочная база данных по коллекции льна-долгунца. Для того чтобы иметь возможность сравнивать между собой результаты изучения различных лет, все данные представлены не только в их абсолютных значениях, но и в процентном отношении к стандартному сорту Светоч (к-5333). В общей сложности (вместе с паспортными данными) база содержит 82 поля.

С помощью этой базы данных впервые был полностью проанализирован весь комплекс селекционно-ценных признаков, включая показатели содержания и качества волокна, и выявлен наиболее ценный исходный материал для селекции высокопродуктивных сортов льна с высоким качеством волокна (Павлов и др., 2007). Оценка результатов изучения коллекции льна-долгунца за 50 лет свидетельствует о том, что в ней имеется широкое разнообразие по каждому селекционному признаку (табл. 4).

Таблица 4. Минимальное и максимальное проявление признаков в коллекции льна-долгунца ВИР (г. Пушкин, 1954 – 2005 гг.)

Признак	Единица измерения	Минимальное		Максимальное	
		значение	% к st	значение	% к st
Общая высота стебля	см	68	68	121	116
Техническая длина стебля	см	53	61	110	117
Всходы - цветение	сут	32	81	59	120
Цветение – созревание	сут	24	95	61	133
Всходы – созревание	сут	64	88	111	120
Содержание длинного волокна	%	3,6	21	28,4	142
Содержание всего волокна	%	12,3	51	34,8	132
Средний номер волокна	-	7	52	27	118
Разрывная нагрузка волокна	даН	8,8	43	34,1	114
Гибкость волокна	мм	20,8	86	79,5	106
Линейная плотность волокна	текс	1,9	87	5,2	151
Метрический номер волокна	-	191	61	520	114
ОРНр	сН/текс	11,4	71	20,4	105
Урожайность соломы	г/м ²	235	32	1310	162
Урожайность длинного волокна	г/м ²	19	18	263	162
Урожайность всего волокна	г/м ²	44	25	412	183

В результате анализа базы данных были выявлены лучшие образцы по каждому из изучаемых признаков, так как наряду с высоким качеством волокна современный сорт должен быть высокопродуктивным, что достигается за счет увеличения высоты стеблей и содержания в них волокна, а также устойчивым к болезням и полеганию.

Оценочная база данных позволит наиболее продуктивно использовать имеющиеся данные: производить быстрый отбор родительских форм с

желаемыми признаками для гибридизации, осуществлять статистическую обработку больших объемов информации что в конечном счете, будет способствовать ускорению селекции.

В процессе исследований хозяйственно-ценных признаков льна-долгунца выявлены следующие закономерности. Повышение содержания длинного волокна в стебле увеличивает урожайность длинного волокна (коэффициент корреляции $r = 0,58$), и не связано с показателями качества. Это указывает на возможность создания высоковолокнистых сортов с хорошей добротностью пряжи. Корреляции между гибкостью волокна и разрывной нагрузкой практически отсутствуют, что определяет возможность сочетания этих признаков в одном генотипе (Павлов и др., 2007).

Наилучшим комплексом признаков, определяющих качество волокна, отличается созданный в ВИР донор скороспелости ВИР-105, полученный путем гибридизации кряжевых льнов. Он имеет довольно высокое содержание волокна и хорошую продуктивность, однако в сильной степени поражается болезнями, что снижает его селекционную ценность. Наибольшей селекционной ценностью среди раннеспелых образцов отличается донор устойчивости к ржавчине ВИР-4 (к-7880), созданный методом насыщающих скрещиваний сортом Призыв-81 устойчивой к ржавчине линии Псковского кряжа к-729. Он созревает на 3-4 дня раньше самого раннеспелого среди современных сортов - Призыва -81 и имеет высокое содержание волокна, хорошую продуктивность, высокую прочность волокна, все другие показатели качества находятся на уровне непревзойденного по качеству волокна сорта Светоч, кроме несколько более высокой линейной плотности.

Большая работа проводится по созданию генетической коллекции льна. Изучение образцов основной коллекции генетических ресурсов льна различного эколого-географического происхождения, а также использование многократного инцухта и гибридизации между контрастными генотипами позволило получить новые оригинальные константные формы, расширяющие пределы известной ранее изменчивости. В настоящее время генетическая коллекция льна включает в себя 375 линий шестого и более поздних поколений инбридинга (Брач и др., 2005). Ее десятая часть (42 линии) приходится на линии, полученные из других коллекций, большинство из которых несет идентифицированные гены различных признаков. Приблизительно по трети составляют линии, отобранные по устойчивости к ржавчине, длительности фаз вегетационного периода и морфологическим признакам.

Начало коллекции линий с идентифицированными генами положено в 70-х годах прошлого века на основе скрининга мировой коллекции ВИР по устойчивости к ржавчине (Кутузова, 1994). Сейчас эта часть коллекции составляет около 35 линий с различными генами устойчивости к ржавчине,

24 из них эффективны против всех рас патогена в нашей стране. С использованием этих генов создано 15 доноров, обладающих наряду с устойчивостью к болезни высоким комплексом других хозяйственно-ценных признаков (Кутузова, 2005). У части доноров эффективная вертикальная устойчивость совмещена с горизонтальной, что может способствовать созданию сортов, длительно сохраняющих устойчивость к болезни. На следующем этапе в 80-е годы были созданы линии льна-долгунца, различающиеся по длительности фаз вегетационного периода (Брач, 1987). В последние двадцать лет нами интенсивно создаются линии, различающиеся по морфологическим признакам. У 65 линий идентифицирован 21 ген окраски и формы различных частей цветка, коробочки и семян льна. Параллельно на основе генетического анализа нами создаются линии, несущие одновременно несколько генов, контролирующих морфологические признаки (Брач, Пороховинова, 2005).

Линии генетической коллекции проходят разностороннее изучение. Так, исследование фотопериодической реакции 33 образцов и линий льна позволило впервые обнаружить 5 генотипов, слабо чувствительных к сокращению длины дня. Установлено, что этот признак свойственен как рано- (гк209), так и поздноцветущим (гк103, гк160, гк176, гк375) формам (Кошкин и др., 2005). Выявление генотипов льна, слабо чувствительных к фотопериоду, дает новый импульс селекции скороспелых сортов для южных регионов. Кроме того, наличие подобных линий, имеющих как короткие, так и продолжительные периоды всходы – цветение, открывает возможности теоретического изучения ранее неизвестных механизмов фотопериодической реакции.

Хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) В России хлопчатник возделывался с конца 20-х до середины 50-х годов. В г. Буденновске находился институт хлопководства Новых районов – НовНИХИ, создавались скороспелые сорта, пригодные для возделывания в самой северной зоне хлопководства. К началу 50-х годов хлопчатник в европейской части СССР занимал значительные площади, но позже все хлопководство было сосредоточено в Средней Азии и Азербайджане. Возобновились работы с хлопчатником в России только в 1992 г. Необходимость возделывания хлопчатника в России обусловлена целым рядом причин. В частности, продукты хлопководства необходимы для обеспечения национальной безопасности, а также введение в севообороты на юге страны хлопчатника (особенно на орошаемых землях) позволит улучшить экологическую обстановку в этой зоне, и повысить рентабельность сельскохозяйственного производства.

Первые современные российские сорта были созданы методом простого отбора скороспелых форм, дававших гарантированный урожай в наших условиях. Большинство этих сортов раннеспелые, но модальная

длина не превышает 32 мм и выход волокна – 34 % от веса хлопка-сырца, что соответствует 5-6 типам волокна (ГОСТ 3279-76). Поэтому одной из основных задач отдела было создание раннеспелых линий хлопчатника с высоким качеством волокна.

Работа была начата в Италии и продолжена на Буденновском опорном пункте ВИР. Провели целый ряд скрещиваний между скороспелыми и позднеспелыми формами с длинным волокном. Среди гибридных комбинаций особо выделилась комбинация к-7858 х к-4389, были отобраны лучшие семьи по качеству волокна, и методом многократного инцухта созданы линии, превышающие стандартный сорт ПОСС-2 по основным параметрам качества, и не уступающие ему по скороспелости.

По российским (а прежде советским) стандартам качество волокна оценивалось по штапельной длине, крепости, разрывной нагрузке, тонине. Большинство же стран (в том числе и бывшие советские республики) пользуются другими критериями оценки волокна (Платонова, Маслова, 2001). Главными из них являются: верхняя средняя длина (средняя длина наиболее длинных волокон, составляющих по массе половину испытуемой пробы), прочность волокна (удельная разрывная нагрузка), удлинение (мера растяжимости волокон), микронейр (тонина и зрелость волокна). Поэтому для получения сравнимых данных для создаваемых в России сортов необходимо перейти на международную систему оценки.

О в 2006 г в Москве в лаборатории «Материаловедения» ФГУП ЦНИХБИ по международной методике (Платонова, Маслова, 2001) на приборе HVI была проведена оценка качества волокна наших линий (табл.5).

Данные технологического анализа показывают, что хлопчатник в России может давать волокно очень высокого качества. Показатель микронейр свидетельствует о том, что волокно почти у всех линий (за исключением 13F) хорошо вызревшее, имеет нормальную извитость, что важно для прядения. Основным критерием, по которому осуществляется деление на типы, является длина волокна. По этому признаку волокно линий 12 F, 13F, 14 F и 20 F отнесено к 3 типу, который, как правило, получают от сортов тонковолокнистого хлопчатника. Волокно остальных линий было отнесено к четвертому типу, одному из самых востребованных, из которого вырабатываются такие ценные виды материи, как шифон, зефир, поплин, трикотаж.

Как видно из таблицы, волокно созданных линий превосходит волокно стандартного сорта ПОСС-2, отнесенного к 6 типу, мало используемому в текстильной промышленности. Кроме того, волокно стандарта толстое и грубое (микронейр – 5,0), что значительно снижает его ценность.

Таблица 5. Характеристика волокна линий коллекции ВИР (ПОСС, 2005 г.)

№ Линии или название сорта	UHML,1 мм	Unf,2%	Str,3 гс/текс	Elg,4 %	Mic5	Тип
10 F	28,64 ±0,37	85,80 ±0,42	29,14 ±0,73	6,04± 0,14	4,48± 0,04	4
11F	29,58 ±0,48	85,05 ±0,20	28,43 ±0,89	6,13± 0,10	4,45± 0,05	4
12 F	29,85 ±0,16	85,28 ±0,55	29,23 ±0,98	6,13± 0,15	4,05± 0,09	3
13F	31,28 ±1,36	87,6 ±0,62	28,58 ±1,10	6,18± 0,08	3,40± 0,04	3
14 F	30,33 ±0,21	85,68 ±0,60	28,10 ±1,06	6,18± 0,08	3,98± 0,05	3
16F	29,63 ±0,21	86,05 ±0,50	28,50 ±0,25	6,95± 0,10	4,05± 0,03	4
20 F	29,95 ±0,25	87,23 ±0,30	30,30 ±1,13	6,65± 0,13	3,73± 0,06	3
24F	28,20 ±0,21	85,10 ±0,40	28,67 ±0,69	6,90± 0,23	4,13± 0,19	4
25 F	28,63 ±0,13	84,50 ±0,11	30,18 ±0,38	6,18± 0,03	4,13± 0,06	4
26 F	29,46 ±0,39	85,12 ±0,24	30,74 ±0,27	5,70± 0,07	3,98± 0,07	4
35F	29,76 ±0,22	86,66 ±0,27	31,30 ±0,31	5,92± 0,09	4,52± 0,04	4
37 F	29,48 ±0,26	86,18 ±0,76	31,33 ±0,68	6,08± 0,09	4,13± 0,03	4
ПОСС-2	25,80 ±0,61	84,30 ±0,82	28,70 ±1,10	5,50± 0,12	5,00± 0,11	6

Примечания: 1– верхняя средняя длина; 2– индекс равномерности по длине; 3– удельная разрывная нагрузка; 4– удлинение при разрыве; 5– микронейр.

Однофакторный дисперсионный анализ показал, что созданные линии достоверно отличаются по всем признакам от стандарта и друг от друга при $P_0 < 0.05$. Это свидетельствует о том, что полученные линии достаточно стабильны по качественным характеристикам волокна и будут использованы для создания новых сортов хлопчатника с высоким качеством волокна. Особую ценность представляет линия 20 F, волокно которой по всем параметрам соответствует требованиям, предъявляемым к волокну третьего типа 1-2-го сортов.

С 1998 г. исследования по хлопчатнику проводятся на Астраханской ОС ВИР. Материалом исследований послужили созданные на основе межвидовой и межсортовой гибридизации селекционные линии и образцы признаковой коллекции мексиканского (средневолокнистого) хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. (Григорьев, 1994; Григорьев и др., 2001; Эгамбедиев А.Э. и др., 1993). Район проведения исследований в Астраханской области

расположен в физико-географической зоне пустынь и характеризуется очень сухим и жарким климатом. В норме вегетационные поливы дождеванием проводятся в объеме не более 3500 м³/га воды за сезон. Исследовано влияние условий увлажнения на величину и качество урожая. Средний урожай хлопка-сырца на одно растение при первом сборе у разных линий варьировал в пределах 14,4 – 47,0 г, а максимальный достигал 54,3 г. При стандартной агротехнике величина первого сбора достигала 1,7 и более т/га хлопка-сырца. Следует учесть, что эта урожайность получена без применения нормативной дефолиации растений, которая увеличивает число раскрывшихся коробочек на растениях в поле перед уборкой. Для сравнения: по данным Госсортоиспытания Узбекистана на 10 октября при третьем сборе на Чимбайском сортоучастке Каракалпакии сорт Чимбай 3010 показал урожайность 1,34 т/га, С-4727 – 1,32 т/га.

В условиях Астраханской области линии дают волокно, которое по стандарту Республики Узбекистан относится к качественному волокну 4 и 5 типа. Линия 105 имеет волокно более высокого 3-го типа. Волокно всех изучаемых линий имеет высокую и очень высокую степени равномерности по длине – 82,8 - 88,0%. Условия повышенного увлажнения посевов хлопчатника (полив более 5000 м³/га за сезон) снижают этот показатель волокна. Однако он не опускается достаточно низко и варьирует в пределах средних, высоких и очень высоких градаций.

Один из важных показателей, который характеризует прочность волокна, – удельная разрывная нагрузка. У описываемых линий при соблюдении строго ограниченного режима орошения она соответствует требованиям стандартов для 1-2 сортов (исключая линию 114 с бежевым волокном). Этот показатель не опускается ниже значения 25,7 (линия 105), что характеризует прочность волокна не ниже среднего уровня. Линии 130 и 45 выделялись высокопрочным и очень высокопрочным волокном – 30,8-33,1, соответственно.

Одним из негативных влияний, которое оказывает повышенное увлажнение посевов хлопчатника, является снижение крепости получаемого волокна. Несмотря на это, даже при избыточном орошении в регионе можно уверенно получать хлопковое волокно с приемлемой средней крепостью в пределах 23,5-28,4 гс/текс.

При соблюдении норм агротехники созданные линии хлопчатника имеют нормальные значения микронейра 3,9-4,8. Это говорит о хорошей степени зрелости и извитости хлопковых волокон, которая востребована в текстильной промышленности. Линия 114 с окрашенным волокном имеет огрубленное, с большой толщиной и малой извитостью волокно. По качеству на международном рынке такое волокно может быть реализовано с 8-10% скидкой в цене. Но волокно данной линии имеет натуральную светло-бежевую окраску, которая пользуется спросом для производства экологических натурально окрашенных тканей направления "organic cotton".

Нарушение условий орошения посевов приводит к снижению микронейра волокна до 2,5-3,9. Однако этот показатель у линий 45, 87, 130

не выходит за рамки стандартов. Даже в неблагоприятных условиях избытка влаги приведенные значения микронейра линий свидетельствуют о хорошей степени зрелости и извитости волокон, которая наиболее приемлема в текстильной промышленности.

Показатель Elg дает сведения об ожидаемой прядильной способности хлопкового волокна. Деформационная устойчивость волокон линий при нормативном увлажнении находилась в пределах нормы и колебалась от 5,8 до 6,7. При избыточном поливе этот показатель увеличился до 5,9-7,3.

Помимо использования дефолиантов и пестицидов, к числу проблем, которые возникают в связи с развитием промышленного хлопководства в России, относится фитопатологическая нагрузка на почвы, занимаемые под севообороты с хлопчатником. В связи с этим, исследования болезней и вредителей хлопчатника (Григорьев, 2001), микологического состава почв, используемых под культуру в России, поиск источников и доноров устойчивости представляются достаточно актуальными.

Подавляющее большинство образцов, высеянных в пунктах изучения хлопчатника, развивалось нормально и не проявляло признаков заболеваний, в частности, вертициллеза на листьях и срезах стеблей. Однако на специально подобранных восприимчивых сортах во второй половине вегетации были обнаружены типичные признаки вертициллезного увядания – некротические пятна на листьях. Поражение грибом в сильной степени зафиксировано у сортов – дифференциаторов “нулевой” расы. Средняя степень поражения обнаружена у сортов С-4727 и Ташкент 1 (раса 2).

В почвах, где в предыдущем году возделывался хлопчатник, был исследован видовой состав почвенных микромицетов. Исследования выявили, что доминирующее положение в почвах занимали грибы родов *Penicillium* и *Aspergillus*, составившие 65,4% от числа выделенных видов. Видовой состав их весьма разнообразен. Менее распространены в почве виды родов *Phoma*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*. Также низкой частотой встречаемости характеризовались грибы рода *Fusarium*, представленные двумя видами.

В тридцатых годах прошлого века Н.И. Вавилов неоднократно писал о развитии хлопководства в России. По его мнению, страна имела "... за последние годы в хлопковом деле ряд крупных достижений. Была выяснена полная возможность культуры хлопка в новых районах. ...Мы имеем значительное увеличение посевной площади..., новую сеть крупных научно-исследовательских учреждений на Северном Кавказе..." (Вавилов Н.И., 1936). Современные исследования подтверждают верность этих слов. Полученные результаты показывают, что на территории южной России ныне можно уверенно получать волокно средневолокнистого хлопчатника с приемлемыми и высокими характеристиками качества. Даже в неблагоприятные годы или при нарушениях агротехники качественные характеристики волокна не опускаются за пределы стандартов. Низкие

урожаи культуры – результат нарушения агротехники: сроков, схемы посева, норм орошения.

В неблагоприятных условиях орошения снижаются показатели крепости и линейной плотности волокна. Однако эти параметры не опускаются значимо низко и получаемое в России волокно является достаточно зрелым и крепким. При этом длина, равномерность волокна по длине и растяжимость волокон несколько увеличиваются. Это можно объяснить тем, что к моменту дефолиации в волокне еще не закончился процесс отложения целлюлозы. Падение крепости волокна и увеличение его метрического номера отмечали при ранней дефолиации хлопчатника и в Узбекистане.

Рапс (*Brassica napus ssp. oleifera* Metzg.). В странах Западной Европы масло рапса интенсивно используется для получения биодизеля, как самое дешевое, поскольку рапс имеет высокий коэффициент размножения. Предполагается, что использование биодизеля вместо дизельного топлива (а в дальнейшем и бензина) из нефти улучшит экологическую обстановку окружающей среды, так как при его сгорании не образуется канцерогенных серосодержащих соединений. Сотрудники отдела проверяют гипотезу о том, что масла с высоким содержанием эруковой кислоты по сравнению с безэруковыми и низкоэруковыми обладают большей теплотворной способностью. Установлено, что содержание эруковой кислоты у рапса контролируется двумя генами с пятью аллелями. Создаются линии с разным уровнем содержания эруковой кислоты в масле (безэруковые, среднеэруковые – 10-30%, высокоэруковые – 45-50%). С использованием эколого-географических посевов оценена урожайность, масличность, изменчивость жирнокислотного состава, поражаемость болезнями и вредителями в Краснодарском крае, Тамбовской и Ленинградской областях.

В последнее время селекционеры стали проявлять интерес к использованию гетерозиса при создании новых сортов рапса. Нами проводятся исследования по созданию системы ЦМС- Rf у ярового рапса. Имеющиеся в коллекции линии с цитоплазматической мужской стерильностью и линии – восстановители фертильности пыльцы чрезвычайно позднеспелы. В связи с этим осуществляется создание их аналогов путем бекроссирования сортов отечественной селекции. Получены линии 8-го поколения беккрасса, сочетающие ЦМС и признаки сортов Оредеж-2, Оредеж-3, Липецкий, Ратник.

Выявленные в последние годы в масле многих малораспространенных масличных культур минорные компоненты предполагают использование этих масел в лекарственных и косметических целях. Масло крамбе (*Crambe abyssinica* Hochst.) и индау (*Eruca sativa* Gars.) представляет интерес как источник биодизеля, так как для него характерно высокое содержание эруковой кислоты (45-60%). Все это обусловило более широкое изучение таких культур в системе ВИР.

По результатам эколого-географических испытаний редких и малораспространенных масличных культур установлено, что индау перспективно для возделывания в средней полосе России, так как на юге для него мало осадков, а в Ленинградской области недостаточен период вегетации. Рыжик, крамбе и мадия способны давать урожай семян по всей территории страны, так как их вегетационный период составляет 60-80 дней и не выявлена зависимость от длины дня. Для всех культур отмечено, что содержание масла в семенах изменяется в зависимости от условий выращивания. Оно повышается при большем количестве осадков (Майкопская станция и Пушкинский филиал ВИР), и снижается в засушливых условиях (Кубанская, Екатерининская станции ВИР и Прикаспийский опорный пункт ВИР в Астраханской области, табл. 6). У нуга продолжительный период вегетации, его можно возделывать на юге и в центральной полосе, на северо-западе эта культура не вызревает. Подтверждено, что выращивание периллы перспективно только на Дальнем Востоке. В других зонах она не переходит к цветению. Биохимические исследования, проведенные в отделе биохимии ВИР, показали, что масла крамбе и индау можно использовать только на технические цели и, в перспективе, для изготовления биодизеля, так как они содержат много (45-60%) эруковой кислоты. Масла рыжика, периллы, нуга, мадии не имеют длинноцепочечных жирных кислот и антипитательных веществ и пригодны как для пищевого, так и для технического использования.

Таблица 6. Содержание масла в семенах редких масличных культур в разных пунктах испытания

Культура	№ по каталогу ВИР, название образца	Происхождение	Пункт	Год	Содержание масла, %	Урожай семян с делянки (1м ²), г
Рыжик	4159, Саратовский 1	Россия, Саратовская обл.	ЕОС	2002	34,1	153
			МОС	2002	36,7	178
			МОС	2002	36,3	
			ПНИИАЗ	2002	24,8	
			Пушкин	2002	35,8	
Нуг	40	Испания	МОС	1988	14,9	
			КОС	2000	38,9	
Ляллеманция	50	Россия, Краснодарский край	ДОС	1998	30,7	70
			КОС	2000	28,1	40
Конгингия	1	Германия	КОС	2000	20,3	130
			ЕОС	2000	24,1	155
Куфея	580578	Германия	Пушкин	1999	37,9	83
Молочай	547432	Германия	КОС	1999	48,5	155

Ляллеманция (*Lallemantia iberica* Fischer et May) содержит в семенах 24-38% высыхающего масла, пригодного для использования в пищевой промышленности и для технических целей: приготовления хороших лаков, красок, олифы. Масло ляллеманции по техническим качествам не уступает льняному. Иодное число в зависимости от условий произрастания колеблется от 162 до 200 (выше на севере и ниже - на юге), кислотное число - 1,71. Культура довольно древняя. Издавна ляллеманцию возделывали в Иране, Армении и других странах Закавказья. В 30-е годы ее выращивали в Краснодарском крае и других районах России. Урожайность была 2,6-14 ц/га.

Перилла (*Perilla frutescens* (L.) Britl., синоним *P. oxymoides* L.) относится к семейству Яснотковые. Происходит из горных районов Индии и Китая, где произрастает на высоте свыше 1200 м. Культивируется в небольших количествах в США, России (на Дальнем Востоке), на Кипре и в Южной Африке.

Образцы периллы выращивали в Приморском крае (на Дальневосточной опытной станции ВИР). Вегетационный период - 100-150 дней. Процент масла колебался от 35,4 до 38,6. По масличности выделились образцы из Приморского края: кк-120, 234, 236 с содержанием масла 37,5 – 38,6%. Урожай семян варьировал от 0,8 до 1,2 т/га. Масло периллы высыхающее, иодное число 181-206. Семенная мука богата белками (около 28%) и грубыми волокнами, благодаря чему используется для коррекции деятельности пищеварительной системы.

Наблюдается зависимость между содержанием масла и окраской семян. Образцы и сорта корейской группы с розоватыми семенами имеют наибольшую масличность. У сортов и образцов японской группы с семенами зеленовато-землистого цвета отмечен также более высокий процент масла. Образцы японской группы с белыми семенами содержат несколько меньше масла по сравнению с двумя предыдущими группами. Образцы и сорта корейско-китайской группы с коричневыми семенами имеют наименьший процент масла.

Жирнокислотный состав масла периллы характеризуется наличием пяти основных жирных кислот. В среднем в масле периллы содержится (% от суммы жирных кислот): пальмитиновой - 5,9, стеариновой - 1,8, олеиновой - 15,3, линолевой - 12,4, линоленовой - 67,2. Повышенное содержание полиненасыщенных жирных кислот (до 80%) указывает на высокую биологическую активность масла периллы. По своим свойствам эти кислоты близки к витаминам (витамин F), которые не синтезируются в организме человека и животных. По сумме этих кислот масло периллы даже превышает многие сорта льна.

Перилла является перспективной сельскохозяйственной культурой для южных регионов России и Дальнего Востока. Она может широко использоваться как овощное, как техническое для получения масла, и как

лекарственное и ароматическое растение. В результате нашего изучения выделены образцы периллы для использования в селекции.

Мадия (*Madia sativa* Molina) относится к семейству Астровые. Родина этого растения - Чили, оттуда оно распространилось в восточные районы Латинской Америки. С начала 19-го века известно в Италии, Франции и Германии как масличная и декоративная культура. Растение травянистое, однолетнее, высотой 70-80 см. Продолжительность вегетационного периода 75-100 дней. Мадия устойчива к низким температурам и засухе. Урожайность семян от 1,4 до 2,0 т/га. Масличность семян составляет 35-41%. Масло состоит на 57% из полиненасыщенных жирных кислот, полувысыхающее, пищевое; обладает специфическим вкусом и запахом. По данным Э.Ф. Амбоносимовой (1938), масло мадии по своему химическому составу близко к подсолнечному, но органолептическая оценка его выше, поэтому его можно рассматривать как пищевое очень высокого качества. В то же время оно может быть использовано и как техническое.

Нуг (*Gvizotia abyssinica*) - масличное растение из семейства Астровые. Родина нуга – Африка, горные районы Абиссинии, где это растение до сих пор является частью естественной флоры. Культивируется также в Индии. Масличность семян при выращивании в Краснодарском крае составляет 37-40%, иодное число масла – 126, кислотность - 4,6. Цвет нугового масла варьирует от светло-желтого до желтого. Оно не имеет запаха и по своему вкусу напоминает ореховое. В состав масла входят следующие жирные кислоты: миристиновая, пальмитиновая, олеиновая и линолевая. В нем не содержится вредных или антипитательных веществ.

Молочай (*Euphorbia lathyris* L.) относится к семейству Молочайные. Семена молочая содержат до 50% масла. По составу жирных кислот масло близко к оливковому (на 90% состоит из триглицеридов олеиновой кислоты), но содержит ядовитые высокотоксичные вещества. Это обстоятельство позволяет расценивать молочайное масло как сырье для получения технического олеина для использования его в шерстяной промышленности или в качестве биотоплива.

Конопля (*Cannabis sativa* L.). Это древнейшая исконно русская прядильная и масличная культура, которая в настоящее время необоснованно рассматривается как возможный источник наркотических веществ. Исследования содержания каннабиноидов у конопли посевной остаются основными в селекционных программах России. На снижение содержания ТГК с 0,35% до 0,03% у сорта ЮСО-14 в СССР было потрачено 13 лет. К середине 1990-х годов у сортов ЮСО-42 и ЮСО-45 содержание ТГК было сведено к нулю, а по другим каннабиноидам достигнуты минимумы (Вировец и др., 1994).

Растение конопли содержит множество каннабиноидов, однако наиболее важными в плане психотропных свойств растений являются ТГК (*THC*) и КВД (*CBD*). Сорта и линии, созданные для использования в

наркотических целях, как правило, содержат сравнительно больше ТГК, чем антагонистичного по действию КБД (Grotenhermen, Karus, 1998). Промышленные сорта конопли либо вовсе не содержат ТГК, либо имеют большое содержание КБД.

Медицинские препараты, содержащие существенные количества ТГК, обладают психотропным эффектом, который выражается в повышенной возбудимости, эйфории у человека.

В противовес ТГК, КБД обладает выраженными седативным и психолитическими свойствами. Эффект 30 мг КБД аналогичен действию 1 мг диазепама. После применения препаратов, содержащих этот каннабиноид, у больных эпилепсией наблюдается снижение конвульсий. Препарат используется также при шизофрении. Выраженный седативный, антагонистичный психотропному действию ТГК эффект КБД, наблюдается в случаях его применения как у людей, так и у животных.

Таким образом, КБД является антагонистом психотропности ТГК. Психотипы или хемотипы конопли можно разделять по доминирующему содержанию в растении одного из каннабиноидов или их соотношению – КБД/ТГК. Промышленные сорта конопли имеют указанное отношение от 2 до 17.

По мнению ряда исследователей (Grotenhermen & Karus, 1998), селекция на повышение отношения КБД/ТГК является наиболее эффективной для снижения психотропности конопли в сравнении с отбором на общее понижение содержания (или полное удаление) всех каннабиноидов. Однако затраты на сокращение концентрации ТГК ниже 1,0-0,3% при выведении промышленных сортов колоссальны.

Возможность изучать генетику признака психотропности конопли появилась после биохимического изучения рядом исследователей (Mechoulam, 1970; Taura et al., 1995) цепи биосинтеза каннабиноидов в растении. Все каннабиноиды синтезируются и аккумулируются в растении в виде каннабиноидных кислот. После высушивания растительной массы происходит декарбоксилирование кислот в нейтральные формы КБД и ТГК.

Биохимическими исследованиями было установлено, что КБД образуется из каннабигерола (*CBG*) с участием КБД-синтетатазы. Однако *THC*-синтетаза осуществляет превращение каннабигерола в ТГК. Таким образом, можно предположить, что от взаимодействия структурных и регуляторных генов, контролирующих работу этих ферментов, зависит характер выраженности психотропного эффекта конопли.

В свете вышесказанного представляется целесообразным вести предварительную селекционную работу по поиску образцов - источников и доноров повышения соотношения КБД/ТГК. В качестве материала для исследования каннабиноидов использованы базовая коллекция конопли ВИР и выделенная из нее признаковая коллекция (Григорьев и др., 2001б). Создание коллекции конопли ВИР было начато экспедициями Н.И. Вавилова в 1922 г. В то время селекция на снижение психотропности в

России была не актуальна. Однако собранное генетическое разнообразие позволяет решать важные селекционные задачи современности.

В таблицах 7а и 7б приведены данные по исследованию каннабиноидов у образцов конопли коллекции ВИР. Отсутствием или низким содержанием ТКГ характеризуются образцы: к-37, 151, 413, 573, признаковой коллекции: 37р1, 1511, 1518 и др.

Таблица 7а. Содержание основных каннабиноидов у ряда выделившихся форм коллекции конопли, 1999-2002 гг., Ленинградская обл.

№ по кат. ВИР	Название образца, происхождение	Пределы варьирования содержания основных каннабиноидов, %		
		КБД	ТГК	КБН
37	Н.-Северский	0,55–0,87	0	0–0,57
75	СОУ	0,60–0,77	0,2–0,08	0–0,01
151	Марийская	1,12–1,00	0–0,02	0
156	Татарская	1,77–1,44	0,12–0,11	0
413	Зап. Казахстан	1,49–1,54	0,02	0
527	Иркутская местная	2,43–2,55	0,49–0,50	0–0,01
528	Тюменская местная	1,94–2,16	0,06	0
536	Саратовская местная	0,27–0,79	0,02–0,08	0
573	Красноярская	1,27	0,03	0
513	Иркутская дикорастущая	1,01	0,1	0

Таблица 7б. Содержание основных каннабиноидов у ряда выделившихся образцов и признаковой коллекции конопли, 1999-2002 гг., Ленинградская обл.

	Признак с модальной частотой*	КБД	ТГК	КБН
37р1	Низкорослость	0,57–0,93	0,03	0
752	Длинное соцветие	0,11–0,45	0,13–0,08	0
753	Сжатое соцветие	0,68–0,96	0,04	0
1511	Длинное соцветие	1,28–1,47	0	0
1518	Сжатое соцветие, антоциан	1,22–1,48	0	0
1561	Длинное соцветие	3,03–2,9	0	0
1564	Сжатое соцветие	1,88–1,98	0	0
4136	Длинное соцветие	0,98–1,5	0,06–0,13	0
5278	Сжатое соцветие, антоциан	1,57–2,26	0,16–0,18	0
5279	Низкорослость	1,21–1,52	0,48–0,41	0–0,01
5281	Низкорослость	3,31–3,79	0,13–0,15	0–0,01
5282	Сжатое соцветие	3,91–1,78	0–0,01	0–0,01
σ^2_E		0,87	0,08	0

* - образцы, значительная часть особей которых характеризуется указанным признаком

Стевия (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsley) интродуцирована в конце 80-х годов прошлого столетия из Латинской Америки. Листья стевии содержат стевиозид, который служит заменителем сахара и способствует профилактике и лечению диабета. В результате эколого-географических испытаний установлено, что большее количество сладких гликозидов (до 13,4% от сухой массы листьев) стевия накапливает в южных районах возделывания (табл. 8). Это связано с числом желёзок в клетках мезофилла листа, в которых накапливаются сладкие терпеновые гликозиды. Чем южнее выращивается стевия, тем больше толщина ее листовой пластинки и число слоев мезофилла. В более южных пунктах испытания образуется большая масса листьев (Дзюба, 1998). Для этой культуры разработана методика микроклонального черенкования с целью получения рассады в промышленных масштабах. Созданы и районированы сорта Дульсинея и Детскосельская. Стевия возделывается в Воронежской области и на юге России.

Таблица 8. Накопление сухой массы и сладких гликозидов растениями стевии в зависимости от зоны выращивания, 1993-1994 гг.

Место выращивания	Сухая масса листьев, % от сырой массы	Содержание гликозидов, % от сухой массы листьев		
		всего	стев иозид	ребаудиозид А
Пушкин, Россия	20,2	8,02	4,66	2,86
Волгоград, Россия	23,2	8,92	5,21	3,31
Крымск, Россия	29,3	12,03	6,93	4,59
Ташкент, Узбекистан	33,1	13,51	7,80	5,31

Подводя итоги, можно сказать, что потенциал наследственной изменчивости масличных и прядильных культур выявляется с помощью эколого-географических посевов, инцухта, межвидовой и внутривидовой гибридизации и активно используется в генетике и селекции. За последние 20 лет сотрудниками отдела созданы 40 доноров ценных признаков экономически важных культур и выделено большое количество источников, которые регулярно передаются в селекционные центры в качестве исходного материала. Районированы сорта: масличного льна (1), раннеспелого хлопчатника (1), декоративного подсолнечника (3), крамбе (2), белой горчицы (1), сафлор (1), стевии (2). Интродуцируются и рекомендуются к использованию новые культуры. Созданы генетические коллекции подсолнечника, льна, хлопчатника и рапса. Подготовлен

материал подсолнечника, льна и рапса для молекулярно-генетического анализа, идентификации генов, построения генетических карт хромосом и генетической инженерии.

ЛИТЕРАТУРА

Абоносимова З.Ф. Химический состав семян и масла мадии//Сборник работ сектора химии ВНИИМК «Химия масличных растений». – Ростов-на-Дону, 1938. Вып. 2 (12). С. 122-127.

Брач Н.Б. Новые скороспелые линии//Лен и конопля. – 1987. №6. С. 35-37.

Брач Н.Б., Пороховинова Е.А. Наследование морфологических и хозяйственно ценных признаков льна (*Linum usitatissimum* L.) // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. С. 863-872.

Брач Н.Б., Пороховинова Е.А., Кутузова С.Н. Лен// Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. С. 303-329.

Кутузова С.Н. Генетические основы длительной устойчивости сортов льна к ржавчине. // Генетика, Т. 30, № 10, 1994. С. 1363-1373.

Кутузова С.Н. Доноры устойчивости льна-долгунца к ржавчине. //Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. С. 389-405

Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции. М.-Л. Сельхозгиз, 1935. 60 с.

Вавилов Н.И. Задачи совещания // Селекция, генетика и физиология хлопчатника. Материалы совещания при ВАСХНИЛ от 2-6 января 1935 г. – М.: Издательство ВАСХНИЛ, 1936. С.108.

Вировец В.Г., Ситник М.С., Щербань С.В., Кириченко В.В. Сорт как результат селекции определенного этапа коноплеводства // Селекція і первинна обробка конопель та льону. 1994. С. 27– 32.

Гаврилова В. А., Анисимова И. Н. Генетика культурных растений. Подсолнечник. СПб: Изд-во ВИР, 2003. 186 с.

Гаврилова В.А., Рожкова В.Т. Доноры восстановления фертильности пыльцы подсолнечника // Идентифицированный генофонд растений и селекция.-СПб.: ВИР, 2005. С. 378-389.

Григорьев С.В. Наследование признаков амфиплоидов хлопчатника в заисимости от кратности беккрасса. Автореф. дис. канд. с.-х. н. Ташкент, 1994.

Григорьев С.В. Поражение хлопчатника *G. hirsutum* L. вертициллезом и кукурузным мотыльком на юге России// Первая всеросс. конф. по иммун. раст. к бол. и вредит. Научн. матер. – СПб., 2001. – С. 179-180.

Григорьев С.В., Ажмухамедова М.А., Печеров А.А. и др. Формирование признаковой коллекции хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. на юге России// Генетические ресурсы культурных растений. Тез. докл. междунар. научн.-практ. конф. / СПб.: ВИР, 2001. С. 110-112.

Григорьев С.В., Низова Г.К., Сухорада Т.И., Син А.Н.,Гордиенко С.Л., Смирнова С.А. Формирование признаковой коллекции конопли посевной (*Cannabis sativa* L.). // Генетические ресурсы культурных растений. Тез. докл. междунар. научн.-практ. конф. / СПб.: ВИР, 2001б. С. 112-113.

Дзюба О.О. *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsley - новый для России источник натурального сахарозаменителя // Растительные ресурсы. 1998. Т. 34. Вып. 2. С. 86-95

Кошкин В.А., Матвиенко И.И., Брач Н.Б., Пороховинова Е.А. Фотопериодическая чувствительность образцов льна разного географического происхождения //

Физиологические и молекулярно-генетические аспекты сохранения биоразнообразия: Годичное собрание общества физиологов растений России. Тез. докладов междунар. конф. 19-23 сентября 2005. Вологда. 2005. С. 90.

Кутузова С.Н. Мировой генофонд льна и перспективы его использования в селекции //Сб. науч. тр. /Технические культуры: селекция, технология, переработка. М.: Агропромиздат, 1991. – С.186-191.

Кутузова С.Н., Брач Н.Б. Исходный материал для селекции на качество волокна в коллекции льна ВИР //Сб. науч. тр. Томск, 1997. С. 24-27.

Кутузова С.Н., Брач Н.Б., Пороховинова Е.А., Шаров И.Я., Павлов А.В. Сравнительная характеристика сортов льна-долгунца, районированных с 1932 по 2000 гг. Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца: Материалы Международной научно-практической конференции (г. Торжок, 2-3 ноября 2004 г.). Торжок, 2005. С. 40-48.

Новиков Э.В., Смирнов Б.И. О первичной обработке льняной тресты //Науч. тр. ВНИИЛ /Селекция, семеноводство, агротехника, экономика и первичная обработка льна-долгунца. Торжок, 2002. Т.2. С. 119-124.

Павлов А.В., Кутузова С.Н., Брач Н.Б., Пороховинова Е.А., Шаров И.Я. Анализ коллекции льна-долгунца ВИР для решения проблемы селекции на повышение качества волокна //Доклады РАСХН, 2007 № 3. С. 16-19.

Павлова Л.Н., Александрова Т.А., Марченков А.Н., Герасимова Е.Г. Селекционные аспекты улучшения качества льноволокна //Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца: Материалы Международной научно-практической конференции (г. Торжок, 2-3 ноября 2004 г.). Торжок, 2005. С. 34-39.

Платонова О.П., Маслова Н.А. Применение «HVI» в текстильной промышленности. Пособие. 2001. Москва. 244 с.

Понажеев В.П. Состояние и перспективы рашения проблемы научного обеспечения производства конкурентноспособной продукции льна-долгунца //Пути повышения конкурентоспособности продукции из льна: Материалы Международной научно-практической конференции (г. Вологда, 3 марта 2004 г.). Вологда, 2004. – С.30-35.

Понажеев В.П. Современные проблемы повышения конкурентоспособности продукции льна-долгунца и роль селекции в их решении //Селекция льна-долгунца – важнейший фактор повышения конкурентоспособности продукции льноводства: Сб. материалов науч.-практич. конф. посвященной 95-летию селекции льна-долгунца на Северо-Западе России (г. Псков, 13-15 июля 2005 г.). Псков, 2005. – С.8-13.

Эгамбердиев А.Э., Алиев А., Григорьев С.В., Матекубов Х. Генетика-селекция таджикотлариди гузанинг еввойи турларидан фойдаланиш//Гуза генетикаси, селекцияси, масалари туплами. – Тошкент, 1993. Б. 98.

Grotenhermen F., Karus M. Industrial hemp is not marijuana: Comment on the drug potential of fiber Cannabis //Journal of the International hemp Ass., Vol.5, No.2. 1998.- P.96-99.

Mecholaum R. The pharmacohistory of Cannabis sativa L.//Cannabinoids as therapeutic agents/ CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 1986. P. 1-19.

Taura F., Marimoto S.& Shoyama Y. First direct evidence for the mechanism of delta-1-tetrahydrocannabinolic acid biosynthesis. J.Am. Chem.Soc. 38: 9766-9767, 1995.

ГЕНОФОНД ПРОСА, ГРЕЧИХИ, СОРГО И КУКУРУЗЫ В РАЗВИТИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ И СЕЛЕКЦИИ НА КРУПЯНЫЕ КАЧЕСТВА

О.И. Романова, А.Ф. Курцева, Г.В. Матвеева, Б.Н.Малиновский

Коллекция кукурузы и крупяных культур ВИР (гречиха, просо, сорго) насчитывает свыше 34,5 тыс. образцов, в ее основе – уникальный материал довоенных сборов.

Всестороннее изучение образцов коллекции позволило ученым ВИР разработать системы родов *Zea* L. и *Sorghum* L., вида *Fagopyrum esculentum* Moench, а также эколого-географические классификации проса и гречихи. Создание принципиально новых научных основ селекции раннеспелых гибридов кукурузы, метода и схемы селекции гетерозисных гибридов сорго на основе ЦМС открыли новые перспективы увеличения производства зерна.

Выделение источников и доноров хозяйственно-ценных признаков для обеспечения селекционных программ исходным материалом – исторически одна из главных задач ВИР. О ее результативности свидетельствуют более 300 сортов, созданных с участием коллекции. Особое место в работе с кукурузой и сорго в отделе и на станциях отводилось пребридингу и селекции: созданы принципиально новые самоопыленные линии лопающейся кукурузы, сорта и гибриды сорго, скороспелые автодиплоидные линии-метчики кукурузы и многое другое.

Оценка образцов коллекции на крупяные свойства позволила не только выделить ценные источники качества зерна проса и гречихи, но и показать возможность расширения списка круп благодаря сорго и кукурузе.

GENETIC DIVERSITY OF MILLET, BUCKWHEAT, SORGHUM AND MAIZE, BIOLOGICAL SCIENCE DEVELOPMENT AND BREEDING FOR GROAT PROPERTIES

O. I. Romanova, A. F. Kurtseva, G. V. Matveeva, B. N. Malinovsky

The collection of maize and groat crops in VIR (buckwheat, millet, sorghum) has more than 34.5 th. accessions and its basis are the unique accessions obtained before WW2.

Comprehensive research accessions of collection give an opportunity to scientists of VIR work out systems genus *Zea* L. and *Sorghum* L., species *Fagopyrum esculentum* Moench. and ecogeographical classification of millet and buckwheat. Elaboration of new scientific basis of breeding of early maturing maize hybrids, the method and outline of breeding of heterosis hybrids, using CMS, opened new perspectives for increasing of sorgho grain production.

Segregation of sources and donors of economical valuable characters for breeding programs historically is the most principal VIR's task and work. More than 300 varieties have been developed on the base of the collection are testified its effectiveness. A special position was appropriated for prebreeding and breeding in work with maize and sorgho in the department and on the stations. The principle new lines of bursting maize, varieties and hybrids of sorgho, early maturing autodiploid tagget-lines of maize and many others have been developed.

Evaluation accessions of collection on groat properties gave an opportunity not only single out valuable sources of grain quality buckwheat and millet, but also showed potentialities of extending the list of groats owing to sorghum and maize.

Крупы входят в перечень продуктов питания первой необходимости, доступных практически всем слоям населения. По оценкам ИКАР, в 2005 г. потребление круп в России составило около 1,6 млн тонн. Основная доля потребления круп приходится на рис (41%), второе место по популярности среди потребителей занимает гречка (16%), на третьей позиции - геркулес и пшено (по 7%). По мнению экспертов, Россия обладает достаточной сырьевой базой для производства всех видов круп. Валовые сборы крупяных культур достаточны для выработки крупы, необходимой для полного обеспечения потребностей населения. Исключение составляет рис, зависимость которого от импортных поставок крайне велика (Деловая пресса, 2006).

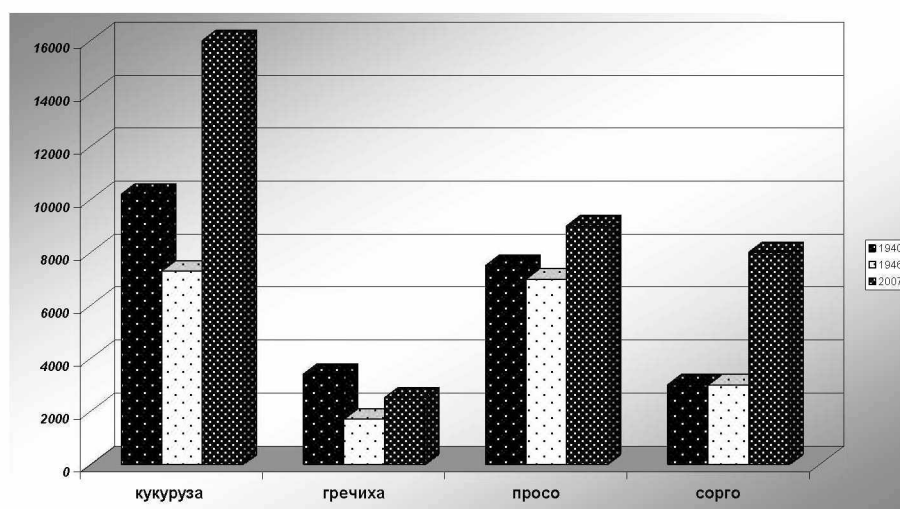


Рис. 1. Динамика формирования коллекции кукурузы и крупяных культур ВИР

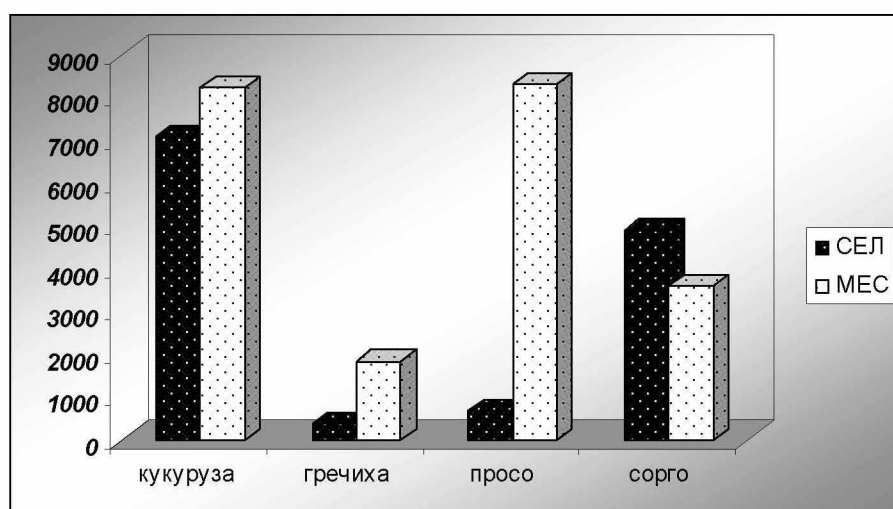


Рис. 2. Соотношение местных и селекционных форм в коллекции кукурузы и крупяных культур ВИР

Несмотря на то, что сельское хозяйство России обеспечивает сырьем отечественные крупорушки, товарность 1 га пашни остается недостаточно

высокой. Селекционерам еще предстоит работа по созданию более высокопродуктивных сортов интенсивного типа, пригодных для возделывания в различных зонах страны. Гречиха, просо и рис традиционно относятся к крупяным культурам, широко известным и любимым россиянами. В 80-х гг. XX века в России коллективом ученых разных специальностей была доказана возможность и экономическая эффективность переработки на крупу зерна сорго. Эти четыре культуры, а также кукуруза – одна из самых распространенных и ценных зернофуражных культур в мировом земледелии, представляют коллекцию отдела ГР крупяных культур ВИР.

История возделывания проса, гречихи, сорго и кукурузы насчитывает около 5000 лет, но эти культуры для России – завозные. Так, например, центром происхождения и первичного формообразования проса обыкновенного Н.И. Вавилов (Вавилов, 1926) считал горные районы Восточной Азии, Китай и сопредельные с ним страны. Отсюда оно было распространено кочевыми народами в различные страны Азии и Европы, затем завезено в Америку. Кукуруза – аборигенное растение Америки, а родина сорго – Юго-Восточная Африка.

Основу коллекции кукурузы ВИР заложил Н. И. Вавилов, привезший из Америки более 100 образцов, однако самые ранние поступления относятся к 1912 году. Первые образцы проса зарегистрированы в 1909 г., сорго – в 1919 г. и гречихи – в 1924 г. В дальнейшем формирование коллекций Н. И. Вавилов поручает опытным и талантливым исследователям, таким, как Е.А. Столетова (гречиха), Е.С. Якушевский (сорго) и В.Н. Лысов (просо). В контакте с Бюро по прикладной ботанике (с 1930 г. – ВИР) многие опытные сельскохозяйственные станции в России, Украине, Казахстане, Закавказье проводили работы по сбору и оценке исходного материала. К 1940 г. коллекция кукурузы и крупяных культур ВИР стала весьма многочисленной, насчитывавшей около 24 тыс. образцов (рис. 1). В годы Великой Отечественной войны часть образцов потеряла всхожесть, но утерян был в основном дублетный материал. За 60 лет коллекция значительно пополнилась (более 34500 обр.), а в ее основе – по-прежнему уникальные образцы довоенных сборов. Большое число сортообразцов, возделываемых на территории бывш. СССР, привлечено до массовой коллективизации, когда сорта-популяции крестьянских хозяйств еще не были заменены на селекционные. Местные сорта и в настоящее время составляют основную часть коллекции (рис. 2) и представляют большой интерес с точки зрения генетического разнообразия, поиска источников и доноров ценных признаков для решения задач практической селекции. Апросо сохранило свое значение в качестве продовольственной культуры, прежде всего, в России. Именно поэтому еще со времен Н. И. Вавилова коллекция проса во Всероссийском НИИ растениеводства (ВИР) была и остается крупнейшей и уникальнейшей мировой коллекцией, включающей более 9000 образцов, собранных во всех прососеющих районах бывшего СССР и других странах мира. Генофонд кукурузы ВИР на

75% представлен сборами до 1941 года, отсутствующими в зарубежных генбанках. Коллекция гречихи на 90% состоит из местных отечественных образцов, сорго – на 40%. Можно с уверенностью сказать, и это доказывает сама история работы с коллекцией, что почти за сто лет собран и сохранен уникальный и бесценный генофонд кукурузы и крупяных культур.

ВИР, являющийся по современным понятиям Генным банком, по своей сути всегда был двунаправленным. С одной стороны, основными задачами коллектива были целенаправленный сбор и сохранение генетических ресурсов, но с другой – всестороннее их изучение и передача выделенных источников и доноров ценных признаков селекционерам. Таким образом, рассматривая коллекции ВИР в историческом аспекте, нельзя не обратиться к некоторым основным результатам научного и практического использования образцов кукурузы и крупяных культур.

Просо – древнейшая крупяная культура и древнейшее культурное растение. На территории Азии, Европы и Северной Африки оно было известно за 3 тыс. лет до н. э. На Руси оно возделывается по крайней мере с IX в. н. э.

Основу коллекции проса ВИР составляют образцы России (более 4500 обр.) и стран СНГ (свыше 3700 обр.); 1/12 ее часть – образцы из Китая, Индии, Пакистана, Европы, Америки, Африки и Австралии.

Всестороннее планомерное изучение коллекции проса началось с 1933 г., что позволило в пределах вида установить большое разнообразие морфо-биологических и хозяйственных признаков, часто закономерно связанных с определенными условиями развития. В результате, руководствуясь положением Н.И. Вавилова (Вавилов, 1935) о виде, наряду с ботанической системой, в ВИР В.Н. Лысовым (Лысов, 1952) была разработана эколого-географическая классификация. Помимо морфологических признаков, эта классификация отражает приспособляемость растений к экологическим условиям среды, различным факторам роста и развития. В соответствии с ней все многообразие форм проса было подразделено на эколого-географические группы, которые получили свое название по месту основного распространения. Так, образцы монголо-бурятской группы отличались ультра скороспелостью, степных экологических групп – засухоустойчивостью и хорошим качеством зерна, притяньшанской – отзывчивостью на орошение.

В дальнейшем использование статистических методов при изучении структуры изменчивости признаков у коллекционных образцов (Курцева и др., 1986), а также оценка генетического разнообразия проса на основе использования ДНК-маркеров (Введенская и др., 2002) подтвердили правильность эколого-географической классификации В.Н. Лысова. За время существования научных исследований и селекционной работы по просу эколого-географической классификации всегда отводилось особое место, так как она с большой последовательностью отражала внутривидовое разнообразие признаков и способствовала правильному освоению и многостороннему селекционному использованию. До середины 60-х гг. XX в.

в селекции проса преобладал индивидуальный отбор из местных сортов, к 1967 г. было выведено 28 районированных сортов, в том числе с использованием коллекции ВИР – 15 сортов.

В 70-е годы XX в., наряду с индивидуальным отбором, многие селекционные учреждения переходят на селекцию методом гибридизации и в качестве исходного материала используют образцы коллекции ВИР с учетом эколого-географической классификации (Антимонов и др., 2001; Ильин, 1984). Для продвижения на более высокий научный уровень требовались знания генетических особенностей проса. Первые данные по частной генетике этой культуры были освещены в 1975 году в книге «Культурная флора СССР», том 3, «Крупяные культуры» (раздел написан И.В. Яшовским), наряду с результатами многолетнего всестороннего изучения мировой коллекции проса в области морфологии, систематики, географии, биохимии и иммунитета. И.В. Яшовский и другие исследователи в своих работах использовали образцы ВИР, которые послужили началом создания генетической коллекции. В настоящее время она включает более 220 образцов более чем с 40 идентифицированными генами (Курцева, 2005).

Мировая коллекция проса сыграла исключительно большую роль в том, что касалось выявления устойчивых к головне образцов и теоретических исследований в области иммунитета. Считалось, что отсутствуют формы проса, устойчивые к головне (Вавилов, 1935). Изучение образцов коллекции ВИР на инфекционном фоне Веселоподолянкой опытной станции (Украина) с использованием местной популяции головки привело в 1938 г. к выделению первого источника устойчивости (линия 1843). В дальнейшем на ее основе были созданы все гибридные сорта, устойчивые к местным популяциям головки: Веселоподолянское 632, Саратовское 2, Орловский карлик, Горлинка, Барнаульское 80 и другие. Изучение генетического контроля признака позволило сделать вывод, что устойчивость к головне контролируется доминантным геном *Sp*, а созданные сорта с использованием гена *Sp1* (к-8763) генетически идентичны. Поэтому с появлением более вирулентных рас патогена, в частности, расы 2, актуальной стала проблема создания новых сортов, генетически неидентичных по устойчивости к головне. В России и Украине были значительно расширены исследования в системе «просо посевное – головня», что явилось существенным вкладом в расширение возможностей генетического метода защиты проса от головни. Комплексные генетические и фитопатологические исследования, проведенные в НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов) на базе коллекции проса ВИР, позволили идентифицировать серию *Sp* генов (*Sp1* – *Sp7*) и их аллельных вариантов (*Sp3a*, *Sp3c*, *Sp3r*, *Sp5a* – *Sp5d*, *Sp6a* и других). С использованием эффективного гена *Sp2* выведен устойчивый к головне сорт нового поколения Ильиновское (Золотухин и др., 2004). Мультилинейный сорт проса Квартет, состоящий из четырех биологически совместимых линий-аналогов (из к-241, 8751 и 9128) с эффективными доминантными генами *Sp1* – *Sp4*, создан во ВНИИЗБК. Сорта проса, высокоустойчивые к поражению отдельными расами головки, а

также с дигенной и трехгенной резистентностью к патогену создали в Украине, изучив образцы коллекции ВИР и используя в селекционных программах источники расоспецифической устойчивости проса к головне (Яшовский и др., 2001).

Высокое качество зерна проса – признак, которому на всех этапах селекционной работы уделялось большое внимание. В технологической лаборатории ВИР практически все образцы коллекции были оценены по пленчатости, выходу крупы и цвету пшена. Благодаря совместным усилиям ученых и селекционеров, из 39 сортов проса, внесенных в Государственный реестр РФ, 29 – ценные по качеству (Государственный реестр, 2007).

В настоящее время научно-обоснованное использование мирового генофонда проса и целенаправленная селекция позволили создать высокоурожайные сорта крупяного и кормового направления. Для каждого региона РФ разрабатываются модели агроэкоотипов – сортов с конкретными параметрами селективируемых признаков и свойств, имеющих доминирующие значения в данном регионе. Однако общим направлением в селекции проса остается создание сортов, устойчивых к основным расам головни и меланозу с хорошими технологическими и пищевыми достоинствами. Для всех зон не исчерпаны проблемы: продуктивности растений в сочетании с адаптивностью, скороспелости, устойчивости к полеганию, засухоустойчивости и солестойкости (в засушливых регионах).

Гречиха возделывалась в Китае в I в. н. э., в то время как в России – с конца XV в. В ВИР собраны и поддерживаются образцы России, стран СНГ (около 2 тыс. обр.) и Китая, Японии, Кореи, США, Канады (более 200 обр.).

Коллекция гречихи своей историей обязана двум группам ученых. С одной стороны, это кураторы-исследователи, с другой – селекционеры-исследователи.

Е.А. Столетова, несомненно, является создателем коллекции гречихи в ее самой уникальной части – сборах до 1941 г. Не все образцы этой перекрестноопыляемой культуры-микробиотика удалось сохранить до наших дней, но коллекция сократилась в основном за счет дублетов. Е.А. Столетова детально изучила биологию гречихи; занималась вопросами эволюции и систематики; обобщала сведения об агротехнике, селекции, болезнях и вредителях, распространении культуры и опубликовала их в трех переработанных и дополненных изданиях монографии по гречихе (1940, 1950, 1958 гг.). Классификация культурной гречихи несколько раз пересматривалась автором (Столетова, 1950; Столетова, 1958; Шмараев, 1982), но отдельные положения принимаются и используются специалистами, а в целом она была взята за основу А.С. Кротовым, предложившим новую систему вида *Fagopyrum esculentum* Moench и агро-экологическую классификацию (Кротов, 1985). Большой научный и практический интерес представляют образцы татарской гречихи, отобранные в коллекцию А. С. Кротовым из образцов гречихи обыкновенной, которой они сопутствовали как сорное растение на территории бывшего СССР. Вероятнее всего, этот материал сохранился

только в коллекции (Honda et al., 2006). Коллекция татарской гречихи ВИР дополнена староместными образцами из Китая, Непала, Индии и Монголии и насчитывает 100 образцов.

Внутривидовой полиморфизм гречихи по ряду хозяйственно-ценных признаков развит слабо и с целью увеличения их генетической вариабильности в 70-80-е годы XX века в ВИРе развивали методы полиплоидии. На тетраплоидный уровень были переведены многие ценные образцы обыкновенной гречихи и отдельные – татарской. С использованием одного из них (к-17, 4n) создан константный амфидиплоид татарской и многолетней гречихи – *Fagopyrum giganteum* Krotov. Образцы гречихи гигантской (к-119) и татарской (к-17, 4n) широко используют в своих исследованиях ученые России и, особенно, ВНИИЗБК (г. Орел).

Н. В. Фесенко и его научная школа сделали и продолжают делать очень многое для познания биологии и эволюции культурной гречихи, генетики, биохимии, развития методов селекции и биотехнологии, пополнения и изучения коллекции гречихи ВИР. В 2006 году в ВИРе опубликован 5 том Теоретических основ селекции растений «Генофонд и селекция крупных культур, Гречиха» – коллективный труд ученых ВНИИЗБК и ВИР.

Сорго - одна из древнейших культур в мировом земледелии. В Индии его выращивают с III тыс. до н. э., с XIX в. – на юге России. Коллекция сорго ВИР представлена местными и селекционными сортами стран Африки, Азии, Америки и Европы.

Н.И. Вавилов поручил молодому научному сотруднику ВИР Е.С. Якушевскому изучить образцы коллекции сорго и разработать ботаническую классификацию культуры. Система рода *Sorghum* L., основанная на 7 видах, была принята учеными СССР и значительно помогла им в подборе образцов для гибридизации.

Работа с культурой сорго в ВИРе с самого своего начала включала селекцию и разработку методов отбора. Так, Е.С. Якушевский был автором более 15 сортов сорго.

Метод и схема селекции гетерозисных гибридов на основе ЦМС, разработанные еще аспирантом Б.Н. Малиновским, используются и в настоящее время селекционерами по сорго. По сравнению с кукурузой, гетерозис у сорго выражен более ярко, так как охватывает большее число количественных и качественных признаков. Межлинейная гибридизация на основе цитоплазматической мужской стерильности открыла новые экономические перспективы производства зерна сорго. Автор метода получил первый отечественный гибрид сорго КОС-1.

Глубокие знания физиологических процессов, происходящих в растении сорго, позволило группе ученых-виновцев (Б.Н. Малиновский, В.С. Смирнова, З.С. Виноградов) разработать эффективный метод оценки сорго на холодостойкость. При апробации метода были созданы новые уникальные, не имеющие аналогов в мире, линии сорго, устойчивые к ранним весенним заморозкам, а также ранним осенним заморозкам (до -

3°C). На метод выведения холодостойких линий сорго получен патент № 2073422.

Б.Н. Малиновский, с использованием генофонда ВИР, создал серию сортов сорго крупяного направления, в том числе сорт Жемчуг, зерно которого имеет высокую питательную ценность и по содержанию белка, углеводов, жира, витаминов и минеральных солей не уступает пшенице, ячменю, кукурузе, просу и рису. Оценка кулинарных качеств показала, что обработанное по типу перловой крупы и сваренное зерно имеет полурассыпчатую консистенцию, высокий коэффициент разваримости и своеобразный приятный вкус. Лаборатория по оценке качества сельскохозяйственной продукции при Госкомиссии России, по результатам проведенной оценки, рекомендует оформить сорта СТМ-1, СТМ-7 в качестве эталона по крупяным качествам сорго.

Кукуруза возделывалась на американском континенте уже в I в. н. э. древними Майя, а в России она известна с XVII в. Коллекция кукурузы ВИР представлена видовым и сортовым разнообразием культуры 92 стран мира. Более 2/3 образцов коллекции происходят из Европы.

Детальное и длительное изучение мирового разнообразия кукурузы, собранного в ВИР, способствовало разработке на эволюционной основе новой классификации и выделению 9 подвидов рода *Zea* L. И.В. Кожуховым (цит. по Ярчук Т.А.), позже уточненное до 7 подвидов (Ярчук, 1953).

В 1946 г. под руководством И.В. Кожухова начали изучение образцов кукурузы коллекции ВИР для различных направлений селекции в Краснодарском крае Т.А. Ярчук и З.Л. Сосунова – в Закарпатье. Позже исследования проводили: Б.Ф. Юдин – на Урале; М. Д. Ковалевич – в Калининградской обл.; Д.С. Переверзев – Красноярском крае и многие другие. Оценка на холодостойкость осуществлялась с 1950 года А. И. Руденко, Н. Д. Феофановой – в 1956 г., Ф.Ф. Сидоровым и С.В. Зубковой – 1958–1959 г. Сотрудниками были выделены первые источники раннеспелости и холодостойкости, устойчивости к болезням и вредителям.

Развивающееся сельское хозяйство страны ставило перед селекционерами новые задачи. Под руководством академика РАСХН Г.С. Галеева (Кубанская опытная станция ВИР) учеными 19 научных учреждений СССР было организовано творческое объединение селекционеров и семеноводов (ТОС) «Север» для создания раннеспелых, холодоустойчивых гибридов с целью продвижения и внедрения кукурузы на север и восток в некукурузосеющие районы. Многолетняя работа ведущих ученых на базе коллекции ВИР привела к разработке принципиально новых научных основ селекции раннеспелых гибридов кукурузы (Honda et al., 2006). Авторы получили Государственную премию в 1986 г. Ареал культуры продвинулся на север более чем на 500 км.

В ВИРе уделялось внимание и методическим аспектам изучения образцов кукурузы. Так, например, расширение посевов кукурузы повлекло за собой развитие болезней, в частности, пузырчатой головни. Аспирантом

отдела Н.М. Чекалиным уже в 1962 г. была разработана шкала определения устойчивости к этой болезни, которой пользуются и поныне. Другим аспирантом ВИР Г.А. Ерохиным была создана шкала по устойчивости кукурузы к завяданию растений и способности восстанавливать тургор, что значительно повысило эффективность селекционной оценки.

Пищевые достоинства зерна кукурузы неоспоримы – оно высококалорийно, почти все питательные вещества находятся в легкоусвояемой форме, кроме того, его производство малозатратно. Хорошим сырьем для получения визуально красивой пищевой продукции служит зерно кремнистой белозерной кукурузы. Потребность в зерне этой группы кукурузы дала толчок к изучению в 1962-1965 гг. образцов кремнистой белозерной кукурузы. По своим свойствам она не уступает сортам подвита лопающейся кукурузы, но даже превосходит их по урожайности зерна, содержанию белка и высокому качеству масла. Шлифованная крупа из кремнистой кукурузы по внешнему виду напоминает рис, имеет при этом красивую белую стекловидную окраску и округлую форму (Вавилов, 1926). Изучение крупяных свойств этой культуры выявило перспективность использования подвидов зубовидной, полужубовидной и лопающейся кукурузы. За 40 лет численность коллекции белозерной кукурузы увеличилась почти в два раза и представлена 4 подвидами (кремнистой – 756 обр., зубовидной – 360 обр., полужубовидной – 195 обр. и лопающейся – 160 обр.), всего 1471 образец, из них 215 – самоопыленные линии.

Первые работы по физиологии кукурузы в которых выяснилось влияние светового режима на рост растений в зависимости от подвида, проводились в 1958 году при Государственном Университете им. М.В. Ломоносова на коллекционном материале ВИР.

Генетические аспекты перекрестной несовместимости пыльцы при опылении растений, относящихся к подвиду лопающейся кукурузы, изучены А.П. Подольской. Перекрестная несовместимость, описанная ранее на подвиде лопающейся кукурузы (Подольская, 1978), позволила увидеть этот феномен в 2006 г. среди образцов белозерной кукурузы других подвидов (Ga-s 8, Ga-s 9, Ga-s 4, Ga-s 3), которые не воспринимали пыльцу желтозерной. Впервые биологические особенности дикорастущего родича кукурузы – теосинте (*Zea mexicana* Schred.) были изучены Воронцовой Н.Л. в 1980 г.; выяснено его поведение при создании гибридов с кукурузой.

По результатам генетических исследований в отделе подготовили и выпустили в свет книгу «Генетика культурных растений», по частной генетике кукурузы. Совместный труд «Генетика количественных и качественных признаков кукурузы», написанный Г.Е. Шмараевым, А.П. Подольской (ВИР), А.Ф. Бабаянц (САФ ВИР) и Г.И. Веденевым (НИИСХ Юго-Востока) в 1995 г., рассматривает вопросы филогении, классификации кукурузы, генетики количественных и качественных признаков.

Особое место в работе с кукурузой в отделе и на станциях отводилось пребридингу и селекции. С участием подвидов зубовидной и лопающейся

кукурузы в 1980 г., сотрудниками ВИР впервые были созданы 50 принципиально новых самоопыленных линий лопающейся кукурузы, которые отличаются от американских одностебельностью, раннеспелостью, быстрой потерей влаги из зерна. Среди них есть и доноры высоких технологических и крупяных качеств зерна, проявляющие часто высокую комбинационную способность в различных скрещиваниях с подвидами кремнистой, зубовидной, полужубовидной кукурузы, обладающие восстановительной способностью по реакции на ЦМС тип-С.

С использованием генетически маркированной линии Tva 75 rag1 и раннеспелой линии А344 впервые созданы доноры большого количества рядов зерен на початке (16-18) – линии АГМ003 и АГМ004, являющиеся и донорами раннеспелости, высокой устойчивости к нигроспорозу, неполегамости. Используя методы гаплоидии и генетического маркирования, В. Н. Бойко создал первые раннеспелые гомозиготные автодиплоидные линии – метчики, позволяющие получать скороспелые гибриды кукурузы за сокращенный период (3-4 года вместо 7-9 лет).

На базе коллекции В.С. Гаркушиной при поддержке Н.Н. Ткаченко и Н.В. Говорова в 1966 - 1968 гг. созданы и районированы по Краснодарскому краю новые гибриды подвида сахарной кукурузы (Заря, Кубанская консервная, Октава и др.), занявшие стабильное место среди многих других гибридов. Всего селекционерами нашей страны с использованием мирового генофонда ВИР районировано более 250 сортов и гибридов кукурузы.

Это только отдельные фрагменты из жизни коллекции крупяных культур ВИР и их исследователей.

По результатам многолетних исследований образцов коллекции кукурузы и крупяных культур не одним поколением сотрудников ВИР защищено свыше 120 кандидатских и докторских диссертаций, издано более 70 каталогов-справочников.

Научный прогресс, дающий возможность развития и использования современных технологий, открывает новую страницу в изучении образцов коллекции. В настоящее время по-прежнему актуальна идея академика Н.И. Вавилова о том, что селекционеры в своих исследованиях должны кооперироваться с генетиками, физиологами, биохимиками и специалистами по иммунитету растений. Без глубокого теоретического осмысления полученных научных результатов, без разработки новых современных методов селекции и знания исходного материала невозможно получение высокопродуктивных сортов и гибридов. Перешагнув в XXI век, к этому необходимо добавить, что без совместных усилий специалистов Генбанков и селекционеров невозможно расширение коллекций, надежное сохранение их генетической целостности, эффективное изучение и использование.

ЛИТЕРАТУРА

- Антимонов К.А., Антимонов А.К., Сафонов А.В. Использование мировой коллекции проса в Поволжском НИИС имени П. Н. Константинова//Тез. докл. Международной научно-практич. конф. СПб., 2001. С. 201-203.
- Бешикуров В.П. Кремнистая белозерная кукуруза как исходный материал для селекции пищевой кукурузы.: Автореф. дис. на соиск.учен.степ.канд. с.-х. наук. Л., 1965. 20 с.
- Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений//Труды по прикл. бот., ген. и сел. Л.:ВИР. 1926. Т.16, Вып. 2. С. 52.
- Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости//Теоретические основы селекции растений. М.; Л.: 1935. Т. 1. С. 17-43.
- Введенская И. ., Ваухан Д.А., Курцева А.Ф., Дой К. Оценка генетического разнообразия проса обыкновенного (*Panicum miliaceum* L.) на основе использования ДНК-маркеров//С.-х. биология. 2002. №5. С. 56-63.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений. М., 2007. С.19-20.
- Золотухин Е.Н., Тихонов Н.П., Лизнева Л.Н., Тугушева Х.И., Черкашина В.К. Селекция проса на Юго-Востоке//Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Орел, 2004. С. 429-445.
- Ильин В.А. Селекция проса в Поволжье: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук. Л., 1984. 35 с.
- Ильин В.С. Гаценбиллер В.И. Раннеспелая кукуруза на зерно в Западной Сибири//Барнаул, Алт. кн. изд-во. 1995. 160 с.
- Кротов А.С. Гречиха – Fagopyrum Mill.//Культурная Флора СССР. Л.: Колос, 1985. 270 с.
- Курцева А.Ф., Ростова Н.С., Аристархова М.Л. Применение математических методов в классификации проса обыкновенного//Труды по прикл. бот., ген. и сел.Л.:ВИР, 1986. Т. 105. С. 89-96.
- Курцева А.Ф. Просо//Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб., 2005. С. 834-841.
- Лысов В.Н. Агробιοлогическая классификация обыкновенного (посевного) проса//Труды по прикл. бот., ген. и сел. Л.: ВИР, 1952. Т. 29. Вып. 3. С. 112-127.
- Обзор рынка круп. Деловая пресса. № 24 от 07. 12. 2006
- Подольская А.П. Перекрестная несовместимость у лопающейся кукурузы: Автореф. дис. на соиск.учен. степ. канд. биол. наук. Л., 1978. 18 с.
- Столетова Е.А. Гречиха, М.;Л.:Сельхозгиз, 1940. С. 110
- Столетова Е.А. Гречиха, М.;Л.:Сельхозгиз, 1950. С. 40
- Столетова Е.А. Гречиха, М.;Л.:Сельхозгиз, 1958. С. 212
- Шмараев Г.Е. Расы экзотической кукурузы – новый ценный материал для селекции//Тез. докл. 4-го съезда ВОГиС им. Н. И. Вавилова. Кишинев, 1982. Т. 3. С. 269.
- Яшовский И.В., Овдиенко-Озадовская А. П., Рудник О. И., Проданик А. М. Генетико-иммунологические и методические аспекты повышения эффективности изучения и селекционного использования генофонда проса (*Panicum miliaceum* L.)//Тез. докл. Международной научно-практич.конф. СПб., 2001. С. 491-492.
- Ярчук Т.А. Местные сорта кукурузы СССР и их сравнительное изучение в условиях Краснодарского края: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. Л., 1953. 19 с.
- Honda Y., Suzuki T., Sabitov A., Romanova O. I. Collaborative exploration and collection of resources crops including tartary buckwheat, Fagopyrum tataricum L. in Sakhalin, Russia//J. NIAR, 2006. V.22. P. 91-99.

МОБИЛИЗАЦИЯ И ИЗУЧЕНИЕ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В СВЕТЕ ИДЕЙ Н.И. ВАВИЛОВА

Н.И. Дзюбенко, В.Ф. Чапурин, А.В. Бухтеева, Ю.Д. Сосков

За период 1922 - 2006 гг. дается краткое описание отдела генетических ресурсов многолетних кормовых культур по мобилизации ресурсов многолетних кормовых культур в России и других странах мира, разработке систематики родовых комплексов и отдельных видов, эколого-географической и агроэкологической классификации наиболее ценных видов кормовых культур, теоретических основ селекции, оценке коллекций по хозяйственно-ценным признакам в условиях полевого опыта и лабораторий, по использованию коллекции в селекции на территории России и сопредельных стран. Анализируются наиболее важные печатные работы сотрудников отдела, среди которых следует отметить три тома "Культурной флоры", «Апробации кормовых культур (4-й том)», «Теоретические основы селекции», многочисленные монографии, проблемные статьи в "Трудах по прикладной ботанике, генетике и селекции" и другую печатную продукцию. В системе вида в свете идей Н.И. Вавилова выделены три подсистемы по степени убывания их эколого-географической обособленности. Ряды филогенетически близких викарных видов В.Л. Комарова дополнены гregarными и викарно-гregarными рядами. На примере рода *Calligonum* L. показано, что гомологические ряды в изменчивости близких видов помогают решать сложные вопросы систематики полиморфных групп растений.

ACCUMULATION AND STUDY OF PERENNIAL FODDER CROPS IN THE LIGHT OF IDEAS OF N.I. VAVILOV

N.I. Dzyubenko, V.F. Chapurin, A.V. Bukhteeva, U.D. Soskov.

A brief description is given to the activities of the Department of Perennial Fodder Crop Genetic Resources in 1922-2006, such as accumulation of perennial fodder crop germplasm from Russia and foreign countries, development of taxonomic systems for generic complexes and separate species, ecogeographic and agroecological classification of the most valuable fodder crops, working out theoretical principles for breeding practice, field and laboratory evaluation of the collection accessions for economic properties, utilization of the collection in breeding programmes both in Russia and adjacent countries, etc. The most important publications of the Department's staff are analyzed, including three volumes of *Cultivated Flora*, *Approbation of Fodder Crops* (4th book), *Theoretical Fundamentals of Plant Breeding*, numerous monographs, problem-oriented articles in *The Works on Applied Botany*, *Genetics and Plant Breeding*, and others. In the light of N.I. Vavilov's ideas, within the system of a plant species three subsystems have been identified in descending order of their ecogeographic isolation. V.L. Komarov's series of phylogenetically close vicarious species have been supplemented with gregarious and vicarious-gregarious series. The case study of *Calligonum* L. demonstrates that for affinitive species homologous series in variation may help to solve the problems of systematics in polymorphic plant groups.

Отделом кормовых культур руководили крупные ученые: с 1922 по 1930 г. – В.А. Кузнецов, в 1931 г. - П.П. Зворыкин, в 1932-1938 гг. - Е.Н. Синская, 1938-1956 гг. - Н.Г. Хорошайлов, 1956-1964 гг. - снова Е.Н. Синская, 1964-1979 гг. – П.А. Лубенец, 1979-1985 гг. - А.И. Иванов, 1985-1988 гг. - В.И. Буренин, с 1991 г. - Н.И. Дзюбенко. Много внимания формированию программ научных исследований уделяли М.А. Шебалина, Н.А. Мухина, А.В. Бухтеева.

Кормовые растения зачислили в перечень культур, изучаемых институтом, после организации Бюро по прикладной ботанике. Через 13 лет после его создания в 1907 г. были зарегистрированы первые образцы в коллекции многолетних кормовых растений. В 1913 г. коллекция состояла всего из 82 образцов кормовых трав (преимущественно клевера), доставленных некоторыми учеными из экспедиций. В это же время в Бюро приступили к селекционной работе: с 1911 г. с клевером начал работать П.И. Лисицын, с ежой сборной - С.И. Жегалов. В 1910-1915 гг. на некоторых опытных станциях (Полтавская, Харьковская, Сухумская, Плотянская, Ставропольская, Донская, Краснокутская и Туркестанская) закладывались опыты по испытанию местных популяций и зарубежных сортов клевера и люцерны. Плановую работу по интродукции сельскохозяйственных растений в нашей стране начали осуществлять с 1922 г., который считается началом изучения кормовых культур.

С 1922 по 1933 гг. сотрудники отдела кормовых культур и опытных станций провели на территории СССР 184 экспедиции по сбору семян многолетних кормовых растений. В 1969 г. в системе ВИРа и опытной сети были созданы пять постоянно действующих региональных экспедиций. В первый период (1922-1969 гг.) в экспедициях приняли участие известные специалисты по кормовым культурам – В.А. Кузнецов, Н.П. Голубев, Е.И. Зитта, О.И. Соколова, Е.И. Якушева, Н.А. Мухина (северо-западные районы Нечерноземья); В.А. Муратова, А.Ю. Тупикова, М.А. Шебалина, М.С. Коликов (центральные районы СССР); Е.Н. Синская, П.А. Лубенец (Кавказ и Предкавказье); Н.Г. Хорошайлов (Дальний Восток, Сибирь) и др.

Во второй период (1970-1993 гг.) 138 отрядов доставили в коллекцию 11038 образцов кормовых культур. Наибольшее число их собрали 14 отрядов Европейской (3912 образцов), 35 - Казахской (3298 образцов) и 12 отрядов Сибирской экспедиций (2225 образцов). Активно сотрудничали с учеными института работники селекцентров при ВНИИ кормов, ВНИИ каракулеводства, Северо-Западном НИИ сельского хозяйства, Казахский НИИ лугопастбищного хозяйства, Украинский НИИ земледелия и др.

Были интенсивно обследованы и получили характеристику как источники ресурсов многолетних кормовых растений Северо-Западный регион, Центрально-Черноземный регион, Казахстан, Кавказ, Алтай и Саяны, Якутия, район трассы БАМ и др. Материалы ряда экспедиций легли в основу при составлении ареалов и ценоареалов люцерны, житняка, ломкоколосника, кохии, жузгуна. Итоги работы Казахской экспедиции ВИРа обобщены в виде монографии (Иванов, Сосков, Бухтеева), в которой

нашли отражение также вопросы теоретических основ интродукции и эколого-географической классификации многолетних кормовых растений.

В зарубежных экспедициях приняли участие сотрудники отдела кормовых культур Е.Н. Синская (Япония), П.А. Лубенец (Нидерланды, Болгария, Венгрия, Канада, Австралия), Н.Г. Хорошайлов (Монголия, Китай), М.А. Шебалина (Дания), А.И. Иванов (Монголия), В.Ф. Чапурин (Бирма, Норвегия, Швеция, Канада, США), Н.И. Дзюбенко (США), Ю.Д. Сосков и Л.Л. Малышев (Монголия).

На 01.01.1969 г. коллекция насчитывала 9901 образец кормовых культур (70% - из СССР и 30% - из зарубежных стран). С 1969 г. коллекция пополнилась нетрадиционными кормовыми культурами, количество видов клевера увеличилось в 2,5 раза (Н.Г. Хорошайлов, О.Л. Дроздова), аридных злаков - в 3 раза, появились в ней и новые засухоустойчивые культуры - ломкоколосник, волоснец, колосняк и др. (А.В. Бухтеева, Л.Л. Малышев). Заново были созданы коллекции: пустынных кормовых растений - саксаула, жузгуна, терескена, кохии, солянки и др. (Ю.Д. Сосков, Л.Л. Малышев); новых силосных растений - окопника, горца, сильфии, вайды, маральего корня, щавеля и др. (Н.И. Корженевская, Т.С. Селиванова); малораспространенных бобовых и других растений - астрагала, козлятника, вязеля, копеечника, язвенника, черноголовника, мальвы, амаранта и др. (Т.Г. Янчевская, Ю.Д. Сосков).

Первыми районированными у нас в стране сортами были местные, которые сформировались как спонтанно возникшие гибридные популяции от переопыления возделываемых дикорастущих трав с завезенными с Запада сортами. Путем многократных пересевов из этих популяций возникли высокоурожайные и устойчивые сорта народной селекции, •которые и поныне пользуются во многих областях большой популярностью. В 1931 г. районировали первые пять сортов многолетних трав, в 1946 г. зарегистрировали уже 46, в 1951 г. - 153, в 1961 г. - 306 сортов. Эти цифры свидетельствуют о нарастании интенсивности селекционного процесса в работе с многолетними кормовыми растениями. В 1983 г. районированных сортов стало 560, а в 1993 г. - 689.

С развитием селекции в 30-х годах резко возросла потребность в исходном материале многолетних кормовых трав. При селекции различных групп кормовых растений как в прошлые годы, так и в настоящее время его используют неодинаково. Чем выше уровень селекции, чем древнее культура, тем чаще обращаются к мировой коллекции ВИРа, тем больше выводят новых сортов. Степень привлечения в селекцию коллекционных образцов низка в районах нового сельскохозяйственного освоения (северо-восток Сибири, Дальний Восток и др.) у вновь интродуцируемых видов, сорта которых создаются из местных популяций и простыми методами, эффективными и оправданными на данном этапе. Поэтому степень использования коллекции при создании селекционных сортов кормовых культур за весь анализируемый период составляет 56%. Однако в новых сортах, районированных в последние 10...15 лет, коллекция основных

культур использовалась на 60-70%, а по некоторым культурам (например, люцерне) - почти на 100% (от числа селекционных сортов). В группе нетрадиционных культур (козлятник восточный, пырейник, пырей, ломкоколосник, силфия и др.) таких сортов очень мало (25%).

В результате многолетней мобилизации генофонда многолетних кормовых культур соотношения различных групп образцов претерпевали изменения. Участники экспедиции института с 1930 по 1956 гг. собрали большое число образцов дикорастущих видов. В 1956 г. они составляли почти половину коллекции (49%). С 1956 по 1966 г. в коллекции значительно возросло число местных (с 45 до 56%) и селекционных сортов (с 6 до 16%), а число дикорастущих образцов сократилось с 49 до 28%. К 1988 г. почти две трети коллекции (62%) составляли дикорастущие образцы, 10,5% - местные сорта и 27,5% - селекционные.

В процессе интродукции постоянно обогащался видовой состав коллекции многолетних кормовых растений. Начали их изучать с 11 видов. В 1990 г. в генофонде ВИР находился 481 вид бобовых, злаковых, высокотравных растений, пустынных травянистых растений, полукустарников и полукустарничков. Из этого богатства в нашей стране интенсивно используются не более 25...30 видов. В качестве примера можно привести бобовые культуры, среди которых только 3 вида (люцерна посевная и изменчивая, клевер луговой) занимают большие посевные площади. Еще 9 видов (эспарцет песчаный и закавказский, лядвенец рогатый, клевер ползучий и гибридный, люцерна желтая, донник белый и лекарственный, козлятник восточный) хорошо известны, но высевают их ограниченно. Аналогичное положение с многолетними злаками, из которых только 6 видов широко внедрены в производство.

Отсюда видно, что значительная часть видового состава коллекции служит потенциальным генофондом не только нашей страны, но представляет интерес и для других стран мира, особенно США и Канады, которые при переселении из Старого света в Новый вынуждены были из-за отсутствия местных кормовых растений на новой родине интродуцировать аборигенные европейские и азиатские виды.

В коллекции многолетних кормовых культур в 1913 г. насчитывалось 82 образца, в 1968 г. - 10704, в 1993 г. - 27606 и в 2006 г. - 29964 образцов. Основная коллекция пустынных кормовых растений для северной зоны пустынь осталась на Приаральской опытной станции генетических ресурсов, где она поддерживалась в живом виде. В ней насчитывалось на то время 519 образцов, относящихся к 26 видам: жузгун - 74 образца (12 видов), саксаул - 30 (1 вид), терескен - 46 (2 вида), кохия простертая - 292 (1 вид), камфоросма - 5 (1 вид), солянка восточная или кейреук - 24 (1 вид), полынь - 34 (3 вида), разные - 14 (5 видов). Научные связи с Приаральской опытной станцией продолжаются.

Коллекция кормовых культур поддерживается и изучается на опытных станциях института в полевых опытах по хозяйственным агробиологическим признакам (зимостойкость, вегетационный период, высота растений, облиственность, урожай зеленой массы и семян и др.).

Совместно с методическими лабораториями института изучаются: химический и аминокислотный состав, устойчивость к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам среды (засоленности и кислотности, засухе, низким температурам, вымоканию при затоплении); совместно с ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии - отзывчивость на инокуляцию азотфиксирующими бактериями. Исследуются агробиологические и цитолого-эмбриологические способы повышения семенной продуктивности клевера и люцерны. На основе всестороннего изучения дикорастущих и культурных видов кормовых растений разрабатываются внутривидовые эколого-географические классификации хозяйственно ценных видов и таксономические системы родов и отдельных его подразделений на основе изучения таксонов по гербарным коллекциям, в условиях естественного произрастания и в посевах.

В первый период изучали в основном ботанико-систематическую характеристику поступившего из разных мест бывшего Советского Союза и зарубежных стран материала на пяти опытных станциях: Украинского и Северо-Кавказского отделений, Детскосельской (г. Пушкин), Степной (Воронежская область) и Среднеазиатской (г. Ташкент). Затем создали при селекционных учреждениях 17 зональных питомников. В послевоенные годы полевые опыты с многолетними травами проводили на 6, а в последние десятилетия - на 12 станциях и двух опорных пунктах.

Периодически состав коллекции пересматривали, производили массовую модернизацию (инвентаризацию). При этом исключались идентичные образцы, а также сильно поврежденные болезнями, особенно генеративные органы, интенсивно разрастающиеся за счет корневищ и с пониженным генеративным размножением.

На первом этапе В.А. Кузнецов, П.П. Зворыкин и другие сотрудники отдела кормовых культур проводили оригинальные ботанико-географические обследования кормовых растений на территории СССР, которые в дальнейшем стали традиционными.

Опираясь на теоретические разработки по систематике и популяционной ботанике Н.И. Вавилова и Е.Н. Синской, сотрудники отдела кормовых культур разработали таксономические системы однолетних видов пажитника - *Trigonella* L., рода донник - *Melilotus* Mill., секции *Falcago* (Reichenb.) Grossh. рода люцерны - *Medicago* L. (Лубенец и др., 1950; Лубенец, 1972), родов репа, турнепс - *Brassica rapa* L. и брюква - *B. napus* L. subsp. *rapifera* Metzg. (Шеболина, Сазонова, 1985), видов клевера лугового - *Trifolium pratense* L. (Мухина и др., 1993) и кохии простертой - *Kochia prostrata* (L.) Schrad, рода жузгун - *Calligonum* L. (Иванов, Сосков, Бухтеева, 1986; Сосков, 1989).

На основании привлечения в коллекцию всего разнообразия многолетних видов люцерны из секции *Falcago* и изучения их популяционного состава в условиях естественного произрастания и культуры П.А. Лубенец доказал необоснованность описания многих видов (Лубенец, 1972). Эти выводы об объеме и границах вида в данном роде поддержал, конкретизировал и обосновал в эволюционном аспекте

А.И.Иванов (1980). Опираясь на предыдущие исследования и собственные данные, он показал гибридогенное происхождение в историческом прошлом видов вариетатного ряда люцерны. В результате гибридизации сине- и желтоцветковых видов люцерны по А.И. Иванову сформировались *Medicago hemicycla* Grossh., *M. trautvetteri* Sumn., *M. glutinosa* Bieb., *M. polychroa* Grossh., *M. tianchanica* Vass., *M. varia* T. Martyn, *M. saxatilis* Bieb., *M. cancellata* Bieb.

На примере изучения рода жужгун в полном его объеме викарные серии (ряды) В.Л. Комарова были дополнены более молодыми и продвинутыми гregarными и викарно-гregarными сериями (Сосков, Агаев, 1991). Викарные серии представлены филогенетическими близкими викарными видами с отдельными ареалами, произошедшими от единого предка. Редко встречающиеся, четвертичного возраста, гregarные серии представлены также филогенетически близкими гregarными видами, произошедшими от единого предка, но в отличие от викарных видов уже с налегающими друг на друга ареалами. Возникновение викарных и гregarных видов связано с различными типами видообразовательных процессов: викарных видов - с аллопатрическим типом видообразования через стадию подвида, а гregarных видов - с симпатрическим типом видообразования.

В результате обобщения разработок внутривидовой систематики и классификации казахстанских и среднеазиатских видов кормовых культур - жужгуна, кохии, люцерны, житняка, ломкоколосника и др. приняты взгляды Н.И. Вавилова на вид как систему, выделены в системе вида три соподчиненные подсистемы по степени убывания эколого-географической изоляции характерных для растений данных популяций морфологических диагностических признаков (Иванов, Сосков, Бухтеева, 1986; 1991). В роде *Calligonum* L. у 12 близких видов в дикорастущих популяциях выявлены гомологические ряды Н.И. Вавилова по многим (1-11) морфологическим признакам плода (Сосков, 1989), которые позволили разобраться в объеме вида у этого крайне сложного в систематическом отношении рода. Сотрудники отдела выполнили некоторые таксономические исследования на уровне подвида с видами пажитника, костреца, жужгуна, кохии, которые позволили конкретизировать признаки таксона "подвид" и его отличия от вида и экотипа (Бухтеева, 1981; Иванов, Сосков, Бухтеева, 1986; Сосков, 1986 и др.).

Е.Н. Синская (1948) разработала основы эколого-географической классификации многолетних кормовых растений. Ее учение о популяциях легло в основу разработки методов селекции многолетних кормовых растений. Эколого-географические и морфобиологические классификации кормовых культур предложили: Е.Н. Синская (1950) и П.А. Лубенец (1972) по люцерне, Н.Г. Хорошайлов и Н.А. Мухина по клеверу (1993), В.В. Суворов по доннику (1950), П.А. Лубенец и А.Л. Наговицина по эспарцету (1970), З.Н. Жеребина по кострецу (1931), Ю.И. Кириллов по овсянице (1989), А.В. Бухтеева по житняку и ломкоколоснику (1981, 1986), З.П. Шутова по мятлику, полевице и райграсу (1969, 1977, 1980), Ю.Д. Сосков

по кохии и жузгуну (1986, 1989), М.А. Шебалина по репе, брюкве и турнепсу (1985) и др.

По мере усложнения методов селекции биотипы и отдельные особи с заданными параметрами признаков выделялись из естественных и гибридных популяций. Обширный новый исходный материал с разными системами размножения люцерны создали на Майкопской, Кубанской и Приаральской опытных станциях ВИР, по житняку - на Приаральской опытной станции. При этом ЦМС-клоны люцерны были переданы в Ставропольский НИИСХ для включения в селекционную программу. Из всего разнообразия форм с разными типами размножения люцерны перспективными для дальнейшей разработки методов селекции на повышенную семенную продуктивность оказались автотриппингующие самосовместимые биотипы. С целью повышения семенной продуктивности злаков А.В. Бухтеева и В.В. Иноземцев изучали экологические аспекты цветения и плодообразования растений житняка и костреца.

Традиционное направление исследований - оценка многолетних кормовых растений по их устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды. Первые опыты по определению морозостойкости клевера проводили Е.И. Якушев и В.И. Душечкин под руководством И.И. Туманова. В дальнейшем в популяциях клевера Н.А. Миняев, Н.Г. Хорошайлов и Н.А. Мухина выделили биотипы по характеру развития и долголетия центрального побега. Н.А. Мухина, В.Ф. Чапурин, О.Л. Дроздова и А.Н. Афонин установили тесную связь между составом морфобиотипов в популяциях клевера и устойчивостью его сортов к низким температурам и выпреванию. Оценивали образцы люцерны, донника и эспарцета на устойчивость к низким температурам, к загрязнению почв радионуклидами и алюминием (А. Иванов, В. Чапурин, А. Афонин, О. Кривчик, О. Ганнибал).

При изучении водного режима люцерны (А. Иванов), житняка (А. Бухтеева), костреца безостого (А. Бухтеева, Н. Давуд, В. Буренин), ломкоколосника (Н.Е. Павлов, А.И. Иванов), пырейника сибирского (Н.П. Павлов, А.В. Бухтеева) выделили устойчивые к засухе образцы и определили параметры водоудерживающей способности этих видов. Изучали также устойчивость житняка, ломкоколосника и кохии к такому стрессовому фактору, как засоление почвы (Семушина, Бухтеева, Сосков).

Актуальная проблема - устойчивость бобовых культур к кислотности почвы. По результатам оценки растений на устойчивость к экстремальным факторам среды разработаны рекомендации для практического использования. Для житняка установлены параметры влагообеспеченности в осенне-зимний период, которые определяют продуктивность растений за вегетационный период следующего года (А. Бухтеева, В. Дюбин). Установлена возможность прогнозировать перезимовку растений клевера и, таким образом, его продуктивность по ветвлению розетки в первый год жизни растений и накоплению в корнях запасных веществ (О. Дроздова, Н. Мухина). Чтобы повысить семенную продуктивность, изучали

экологические аспекты цветения и плодообразования растений злаков (А. Бухтеева, В. Иноземцев).

Развивающееся направление кормопроизводства, направленное на повышение продуктивности растений и накопление ими белка, - изучение азотфиксирующей способности сортов многолетних трав и их сорто-штаммовой специфичности. На Павловской, Волгоградской и Зейской опытных станциях ВИРа, в его Среднеазиатском филиале (САФ), Киргизии и Нахичевани в 1987-1993 гг. выделены 54 сорта люцерны, клевера, лядвенца, козлятника, донника, пажитника и амаранта, которые оказались отзывчивыми на инокуляцию 46 штаммами азотфиксирующих бактерий и превысили контроль по урожаю зеленой массы на 20...94 %. Наибольший эффект от инокуляции семян отмечен на втором году жизни.

На примере изучения 34 сортов люцерны в условиях САФ ВИР наиболее высокая способность к симбиозу выявлена у селекционных сортов и сортов, выведенных с использованием гибридизации при инокуляции штаммами, созданными с использованием мутагенных факторов во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (СХМ-1, СХМ-1-105 и др.).

Проблема семенной продуктивности бобовых культур стоит хотя и не так остро, как 10...15 лет назад, но продолжает оставаться весьма актуальной. В условиях жаркого континентального климата Казахстана (Приаральская опытная станция ВИР) под руководством Н.И. Дзюбенко изучались популяционно-генетические и цитозэмбриологические аспекты системы размножения люцерны, разрабатывались теоретические и методические основы селекции люцерны на создание высокоурожайных сортов в условиях ограниченного самоопыления. При этом были выявлены инбредоустойчивые формы, проведен отбор форм с высоким процентом фертильных семян в завязи цветков, с высоким и стабильным развитием после оплодотворения, с достаточным пыльцеобразованием (Дзюбенко, Иванов, Еспанов, 1990).

На основании проведенных исследований предложена модель синтетической популяции, не снижающая семенную продуктивность в последующих поколениях синтеза. Среднепопуляционный и оптимальный уровень самофертильности модели составил 30...50%, автотриппинга - 30...40%. Такие синтетические популяции совмещают само- и перекрестное опыление, что способствует проявлению эффекта гетерозиса по разным признакам, и прежде всего по семенной продуктивности (Дзюбенко Н.И., Дзюбенко Е.А., 1992).

Из созданных автофертильных популяций выделены 10 источников с высокой семенной продуктивностью и раннеспелостью. Две популяции стабилизированы по признакам семенной продуктивности. Выявлены среди сортов люцерны значительная изменчивость в морфологии цветка и влияние ряда его параметров на легкость триппинга. Наиболее легко вскрываются цветки люцерны голубой (Дзюбенко, 1985; Орел и др., 1991).

Н.Ю. Малышева изучала видовой состав опылителей люцерны в Северном Приаралье. Посещают ее 82 вида, но только 9 из них -

эффективные опылители. Два вида пчел обнаружены в данном регионе впервые, а 2 - новые для науки виды (Радченко, Песенко, Малышева, 1993).

Под руководством Н.И. Дзюбенко проведены исследования по наличию в кормовой массе вредных для животных химических соединений, таких, как сапонины, фитоэстрогены, пенообразующие вещества. Антипитательные вещества, содержащиеся в люцерне и других бобовых, вызывают заболевание - тимпанию. По пенообразующей способности обнаружено значительное межвидовое и межпопуляционное различие. Наибольшее содержание пенообразующих веществ было выявлено у люцерны серповидной и посевной. Малое их количество имеют около 9% сортов культурных видов люцерны.

За последние 25 лет созданы и изучены коллекции пустынных и малораспространенных культур, по многим из них выведены сорта (кохия, кейреук, терескен, козлятник восточный, клевер откритоозевый, сильфия). Отмечена группа видов растений (щавель тяньшанский, горец забайкальский, вайда), у которых не возникает проблем с механизированным семеноводством, а также группа очень ценных в кормовом отношении культур (виды окопника, маралий корень, горец Вейриха и др.), которые требуют довольно глубокой селекционной проработки.

Селекционная работа с кормовыми культурами проводится в 26 селекцентрах. За 1986-1993 гг. им передали 1420 источников хозяйственно ценных признаков, в том числе 552 - бобовых кормовых культур, 615 - верховых злаков, 91 - низовых злаков, 31 - аридных злаков, 65 - пустынных кормовых растений, 67 - нетрадиционных кормовых культур; ежегодно рассылалось по 7320 образцов многолетних кормовых культур. В эти годы целенаправленно рассылались образцы, подобранные для практического использования по определенным направлениям селекции.

Сотрудники опытных станций института и селекционеров совместно с сотрудниками ВИР создали 20 районированных сортов: клевер луговой (4 сорта), эспарцет (1), люцерна (3), овсяница тростниковая (2), кострец безостый (2), полевица гигантская (1), мятлик луговой (2), житняк (2), райграс (2), сильфия (1), амарант багряный (1), саксаул (1) - и помогли производству в подборе для местных условий видов и сортов кормовых трав, в разработке их агротехники.

В настоящее время, на 1 сентября 2006 г., в коллекции многолетних кормовых культур насчитывается 29964 образцов семян. Наибольшее количество образцов в коллекции Отдела по культуре клевера (7288 образцов), люцерне (4962), мятлику (1890), тимopheевке (1729), райграсу (1435), еже (1423). В 2006 г. в опытной сети ВИР и в других учреждениях поддерживалась всхожесть семян у 5654 образцов. Передано для закладки на длительное хранение в Институте (Пушкин) 504 образца и на оперативное хранение (Центр) 590 образцов.

Сотрудниками отдела кормовых культур с 1922 по 2007 гг. совместно со специалистами методических лабораторий подготовлены и изданы три тома "Культурной флоры СССР", на очереди - издание четвертого. Один из

трех томов известного справочника "Теоретические основы селекции растений" подготовили Е.Н. Синская и М.А. Шебалина. Выдержал три издания, постоянно пополнялся и совершенствовался коллективный труд "Руководство по апробации сельскохозяйственных культур", в котором описаны районированные сорта в соответствии с разработанными агро-эколого-географическими классификациями кормовых культур. Начиная с 1926 г., сотрудники отдела опубликовали 23 монографии. По итогам изучения коллекций издано для селекционеров с 1961 г. 26 каталогов. В большинстве из них сорта отнесены к внутривидовым таксонам, эколого-географическим группам, экотипам или сортотипам. С целью закладки информации по коллекции в компьютерную память с 1982 по 2007 гг. издано пять классификаторов (клевер, люцерна, донник, многолетние злаковые травы, корнеплоды), с 1971 по 2007 гг. - 17 методических указаний по изучению и использованию кормовых культур. С 1968 по 2003 гг., помимо очередных, не тематических выпусков, подготовлено 14 томов Трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции и 11 выпусков Бюллетеня ВИР, посвященных целиком мобилизации и изучению многолетних кормовых культур. В этих публикациях участвовали не только сотрудники Отдела, но и ученые опытной сети ВИР и периферии СНГ. За последние 10 лет сотрудники Отдела участвовали в 22 экспедициях по привлечению в коллекцию новых дикорастущих образцов и сортов многолетних кормовых культур.

ЛИТЕРАТУРА

- Бухтеева А.В.* Кариосистематические исследования житняка гребневидного – *Agropiron cristatum subsp. pectinatum* (Weib.)// Сб. научн. трудов по прикл. бот., ген. и сел. Л. 1988. Т. 120. С. 83-89.
- Бухтеева А.В. и др.* Житняк// Каталог мировой коллекции ВИР. Л.: ВИР, 1981. Вып. 299. 55 с.
- Бухтеева А.В. и др.* Житняк// Каталог мировой коллекции ВИР. Л.: ВИР, 1989. Вып. 471. 58 с.
- Бухтеева А.В., Дзюбенко Н.И., Сосков Ю.Д.* Ресурсы многолетних кормовых растений// Вестник РАСХН. 1994. № 4. С. 31-35
- Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н.И. Вавилова/* Сост.: А.В. Конарев, Е.И. Гаевская.- СПб., 1994. 43 с.
- Дзюбенко Н.И., Дзюбенко Е.А.* Поддержание в популяциях люцерны оптимального уровня фертильности пыльцы// Сб. научн. трудов по прикл. бот., ген. и сел. СПб., 1990. Т. 137. С.18-22
- Дзюбенко Н.И., Иванов А.И., Еспанов А.М.* Оптимизация перекрестной опыляемости синтетических популяций люцерны// Научно-технический бюллетень ВИР. 1990. Вып. 198.
- Иванов А.И.* Люцерна.- М.: Колос, 1980.349с.
- Иванов А.И., Сосков Ю.Д.* Теоретические основы интродукции многолетних кормовых растений // Бюл. ВНИИР, 1983. Вып. 133. С. 13-22.
- Иванов А.И., Сосков Ю.Д., Бухтеева А.В.* Ресурсы многолетних кормовых растений Казахстана//Справочное пособие. Алма-Ата: Кайнар, 1986. 220 с.

- Кириллов Ю.И., Серова Н.И.* Овсяница луговая//Каталог мировой коллекции ВИР. Л.: ВИР, 1989. Вып. 493. 127 с.
- Косарева И.А., Давыдова Г.В., Кривчик О.В.* Кислотоустойчивость видов донника// Сб. научн. трудов Междунар. совещания "Бобовые культуры в современном сельском хозяйстве". Новгород, 1998. С. 136-137.
- Кривчик О.В., Нежко В.Ф.* Получение белковых концентратов из растительной биомассы, загрязненной радионуклидами// Физиология и биохимия культурных растений. 1992. № 6. С. 380-388.
- Лубенец П.А.* Люцерна - *Medicago L.* (краткий обзор рода и классификация подрода *Falcago* (Reichenb.) Grossh.)//Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1972. Т. 47, вып. 3. С. 3-68.
- Лубенец П.А., Синская Е.Н., Суворов В.В. и др.* Люцерна, донник, пажитник//Культурная флора СССР. Т. 13. Многолетние бобовые травы. М.; Л. 1950. Вып. 1. 526 с.
- Лубенец П.А., Наговицина А.В.* Эспарцет// Каталог мировой коллекции ВИР. Л.: ВИР, 1970. Вып. 57.
- Лубенец П.А., Хорошайлов Н.Г., Шебалина М.А., Шутова З.П.* Исходный материал для селекции многолетних трав// Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1969. Т. 41, вып. 1. С. 186-220.
- Мухина Н.А. и др.* Клевер, лядвенец// Сост.: Н.А. Мухина, Н.Г. Хорошайлов, Т.А. Коломиец, А.К. Станкевич, В.Ф. Чапурин. Культурная флора СССР. Т. 13, ч. 2. Многолетние бобовые травы. М.: Колос, 1993. 334с.
- Орел Л.И., Константинова Л.Н., Огородникова В.Ф., Вишнякова М.А., Дзюбенко Н.И., Казачковская Е.Б. и др.* Отбор растений люцерны с высокой плодовитостью завязей: Методические указания. Л. 1985. 34 с.
- Орел Л.И., Казачковская Е.Б., Семенова Е.В., Дзюбенко Е.А., Дзюбенко Н.И.* Способ выделения и характеристика типов растений люцерны с полной женской стерильностью. / Методические указания. Л. 1991. 27 с.
- Радченко В.Г., Песенко Ю.А., Мальшева Н.Ю., Веселовский В.Т.* Некоторые способы повышения плодовитости люцерновой пчелы-листореза (*Hymenoptera*, *Apoidea*) в условиях разведения//Вестн. зоологии. 1993, 5. С. 75-82.
- Синская Е.Н.* Динамика вида. М.;Л.: Колос, 1948. 526 с.
- Сосков Ю.Д.* Использование закона гомологических рядов Н.И. Вавилова на примере изучения систематики рода *Calligonum L.*//Ботан. журн. 1968. Т. 53. N 4. С. 470-479.
- Сосков Ю.Д.* Новые пустынные кормовые культуры Средней Азии и Казахстана//Мобилизация, изучение и использование генетических ресурсов растений: Сб. научн. тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л. 1991. Т. 140. С. 122-130.
- Сосков Ю.Д., Агаев М.Г.* Сериальная структура и эволюция *Calligonum L.*//Проблемы эволюционной изменчивости и систематики растений: Сб. научн. тр. по прикл. бот., ген. и сел.- Л., 1991. Т. 139. С. 38-36.
- Чапурин В.Ф., Афонин А.Н.* Морозостойкость и устойчивость образцов клевера лугового к выпреванию в связи с их происхождением// Бюл. ВИР. 1992. Вып. 224. С. 157-160.
- Шебалина М.А., Сазонова Л.В.* Семейство Капустные - репа, турнепс, брюква, редька, редис// Культурная флора СССР. Т. 18. Корнеплодные растения.- Л.: Агропромиздат, 1985. 323 с.
- Шутова З.П.* Райграс пастбищный многоукосный//Каталог мировой коллекции ВИР.Л.: ВИР, 1969. Вып. 53. 77 с.
- Шутова З.П.* Мятлик луговой// Каталог мировой коллекции ВИР. Л.: ВИР, 1977. Вып. 195. 80 с.
- Шутова З.П., Богатова М.Т., Яньшева Э.С.* Полевица гигантская//Каталог мировой коллекции ВИР. Л. ВИР, 1980. Вып. 297. 54 с.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

В. И. Буренин, А. М. Артемьева, И.А. Храпалова, Т. М. Пискунова,
Л.И. Шашилова

У видов рода *Brassica* L. идентифицированы гены, обуславливающие проявление параллельной изменчивости морфологических, биохимических, иммунологических признаков. Особенно важны параллельные ряды по селекционно-ценным признакам устойчивости к патогенам и свойствам генеративных органов растений (самонесовместимость, мужская стерильность), используемых для получения гибридных семян в селекции на гетерозис. В результате анализа 10 видов рода *Lycopersicon* (Tourn.) Mill. показано, что в культурном виде *L. esculentum* Mill. сосредоточены практически все основные морфолого-биологические признаки, присущие дикорастущим видам. Полученные экспериментальные данные важны для уточнения классификации рода, так как по ней до сих пор нет единого мнения у исследователей. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости в роде *Beta* L. проявляется по целому ряду признаков генеративной сферы. В этом отношении наглядным примером является раздельноплодность (односемянность), которая характерна для дикорастущих канарских видов. Позднее раздельноплодные формы были найдены и у культурной свеклы. Параллелизм в наследственной изменчивости по наиболее важным для селекции морфологическим и биологическим признакам установлен у видов рода *Cucurbita* L. Проанализирована хронология нахождения ранее неизвестных признаков у отдельных видов, что подтверждает закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. В результате исследований выявлена закономерность проявления признаков дикорастущих видов в сортах культурного вида *Lactuca sativa* L.

LAWS OF HEREDITARY VARIABILITY IN VEGETABLE AND CUCURBIT CROPS

V. I. Burenin, A. M. Artemyeva, I. A. Khrapalova, T.M. Piskunova, L.I. Shashilova

The genes causing development of parallel variability of morphological, biochemical, immunochemical characters in the species of *Brassica* L. are identified. Of special importance are parallel lines arranged according to valuable breeding characters, such as resistance to pathogens and generative plant properties (self-incompatibility, male sterility), used in heterosis breeding. As a result of analyzing 10 species of *Lycopersicon* (Tourn.) Mill., it is shown that all basic morphological and biological characters inherent in wild species are practically concentrated in the cultivated species *L. esculentum* Mill.. The experimental data obtained are important for specifying classification of the genus, as researchers have not yet worked out a common opinion on it. The law of homological series in hereditary variation in genus *Beta* L. is shown on numerous generative characters. A convincing example is presented by monogermicity, characteristic of wild species from the Canaries. Later, monogerm forms were found in cultivated beet as well. Parallelism is found in the hereditary variability of morphological and biological characters within gen. *Cucurbita* L. The chronology of discovering previously unknown characters in separate species was analysed, and the results confirmed the N.I. Vavilov's law of homological series in hereditary variation. Such research helped to find regularities in the expression of wild species traits in the cultivars of domesticated *Lactuca sativa* L.

Закону гомологических рядов в наследственной изменчивости Николай Иванович Вавилов посвятил ряд классических статей (Вавилов, 1965; 1987). Сначала ему удалось установить закономерности гомологии в границах отдельных видов, затем у ряда видов, относящихся к одному роду и, наконец, у группы родов, относящихся к одному семейству. Гомологические ряды разнообразия наследственных признаков Н.И. Вавилов представил в таблицах, в которых обобщил как результаты своих исследований, так и результаты исследований сотрудников института.

Изучение генетических ресурсов овощных и бахчевых культур на всех этапах формирования коллекций ВИР было и остается важнейшим направлением исследований, позволяющим их систематизировать, а также выявить источники селекционно-ценных признаков.

В настоящее время овощные и бахчевые культуры представлены более чем 50 тыс. образцов и включают 27 семейств, 145 родов и 475 видов. Всестороннее изучение этого мирового разнообразия позволило разработать внутривидовые классификации основных овощных культур, уточнить центры происхождения и формообразования ряда культур; предложены оригинальные гипотезы эволюции и филогении. Существенный вклад сделан в разработку теоретических основ селекции, включая селекцию на гетерозис с использованием цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), самонесовместимости, полиплоидии, раздельноплодности. В процессе изучения коллекций накоплены новые данные, подтверждающие и иллюстрирующие закон гомологических рядов в наследственной изменчивости.

Гомологические ряды в наследственной изменчивости у разных сельскохозяйственных культур значительно различаются, что связано с особенностями их биологии, ареалом, системой адаптации. Учитывая значимость исследований в этом направлении, нами сделана попытка проанализировать и сравнить характер изменчивости селекционно-важных признаков основных овощных культур.

Капуста

Виды рода *Brassica* L. разделены на два подрода: *Brassica* (27 видов) и *Brassicaria* (Godr.) Gomez-Campo (11 видов). Подрод *Brassica* включает пять секций: *Brassica*, *Rapa* (Miller) Salmeen, *Micropodium* DC., *Brassicoides* Boiss., *Sinapistrum* Willkomm (Gomez-Campo, 1999).

Секция *Brassica* объединяет капусту огородную *B. oleracea* (геном С), родственные ей дикие виды (n=9), а также абиссинскую капусту *B. carinata* Braun, представляющую собой естественный амфидиплоид (BC).

Секция *Rapa* объединяет овощные (листовые и корнеплодные) и масличные растения вида *B. rapa* L. (геном А), а также рапс *B. napus* L. (AC) и индийскую (сарептскую) горчицу *B. juncea* (L.) Czern. (AB).

Считают, что виды *B. oleracea* и *B. rapa* не только филогенетически близки, но, вероятно, геном А произошел позже от уже сформированного С генома, а вид *B. nigra* (n=8) – горчица черная удален от них и представляет собой вторую линию эволюции рода *Brassica* от единого предкового генома (Hosaka at al., 1990; Quiros at al., 1991; Demeke at al., 1992). Аллополиплоидные виды – *B. carinata*, *B. juncea* и *B. napus* возникли вследствие множественной естественной межвидовой гибридизации. Установлено, что *B. nigra* и *B. rapa* явились донорами цитоплазмы для *B. carinata* и *B. juncea*, соответственно (Warwick and Black, 1991; Pradhan at al., 1992), а *B. oleracea* – для *B. napus* (Gomez-Campo, 1999).

Антропоморфные культуры основных видов рода *B. oleracea*, *B. rapa* и *B. napus* возникли за короткое в историческом отношении время в результате доместикации и представляют широкий спектр изменчивости по многим признакам, в том числе обнаруживая параллелизм изменчивости.

У видов рода *Brassica* идентифицированы гены, отвечающие за проявление морфологических, биохимических, иммунологических признаков, при этом одни и те же гены ответственны за сходные признаки у близких видов. Так, параллельная фенотипическая изменчивость, обусловленная действием гомологичных генов, наблюдается по окраске семени, проростка, гипокотыля, листьев, коры и мякоти корнеплода, лепестков, целого растения, габитусу растения, форме листа, поверхности ткани листа, наличию-отсутствию опушения, воскового налета, апеталоидности. Установлены одни и те же гены, отвечающие за протекание биохимических процессов: за синтез изоэнзимов, глюкозинолатов и жирных кислот семян (Seguin-Swartz at al., 1997).

Важным свойством видов рода *Brassica* является самонесовместимость (самостерильность), которая широко используется при получении гибридных семян. Род *Brassica* служит модельным объектом при изучении особенностей спорофитной системы самонесовместимости. Наличие самонесовместимости у *Brassica* установил Ч. Дарвин, позже Н. L. Price (Price, 1912) отметил явление самостерильности у разновидностей *B. oleracea*. Позднее была описана самонесовместимость у кочанной и брюссельской капусты, кольраби, брокколи, пекинской капусты

(Лизгунова, 1984), а также у близкого *Brassica* рода *Raphanus* L. – редиса. Самосовместимостью отличается цветная капуста европейского происхождения. Однако в популяциях цветной капусты тропического типа из Индии также были найдены самонесовместимые растения. Мультиаллельный ген самонесовместимости *S* обнаружен у родов *Capsella*, *Cardamine*, *Iberis*, *Leavenworthia*, *Lesquerella*, *Sinapis* семейства *Brassicaceae* (Warwick and Black, 1991). Существует общая закономерность: дигеномные виды *Brassica* (*B. juncea*, *B. carinata*, *B. napus*) являются самосовместимыми и автогамными, а моногеномные виды обнаруживают самонесовместимость и аллогамность. Вместе с тем, недавно установлена самонесовместимость у рапса, являющегося дигеномным видом (геном AC) (Tompson, 1979).

Широко используется для получения гибридов первого поколения в гетерозисной селекции явление мужской стерильности. У капусты обнаружена ядерная мужская стерильность (ЯМС), которая используется главным образом в производстве гибридов цветной капусты, почти полностью самосовместимой. Значительно более удобная для использования цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) была передана капусте огородной от редиса, горчицы черной, азиатским капустным культурам – от рапса.

В небольших объемах в гетерозисной селекции используются в качестве материнской формы при свободном переопылении сортов линии с ярко-зелеными листьями без воскового налета. Гены, обуславливающие отсутствие воска, идентифицированы у капусты, репы, рапса, горчицы сарептской.

Полиплоидный ряд рода *Brassica* $2n=16, 18, 20, 22, 24, 30, 36, 38, 40, 56, 72$. Экспериментально получены триплоиды и тетраплоиды *B. oleracea* и *B. rapa*. Автополиплоидия успешно используется в селекции листовой капусты и кольраби (Фадеева, и др., 1980).

Одной из главных задач современной селекции *Brassica* является создание форм, устойчивых к многочисленным болезням. Здесь гены устойчивости, найденные хотя бы в одном из видов, успешно передаются родственным видам. Так, у видов *B. oleracea* и *B. rapa* устойчивости к белой ржавчине не найдено, однако идентифицированы гены устойчивости у горчицы черной и сарептской, рапса и редиса (табл. 1). Устойчивость к сосудистому бактериозу несут некоторые формы капусты огородной, абиссинской, горчицы сарептской и рапса, устойчивость к черной ножке – формы рапса и горчицы сарептской. Гены килоустойчивости идентифицированы у вида *B. rapa*.

По длительности цикла развития основные виды рода *Brassica* однолетние и двулетние; только дикие средиземноморские виды, родственные огородной капусте – многолетние.

Таблица 1. Параллелизм наследственной изменчивости в родах *Brassica* и *Raphanus*

Признак	Вид					
	<i>B. oleracea</i>	<i>B. rapa</i>	<i>B. nigra</i>	<i>B. napus</i>	<i>B. juncea</i>	<i>R. sativus</i>
Мужская стерильность	ms, ms1,2,4,5,6, B,C, ms-1,2,4	ms	ms	Ms, Ms1, ms1,2		ms
Восстановитель фертильности	Rf1, Rf2	Rf1, Rf2	Rf1, Rf2	MsA,C, Rf, Rfp1, Rfp2		Rf1, Rf2
Само-несовместимость	pBOS5-1,2,3, S, T	G – гаметофитная, m – супрессор самонесовместимости, mod – репрессор S-аллелей в рыльце, S	S	S		G, I, S
Устойчивость к белой ржавчине			Ac2	Ac7-1,2,3	ac1, Ac2	Ac1
Устойчивость к сосудистому бактериозу	a, B, f			bm, Br	bm, Br	
Устойчивость к черной ножке				Bl1,2,3, LmFr1, LmR1, Lm1,2, Rlm1, Rlm2	Bl1,2,3	
Килоустойчивость	pb1,2	A, B, C, Pb1,2,3				
Устойчивость к пероноспорозу	PPA3, R1, R2					
Содержание эруковой кислоты	Ec	A, EA	EB	A, E (Ea, Eb, Ec, Ed)	E	

Интересен параллелизм в формировании антропоморфного продуктового органа у близких видов *B. oleracea* и *B. rapa*. В пищу у обоих видов употребляются листья, кочаны, соцветия; кольраби вида *B. oleracea* формирует стеблеплод, репа вида *B. rapa* – корнеплод. Известны

черешковые формы китайской капусты (*B. rapa*), в то время как черешковых форм *B. oleracea* нет. Следует отметить, что ресинтезирована форма рапса *B. napus*, образующая кочан, хотя среди природных и ранее возделываемых кочанных форм рапса не было. Дело в том, что элементарные виды представлены многочисленными формами, и ресинтезированные аллополипоиды с одинаковым геномным составом могут быть различны морфологически. При ресинтезе в данном случае в скрещивании с *B. rapa* использовали кочанную *B. oleracea*, и среди амфидиплоидов были растения с признаком кочанной родительской формы.

Томат

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости как нельзя лучше ложится в рамки рода *Lycopersicon* (Tourn.) Mill. В таблице 2 приведены признаки томата, позволяющие судить о гомологии и параллелизме в пределах рода.

Наиболее характерное проявление закона гомологических рядов у исследованных видов томата наблюдается: по индетерминантности (у 9 видов из 10), слабой опушенности стебля (у 9 из 10), окраске листа темно-зеленой (у 8 из 10) и зеленой с антоцианом (у 10), по неветвящемуся (у 10) и однократно разветвленному соцветию (у 9 из 10 видов). Определенный параллелизм отмечен по стелющейся форме куста и форме долей. В культурном виде *L. esculentum* Mill. оказались собраны все признаки дикорастущих видов рода.

1. Анализ видового разнообразия томата также свидетельствует о четко выраженном параллелизме в культуре на уровне вида. Причем проявление в культурном виде *L. esculentum* Mill. практически всех признаков или их черт наиболее явно подтверждает эволюционность процессов в культуре томата. Еще более сильно параллелизм проявляется на уровне разновидностей, подразновидностей, формы, подформы, что дает возможность уточнить внутривидовую классификацию в роде *Lycopersicon* (Tourn.) Mill. Современная классификация рода *Lycopersicon* (Tourn.) Mill. нами разработана на основе изучения мировой коллекции томата ВИР, насчитывающей более 7250 образцов и представленной 3 подродами, 10 видами, 1 подвидом, 1 группой разновидностей, 24 разновидностями, 61 подразновидностью томата (1999, 2001 гг.). Эта же характеристика рода представлена на сайте ВИР «Евро БД томата». Совместно с учеными из ИОГЕН проводился RAPD и ISSR-анализ видового разнообразия рода *Lycopersicon*. Данные этих исследований не дали повода для его объединения с родом *Solanum* L., как предлагают некоторые авторы (Peralta and Spooner, 2000; 2001).

Таблица 2. Общая схема параллелизма видового и внутривидового разнообразия рода *Lycopersicon* (Tourn.) Mill.

Признаки	<i>L. pennellii</i>	<i>L. peruvianum</i>	<i>L. chilense</i>	<i>L. hirsutum</i>	<i>L. glandulosum</i>	<i>L. chmielewskii</i>	<i>L. parviflorum</i>	<i>L. pimpinellifolium</i>	<i>L. cheesmanii</i>	<i>L. esculentum</i>
Индетерминантный тип роста		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Стелющаяся форма куста		+	+		+	+	+	+		+
Опушенность стебля:										
– отсутствует		+	+	+	+	+	+	+		+
– слабая	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Окраска листа:										
– темно-зеленая	+	+	+	+	+		+	+	+	+
– серо-зеленая	+	+	+	+	+	+	+			
– зеленая с антоцианом	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Форма долей листа:										
– широколанцетная	+	+	+	+	+	+	+		+	+
– ланцетная		+	+		+	+	+			+
Тип соцветия:										
– простое (неветвящееся)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
– промежуточное (однократно разветвленное)		+	+	+	+	+	+	+	+	+
– сложное (многократно разветвленное)		+	+	+	+			+	+	+
Окраска цветка:										
– желтая	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
– темно-желтая	+	+	+	+	+			+	+	+
– желто-оранжевая		+	+	+	+			+	+	+
Окраска незрелого плода:										
– зеленая с темными полосами	+	+	+	+	+					+
– зеленая с антоцианом		+	+	+	+	+	+			+
Окраска зрелого плода:										
– желтая		+	+	+	+			+	+	+
– с антоцианом (пятно, полосы)	+	+	+	+	+	+	+			+

Свекла

Род *Beta* L. включает 15 видов, объединенных в три секции: 1 – *Patellares* (Канарская), 3 вида; 2 – *Corollinae* (Горная), 6 видов; 3 – *Beta* (Обыкновенная), 6 видов, включая два культурных. Виды 1-ой секции практически не скрещиваются с другими видами; по-видимому, их геномы значительно дивергировали. Скрещивание видов 2-й секции с культурными проходит с трудом и гибриды нередко стерильные; следовательно, у этих видов также значительные различия по геномному составу. Виды 3-й секции скрещиваются легко, дают плодовитое потомство, что свидетельствует о наличии у них общего генома.

Классификатор рода *Beta* L. включает для описания 41 признак, объединенные в 5 групп по первому году жизни растений и в 4 – по второму. Для сравнительного анализа были взяты 11 наиболее важных признаков (табл. 3). Из табл. 3 видно, что различия между секциями по признакам вегетативной сферы в основном касаются формирования утолщенных корней/корнеплодов и прямостоячих семенных растений (отсутствовали у видов 1-й секции). Сходство у всех видов рода отмечено по: окраске гипокотилия и семядолей, склонности плодов к осыпанию.

Таблица 3. Параллелизм в проявлении признаков у разных видов рода *Beta* L.

Признак	Число видов по секциям				
	<i>Patellares</i>	<i>Corollinae</i>	<i>Beta</i>	в том числе	
	(3)	(6)	(6)	<i>B. vulgaris</i>	<i>B. cicla</i>
Цикл развития:					
-однолетний	–	–	2	– +	–
-двулетний	–	–	2	+	+
-многолетний	3	6	2	+	+
Устойчивость к болезням	3	6	1	–	–
Склонность к:					
-апомиксису	–	1	1	– +	–
-	1	1	1	+	–
самосовместимости	1	3	1	– +	–
-полиплоидии					
Проявление ЦМС	–	–	2	– +	–
Раздельноплодность	3	2	1	– +	–

Примечание. Знак (+) означает наличие признака; (–) – отсутствие; (– +) – признак выявлен позднее; в скобках – число видов

Несколько иная картина наблюдается в генеративной сфере, в особенности, по раздельноплодности (односемянности). В роде *Beta* L. ранее было описано 5 дикорастущих видов, характеризующихся раздельноплодностью: три – в секции Канарской и шесть – Горной. В

секции Обыкновенной свеклы раздельноплодные формы отсутствовали. Согласно закону гомологических рядов в наследственной изменчивости, можно было предположить возникновение таких форм и у Обыкновенной свеклы, что подтвердилось дальнейшими исследованиями. В 1932 г. О.К. Коломиец в Украине сообщила о частично раздельноплодных растениях, найденных ею в семеноводческих посевах сахарной свеклы. В 1958 г. В.Ф. Савицкий публикует в США информацию о двух мутантах сахарной свеклы со 100%-ной раздельноплодностью. Материалы О. К. Коломиец и В.Ф. Савицкого послужили основой для создания первых раздельноплодных сортов и гибридов в нашей стране и за рубежом. Позднее G. Coe, D. Stewart (Coe, Stewart, 1977) нашли раздельноплодные биотипы в популяциях дикорастущей Приморской свеклы этой же секции, что еще раз подтвердило объективность закона, установленного Н.И. Вавиловым.

По длительности цикла развития виды Канарской и Горной свеклы – многолетники; виды Обыкновенной свеклы – одно-, дву- и многолетники. Характерно, что культурные виды – типичные двулетники, но в определенных условиях (длительный вегетационный период, мягкие зимы) они способны давать семенное потомство 4-5 лет и более. Это свойство растений свеклы используется селекционерами для сохранения и размножения ценных генотипов. Кроме того, сорта двулетней свеклы при воздействии на проростки и всходы пониженными температурами проявляют склонность к однолетности, что также используется селекционерами для проведения ускоренной (на ранних этапах) апробации семенных растений по признакам раздельноплодности, ЦМС и др.

Параллелизм в роде *Beta* L. проявляется по уровню пloidности; полиплоидный ряд у дикорастущих видов следующий: 2х, 3х, 4х, 5х, 6х. У культурной свеклы ранее не известно было о полиплоидных формах; позднее они были получены искусственным путем с помощью колхицина и аценафтена и широко используются в гетерозисной селекции (Буренин, 1975).

Важным свойством растения свеклы является самосовместимость (самофертильность), позволяющая получать семенное потомство при неблагоприятных условиях опыления (длительный дождливый период, сильные туманы). О склонности к самосовместимости было давно известно у дикорастущих видов *B. patellaris*, *B. lomatogona* и *B. maritima* (предполагаемого предка культурной свеклы). Самосовместимость у культурной свеклы впервые была обнаружена в Украине Т.Ф. Гринько (Гринько, 1929). В настоящее время самосовместимые формы используются для получения самоопыленных линий и использования их в селекции на гетерозис. Наряду с этим, для получения потомств от самоопыления у культурной свеклы используется явление так называемой физиологической совместимости, проявляющейся при пониженной (12-14°C) температуре во время цветения (Харечко-Савицкая, 1940). Это свойство, по-видимому, заимствовано культурными сортами от дикорастущей свеклы (Красочкин, 1971).

Сложной проблемой у свеклы является устойчивость к болезням. Среди дикорастущих видов комплексной устойчивостью к наиболее вредоносным болезням и нематоде обладает Канарская свекла. Однако скрещивание ее с культурной, как уже сообщалось ранее, пока не удается из-за больших различий на геномном уровне. В практическом плане удачной оказалось гибридизация сортов сахарной свеклы с дикорастущей Приморской; в результате культурной свекле была передана устойчивость к церкоспорозу (Красочкин, 1971; Буренин, 1975).

В связи с применением сеялок точного высева, нужны плодики округлой формы, обеспечивающие равномерное их размещение посевных бороздках. Округлая форма плодиков характерна для Канарских видов и *B. lomatogona*. Однако передать этот признак от диких видов культурной свекле пока не удалось. Возможно, эта важная проблема будет решена с использованием современных биотехнологических методов.

Тыква

Род *Cucurbita* L. объединяет пять культурных видов и 16 дикорастущих. В нашей стране возделываются три вида: тыква крупноплодная – *C. maxima* Duch., тыква твердокорая - *C. pepo* L., тыква мускатная – *C. moschata* Duch. ex Poir. Все разнообразие форм тыквы крупноплодной отнесено к четырем подвидам; тыква мускатная включает шесть подвидов; тыква твердокорая объединяет четыре подвида. Кабачки и патиссоны относятся к кустовому подвиду твердокорой тыквы как разновидности: var. *giraumonas* Duch. и var. *melopepo* (L.) Fil. В естественных условиях возделывания виды тыквы не скрещиваются между собой. Используя различные методы преодоления нескрещиваемости, большинство авторов пришли к выводу, что наилучшие результаты получаются при гибридизации *C. maxima* и *C. pepo* с *C. moschata*; между собой эти виды скрещиваются с трудом (Фурса, Филов, 1982).

Таблица 4. Гомологические ряды у видов рода *Cucurbita* L.

Наследственно варьирующие признаки	<i>C. maxima</i>	<i>C. pepo</i>	<i>C. moschata</i>
Кустовой габитус растения	+	+	– +
Опушенность стебля (мягкое опушение)	+	– +	+
Темно-зеленый стебель	+	+	–
Рассеченность листовой пластинки	– +	+	+
Желто-зеленые молодые листья	+	+	– +
Белая пятнистость листа	– +	– +	+
Мужская стерильность	+	+	–
Стерильность (мужская и женская)	+	+	–
Голосемянность	– +	+	– +

Примечание. Знак (+) означает наличие признака; (–) – отсутствие; (– +) – признак выявлен позднее

Род *Cucurbita* L. является одним из самых полиморфных в семействе *Cucurbitaceae* Juss. Параллелизм в наследственной изменчивости видов тыквы, отмеченный Н.И. Вавиловым, наблюдается на целом ряде морфологических и биологических признаков. Представляет интерес проследить действие закона гомологических рядов по наиболее селекционно значимым из них (табл. 4).

Использование мужской стерильности значительно повышает эффективность гибридной селекции. Впервые мутация с мужской стерильностью, которая проявлялась в отсутствии пыльцы, была обнаружена в 1944 г. у тыквы крупноплодной, затем у тыквы твердокорой. Другая мутация с мужской стерильностью, у которой цветки не отличались от нормальных, но имели узкие и щуплые тычинки, была описана Н. Eisa, Н.М. Munger у тыквы твердокорой в 1966 г. (Eisa, Munger, 1966). В 1993 г. К.Е. Дютин обнаружил стерильный мутант у сорта патиссона *Englischer gelber* (Дютин, 2000). Всего у тыквы идентифицировано три неаллельных гена мужской стерильности *ms-1*, *ms-2*, *ms-3*.

Кустовой *габитус* растения является наиболее экономически важным признаком. Кустовые формы тыквы являются филогенетически более молодыми, чем плетистые. Н.И. Вавилов отмечал, что кустовость можно рассматривать как последний этап постепенного изменения жизненной формы внутри семейства Тыквенные – от лиан через стелющиеся растения к кустовым прямостоячим формам, которые в разных систематических группах проявлялись в то или иное время. У двух видов тыквы (твердокорой и крупноплодной) мелкоплодные кустовые формы известны уже давно и возделывались еще индейцами Америки. Генетика кустовости была изучена D.W. Denna, Н.М. Munger (Denna, Munger, 1963), O. Shifriss (Gomez-Campo, 1999; Shifriss, 1947), которые установили, что одна пара генов контролирует выраженность кустовости у видов *C. pepo* и *C. maxima*. О нахождении кустовых форм у мускатной тыквы при самоопылении семян образца *F₃ bush B×60* впервые было сообщено Е.М. Meader, Lib Hung в 1964 г. (Meadar, 1964). В отечественной селекции до последнего времени таких форм не было, и лишь недавно кустовая линия мускатной тыквы КЛ 745 впервые получена Г.А. Техановичем на Кубанской опытной станции ВИР.

Голосемянность является ценным хозяйственным признаком, особенно для масличной тыквы. Семена у таких сортов не имеют семенной оболочки, и зародыш заключен только в нуцеллус. Отсутствие семенной оболочки является результатом ингибирования утолщения и лигнификации клеточных стенок. Впервые признак голосемянности была отмечен у твердокорой тыквы *C. pepo* L. И. Гребенщиков (Grebenscikov, 1954), изучая характер наследования голосемянности, представил убедительные доказательства, что у вида *C. pepo* признак контролируется одним рецессивным геном *n*. F. Weiling (Weiling, 1966) впервые получил

голосемянные формы у крупноплодной тыквы при межвидовом скрещивании *C. pepo* и *C. maxima*. К.Е. Дютин в 1979 г. в гибридной комбинации F₃ Прикорневая х Грибовская зимняя (*C. maxima*) обнаружил растения с полным или частичным отсутствием семенной оболочки. В последующих исследованиях установлено, что признак голосемянности у *C. maxima* также контролируется одним рецессивным геном (Дютин, 2000). Затем в КНР в 1987 г. были обнаружены голосемянные формы у тыквы мускатной *C. moschata* Dush. ex Poir. Установлено, что признак голосемянности у тыквы мускатной контролируется двумя рецессивными генами (Zhou, 1987).

Признак *партенокарпии* (завязывание плодов без оплодотворения) очень важен для кабачка в условиях недостаточного опыления (выращивание под пленочными укрытиями, использование сортов преимущественно женского типа цветения, уменьшение популяций насекомых-опылителей или их неактивность при дождливой пасмурной погоде и пониженных температурах). В семействе *Cucurbitaceae* Juss. этот признак известен уже давно. Впервые партенокарпические формы обнаружены у огурца в 1902 г. Первые попытки получения партенокарпических плодов у тыквы путем изоляции женских цветков закончились неудачей. В дальнейших исследованиях образование партенокарпических плодов у тыквы наблюдали лишь при обработке стимуляторами роста. Первые партенокарпические формы кабачка с генетической обусловленностью этого признака были получены А. Nijs и N. Veldhuyzen den Zanten в 1982 г. (Nijs, 1982). Ими создана первая партенокарпическая линия кабачка DG-4, которая затем была использована и другими учеными в исследованиях по партенокарпии. Генетический контроль признака впервые был определен у партенокарпической линии Whitaker на экспериментальной станции по овощным культурам в Бразилии. В результате гибридологического анализа установлено, что наследование признака носит доминантный характер с аддитивным эффектом (Menezes et al., 2005).

Маркерные признаки. Представляют интерес для использования в качестве маркеров в селекционных и генетических исследованиях хлорофильные мутации типа *virescens*, имеющие желто-зеленую окраску семядольных или молодых листьев, которые в дальнейшем становятся зелеными и растения развиваются нормально. Мутация типа *virescens* была обнаружена в 1976 г. у тыквы крупноплодной Golden Delicious К.А. Дютиным. В результате гибридологического анализа установлено, что признак контролируется одним рецессивным геном *v*. В 2000 г. А.Г. Елацковой была выделена жизнеспособная хлорофильная мутация на растениях кабачка у гибридной комбинации F₂ Скворушка х Ролик. В Пушкинском филиале ВИР в 2000-2006 гг. идентифицированы 7 образцов из коллекции ВИР, принадлежащих двум видам тыквы (*C. maxima* и *C. pepo*) с геном *v*.

К маркерным признакам можно отнести также пятнистость и рассеченность листьев и опушение стебля, по которым также

прослеживается параллелизм в наследственной изменчивости. Так, селекционерам в последние годы удалось получить формы кабачка с мягким опушением стеблей и листьев, которое изначально было свойственно только видам *C. maxima* и *C. moschata*. Серебристая пятнистость листьев, присущая мускатной тыкве, позднее была обнаружена и у двух других видов тыквы – твердокорой и крупноплодной. Мутант с рассеченный листом, характерным для твердокорой и мускатной тыквы, был обнаружен К.Е. Дютиным на посевах крупноплодной тыквы в 1975 г.

Параллельные ряды в наследственной изменчивости у семейства *Cucurbitaceae* Juss. наблюдаются также и по типу цветения. Формы с преимущественно женским типом цветения сначала были найдены у огурца и дыни. Позднее были созданы сорта кабачка типа цуккини с преимущественно женским типом цветения. А.Г. Елацкова сообщает о нахождении таких форм у тыквы мускатной (Елацкова, 2006).

Салат

Согласно классификации, предложенной на основе использования данных по морфологии, анатомии, кариологии, биохимии и молекулярной биологии, род *Lactuca* L., произрастающий на европейской территории, разделен на семь секций: *Lactuca* [subsect. *Lactuca* and *Cyanicae*], *Phoenixopus*, *Mulgedium*, *Lactucopsis*, *Tuberosae*, *Micranthae* и *Sororiae* (Lebeda et al., 1999). Представители шести секций рода *Lactuca* L. характеризуются одинаковым числом хромосом $n = 9$, в секции *Micranthae* $n=8$.

Таблица 5. Параллелизм в проявлении сходных признаков у разных видов рода *Lactuca* L.

Признак		<i>L. virosa</i> L.	<i>L. altaica</i> Fisch & C.A. Meyer	<i>L. dregeana</i> DC	<i>L. perennis</i> L.	<i>L. saligna</i> L.	<i>L. serriola</i> L.	<i>L. quercina</i> L.	<i>L. sativa</i> L.
Заложение ветвей 1-го порядка на стебле	От основания		+			+	+		+
	По всему стеблю			+				+	+
	Только в верх. части	+			+				+
Опушение стебля	Гладкий	+	+						+
	Опушенный			+					+
	Волосистый				+				+
	Колючий						+		
Антоциановая окраска стебля	Отсутствует	+				+			+
	В нижней части						+		+
	По всему стеблю			+				+	+
Окраска семян	Оранжевые		+						+
	Коричневые				+	+		+	+

	Серые						+		+
	Черные	+		+					+

Наиболее часто в селекцию привлекаются дикие виды, относящиеся к секции *Lactuca*, subsect. *Lactuca*, куда входит и культурный вид *L. sativa*. Культурный вид относительно легко скрещивается в обоих направлениях с *L. serriola*, *L. altaica* и *L. aculeata*; с некоторыми сложностями – с *L. saligna* и *L. virosa*. В естественных популяциях встречаются спонтанные гибриды *L. serriola* × *L. aculeata*, *L. serriola* × *L. dregeana*, *L. serriola* × *L. altaica*, *L. serriola* × *L. saligna*, *L. saligna* × *L. altaica*.

Классификатор рода *Lactuca* L. включает для описания 66 признаков, а классификатор культурного вида *L. sativa*. – 116 признаков. В классификатор культурного вида *L. sativa* дополнительно включены признаки, относящиеся только к культурному виду – такие, как наличие кочана, а также связанные с кочаном признаки и некоторые признаки листовой пластинки (табл. 5).

В табл. 5 представлены признаки рода *Lactuca* L: семи диких видов и *L. sativa* L. – культурного вида. Салат относится к овощным зеленым культурам, главным продуктовым органом которого является лист. Преимущественно по этому органу велась селекция. Характерно, что любая форма листа диких видов имеет свое отражение в культурном виде. Эта закономерность прослеживается не только по признакам листа, но и по другим признакам. Такие присущие отдельным видам признаки, как наличие антоциана на стебле и листьях, его расположение, а также интенсивность, встречаются у разных сортов культурного вида. Наличие шипиков и волосков на стебле – нежелательный признак для культурного салата, который сохраняется на центральной жилке некоторых сортов разновидности *Longifolia* L. (*Cos*) – длиннолистная.

Таким образом, результаты проведенных исследований генофонда овощных и бахчевых культур подтверждают закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. При этом идентифицирован ряд ранее неизвестных признаков у отдельных видов, что способствует выявлению нового исходного материала для селекционного использования.

ЛИТЕРАТУРА

- Буренин В.И. Селекция и семеноводство свеклы в ГДР. М. "Колос". 1975. 87 с.
Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Л.: 1987. 256 с.
Вавилов Н.И. Избранные труды. Т. V. «Наука». М.-Л. 1965 г. С. 179-220.
Гринько Т.Ф. Самоопыление у сахарной свеклы // Тр. Всесоюзного ЦИНС. 1929, вып. 2. С. 179-182.
Дарвин Ч. Сочинения. Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире. М.-Л. 1950. Т. 6.

- Дютин К.Е. Генетика и селекция бахчевых культур. М., 2000. 231 с.
- Елацкова А.Г. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова и его роль в развитии селекции на примере семейства Cucurbitaceae Juss. // Современное состояние овощеводства. Сб. науч. тр. КНИИОКХ. Краснодар. 2006. С. 215-220.
- Классификатор Descriptors List genus *Lycopersicon* Mill. – Praha. 1988. – С. 40.
- Красочкин В.Т. Свекла // Культурная флора СССР. 1., 1971. С. 7-266.
- Лизгунова Т.В. Культурная Флора СССР. Капуста. Л. 1984. Т. 11. 328 с.
- Международный классификатор СЭВ рода *Lycopersicon* Tourn. Л. 1986. С.40.
- Фадеева Т.С., Соснихина С.П., Черкаева Н.М. Сравнительная генетика растений. Л. 1980. 248 с.
- Фурса Т.Б., Филов А.И. Культурная флора СССР. Т. 21. Тыквенные. М.: Колос. 1982. 279 с.
- Харечко-Савицкая Е.И. Цитология и эмбриология сахарной свеклы // Свекловодство. – Киев, 1940. Т. 1. С. 454-548.
- Храпалова И.А. История таксономии и номенклатуры рода *Lycopersicon* (Solanaceae). Труды по прикл. бот., ген. и сел. Т. 157. СПб. 1999. С. 13-24.
- Храпалова И.А. Род *Lycopersicon* (Tourn.)Mill. Труды по прикл. бот., ген. и сел. Т. 157. СПб.1999. – С. 24-55.
- Храпалова И.А. Томат – *Lycopersicon* (Tourn.)Mill. // Генетические коллекции овощных растений. Часть 3. СПб. 2001. С. 18 - 82.
- Храпалова И.А., Буренин В.И. Таксономическое разнообразие семейства Solanaceae. // Генетические коллекции овощных растений. Часть 3. СПб. 2001. С. 239-243.
- Храпалова И.А.(ВИР), Рыжова Н.Н., Пухальский В.А., Кочиева Е.З.(ИОГен) Филогенетические отношения видов рода *Lycopersicon* (Tourn.) Mill. и молекулярные данные RAPD-и ISSR-анализов. // Генетические коллекции овощных растений. Часть 3. СПб. 2001. С. 244 - 251.
- Coe G., Stewart D. Cytoplasmic male sterility, self-fertility and mono germiness in *Beta maritima* L. // Journ. Am. Soc. Sugar Beet Techn. 1977. V. 19, № 3. P. 257—26.
- Demeke T., Adams R.P., Chibbar R. Potential taxonomic use of random amplified polymorphic DNA (RAPD): a case study in *Brassica*. // Theor. Appl. Genet. 1992. V.84. P. 990-994.
- Denna D.W., Munger H.M. Morfology of the bush and vine habits and the allelism of the bush genes in *Cucurbita maxima* and *C. pepo* squash. // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1963. V.82. P. 370-377.
- Descriptors for Tomato (*Lycopersicon* spp.) – IPGRI, Rome, Italy. 1996. P. 44.
- Eisa H., Munger H.M. Male sterility in *Cucurbita pepo* // Proc. of the XVII Inter. Hort. Cong. 1966. V. 1. P. 48.
- Gomez-Campo C. Taxonomy. In: Biology of *Brassica* coenospecies. Amsterdam-Laussann-New York-Shannon-Singapore-Tokyo. 1999. P. 3-32.
- Grebensikov I. Notulae Cucurbitological. I. Zur Vererbung der Bitterkeit und Kurztriebigkeit bei *Cucurbita pepo* L. Kulturpflanze. 1954. Bd.2. S. 145-154.
- Hosaka K., Kianian S.F., McGrath J.M., Quiros C.F. Development and chromosomal localization of genome-specific DNA markers of *Brassica* and the evolution of amphidiploids and n=9 diploid species. // Genome. 1990. V. 33. P. 131-142.
- Lebeda A., Pinc D.A.C., Astley D. // Description of morphological characters of wild *Lactuca* L. spp. genetic resources. Kluwer Academic Publishers. 2002. P. 85-118.
- Meader E.M., Lib Hung. Bush *Cucurbita moschata*. // Vegetable Improvement Newsletter. No. 6. 1964. P. 2-3.
- Menezes C.B., Mahuf W.R., Azevedo S.M., Faria M.V., Nascimento I.R., Nogueira D.W., Gomes L.A., Bearzoti E. Inheritance of parthenocarpy in summer squash (*Cucurbita pepo* L.) // Genet. Mol. Res. 2005. V. 4(1). P. 39-46.

- Nijs A. P.M. and N.J.D. Veldhuyzen van Zanten.* Parthenocarpic fruit set in glasshouse grown zucchini squash // *Cucurbit Genet. Coop. Rpt.* 1982. №. 5. P. 44-45.
- Peralta I.E. and Spooner D.M.* Classification of wild tomatoes: a review. V. 28(1). 2000. P. 45-54.
- Peralta I.E. and Spooner D.M.* Granule-bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst. Subsection *Lycopersicon*). // *American Journal of Botany.* 2001. V. 88(10). P. 1888-1902.
- Pradhan A.K., Prakash S., Mukhopadhyay A., Pental D.* Phylogeny of *Brassica* and allied genera based on variation in chloroplast and mitochondrial DNA patterns: molecular and taxonomic classification are incongruous. // *Theor. Appl. Genet.* 1992. V.85. P. 331-340.
- Price H.L.* Inheritance in cabbage hybrids. // *Ann. Rep. Virginia Politec. Inst. Agr. Exp. Stat.* 1912. P. 81-92.
- Quiros C.F., Hu J., This P., Chevre A.M., Delseny M.* Development and chromosomal localization of genome-specific markers by polymerase chain reaction in *Brassica*. // *Theor. Appl. Genet.* 1991. V. 81. P. 627-632.
- Savitsky V.F.* Genetische studien und Züchtungen bei monogermen Rüben. *Z. für Pflanzenzü-* Berlin, 1958. Bd. 40. N. 3. S. 1-36.
- Seguin-Swartz J., Warwick S.I., Searth R.* *Cruciferae*: Compendium of trait genetics. Canada, Saskatoon-Ottawa-Manitoba. 1997. 205 p.
- Shifriss O.* Developmental reversal of dominance in *Cucurbita pepo*. // *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1947. V.50. P. 330-346.
- Tompson K.* Application of recessive self-incompatibility to production of hybrid rapeseed. *Proc. of the 5th Internat. rapeseed conf., Malto.* 1979. V. 1. P. 56-59.
- Warwick S.I. and Black L.D.* Molecular systematics of *Brassica* and allied genes (subtribe *Brassicineae*) – chloroplast genome and cytodeme congruence. // *Theor. Appl. Genet.* 1991. V. 82. P. 81-92.
- Weiling F.* Weitere Untersuchungen an Nachkommen von Kurbis-Artbastarden // *Züchter.* 1966. Bd. 36. №2. S. 849-865.
- Zhou X.L.* A study on the breeding of naked kernel pumpkin and its genetic behavior. // *Acta Hort. Sin.* 1987. V. 14. №2. P. 115-118.

МИРОВОЙ ГЕНОФОНД КАРТОФЕЛЯ – ИСТОЧНИК ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

С.Д. Киру, Л.И. Костина, Е.В. Рогозина

Приводятся итоги многолетнего изучения мировой коллекции картофеля ВИР по важнейшим хозяйственно-ценным признакам. Отмечается значение экспедиций по сбору генетических ресурсов картофеля, организованных в Южную Америку, и значение открытого видового и внутривидового разнообразия культурного и дикорастущего картофеля. Рекомендуются для использования в качестве исходного материала для селекции выделившиеся из коллекции образцы культурных, диких видов и сортов картофеля, обладающие устойчивостью к наиболее вредоносным патогенам – фитофторозу, вирусам, картофельной нематоде. Отмечено значение вовлечения в гибридизацию диких видов картофеля с целью создания сортов с комплексом признаков, отвечающих современным требованиям.

THE GLOBAL POTATO GERMPLASM AS A SOURCE OF INITIAL MATERIAL FOR BREEDING

S. D. Kiru, L.I. Kostina, E.V. Rogozina

The results of long-term studying of a VIR world potato collection on the major valuable traits are presented. The value of expeditions for collecting potato genetic resources, organized in South America and of discovery of specific and intraspecific diversity of a cultivated and wild potatoes is marked. The singled out samples of cultivated and wild potato species and breeding cultivars, possessing by resistance to the most dangerous pathogens – late blight, to viruses, nematodes are recommended to use as initial material for breeding. A value of involving in hybridization of wild potato species with the purpose to create varieties with a complex of traits, corresponding to modern requirements is marked.

В 2007 г. исполняется 80 лет с начала создания мировой коллекции картофеля ВИР. Первые образцы коллекции были привезены из экспедиции, организованной по инициативе Н.И. Вавилова в Южную Америку в 1926–1927 гг. Сегодня мировой научной общественностью признано, что российские ученые были первооткрывателями видового разнообразия картофеля и его значения для селекции. Собранный и изученный материал позволил открыть новую эру в селекции этой культуры. Используемые до этого события сорта картофеля, полученные на

основе отбора из интродуцированных в Европу в XVI-XVIII вв. стародавних андийских и чилийских сортов или простых скрещиваний между ними, имели хорошие хозяйственные качества, но не обладали устойчивостью к различным биотическим и абиотическим факторам среды. Такая устойчивость возможна только у сортов, обладающих контролирующими ее генами. Возможность придания этого свойства новым создаваемым сортам культурных растений Н.И. Вавилов обосновал в своей работе «Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям» (Вавилов, 1919).

Интродуцированный из Южной Америки материал начали изучать уже в 1933–1935 гг. Первые же результаты исследований показали широкое видовое и внутривидовое разнообразие представителей рода *Solanum* не только по морфологическим, но и по анатомическим и цитологическим признакам. Было начато изучение плоидности интродуцированных образцов. В тридцатые же годы были проведены первые межвидовые скрещивания с целью изучения возможности гибридизации различных по плоидности видов. Изучение коллекции позволило выявить образцы различных видов картофеля, обладающие устойчивостью к болезням и пониженным температурам.

Одновременно было начато изучение интродуцированного материала на опытных станциях ВИР. Уже в 1934 г. на Полярной опытной станции И.А. и М.А. Веселовскими был получен первый сорт от межвидовой гибридизации – Имандра (Юбель х *S. andigenum*). Этот сорт обладал устойчивостью к раку картофеля, хотя целенаправленная селекция по этому признаку началась позже. Особые заслуги в деле развития отечественной селекции на основе межвидовой гибридизации принадлежат одному из ведущих ученых ВИР А.Я. Камеразу. В 1938 – 1940 гг. им в ВИРе был создан сорт Камераз в результате скрещивания *S. tuberosum* и *S. demissum*. После Великой Отечественной войны им были получены новые сорта картофеля – Волховский, Красносельский, Детскосельский, а также в соавторстве – Красноуфимский, Уральский, Уктусский, Пушкинский и др. С каждым годом в ВИРе расширялась работа по выделению и созданию исходного материала для селекции, который постоянно был востребован в селекцентрах страны

Дальнейшее изучение генофонда картофеля учеными ВИР позволило на практике доказать значение видового и внутривидового разнообразия картофеля для создания сортов с комплексом необходимых признаков. Из коллекции ежегодно выделялись десятки источников ценных для селекции признаков – устойчивости к грибным, вирусным, бактериальным болезням, картофельной нематодой.

Интрогрессия генов диких и культурных сородичей картофеля была столь плодотворной, что сегодня почти все возделываемые в производстве сорта картофеля являются межвидовыми гибридами.

Исходный материал для выведения универсальных сортов картофеля, сочетающих высокую продуктивность, раннеспелость, кулинарные и

технологические качества со стабильной устойчивостью к наиболее вредоносным болезням и вредителям постоянно выделяется из числа образцов мировой коллекции картофеля ВИР. Опубликованные в последние годы результаты многолетних исследований по селекции картофеля в разных регионах России свидетельствуют об изучении и проработке значительного количества сортов, гибридов, форм диких и культурных видов картофеля (Дорожкин, 2004; Киселев, Новоселов, 2001). Сложные межвидовые гибриды с комплексом хозяйственно-ценных признаков созданы на основе 24 видов, относящихся к 12 сериям: *Andigena* Buk. – *S. phureja* Juz. et Buk., *S. rybinii* Juz. et Buk., *S. andigenum* Juz. et Buk., *Glabrescentia* Buk. – *S. chacoense* Bitter., *Acaulia* Juz. – *S. acaule* Bitt., *Megistacroloba* Card. et Hawkes – *S. megistacrolobum* Bitt., *S. raphanifolium* Card. et Hawkes, *S. sanctae-rosae* Hawkes, *Cuneolata* Hawkes – *S. infundibuliforme* Phil., *Bukasoviana* Gorbat. – *S. kurtzianum* Bitt. et Wittm. ex Engl., *S. velascanum* Bitt. et Wittm., *S. vernei* Bitt. et Wittm. ex Engl., *S. catarthrum* Juz., *S. gourlayi* Hawkes, *S. leptophyes* Bitt., *Tarijensia* Corr. – *S. tarijense* Hawkes, *Simpliciora* Buk. et Gorbat. – *S. simplicifolium* Bitt., *Maglia* Bitt. – *S. molinae* Juz., *Verrucosa* Buk. – *S. verrucosum* Schlechtd., *Demissa* Buk. – *S. demissum* Lindl., *S. × semidemissum* Juz., *Longipedicellata* Buk. – *S. polytrichon* Rydb., *S. stoloniferum* Schlechtd., *S. vallis-mexici* Juz.. Многие из них успешно апробированы при выращивании в различных почвенно-климатических условиях и на высоком инфекционном фоне.

По мере развития отечественной селекции картофеля встают более сложные задачи, так как новые сорта должны превосходить существующие по комплексу хозяйственно-ценных признаков и, прежде всего, по продуктивности. Сегодня наиболее актуальные проблемы селекции картофеля – комплексная устойчивость к наиболее вредоносным грибным и вирусным болезням, вредителям, раннеспелость, качество клубней и пригодность к переработке. Успех в решении этих проблем и создании новых сортов картофеля в значительной степени зависит от качества исходного материала, основным ресурсом которого является мировая коллекция картофеля ВИР.

Проводимое ежегодно комплексное изучение генофонда позволяет выделить новые формы с ценнейшими для селекции хозяйственно-ценными признаками – высокой продуктивности, раннеспелости, устойчивости к фитофторозу, вирусам, бактериальным гнилям, картофельной нематодой. Благодаря постоянным поступлениям в коллекцию новых образцов, такие признаки выявлены у новых, ранее не изученных видов.

Эколого-географическое изучение выделенного материала и полученных на его основе межвидовых гибридов проводится на опытных станциях института – Полярной, Екатерининской и Майкопской, а также в научно-исследовательских учреждениях нашей страны, республиках Беларусь и Казахстан.

Актуальной для селекции остается устойчивость к наиболее вредоносным патогенам – фитофторозу, вирусам X, Y, S, M, L, золотистой

картофельной нематоды. В результате проведенных за последнее десятилетие исследований по изучению коллекции выделены сотни устойчивых к патогенам форм. Особую ценность имеют образцы с комплексом признаков. Так, среди фитофтороустойчивых тетраплоидных видов несколькими ценными для селекции признаками обладают виды из серии *Longipedicellata* Buk.: *S. polytrichon*, *S. stoloniferum* и *S. papita*. Среди них наиболее частая встречаемость высокоустойчивых образцов в полевых условиях наблюдается у вида *S. stoloniferum*. В годы с сильным развитием фитофтороза устойчивость части образцов *S. polytrichon* преодолевается патогеном.

Источники устойчивости к фитофторозу

В результате проведенных за последнее десятилетие исследований по оценке устойчивости к фитофторозу выделены новые образцы, обладающие генами сверхчувствительной устойчивости листьев к возбудителю *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.): *S. bulbocastanum* (k-19049, k-19050, k-21278), *S. bertaultii* (k-8510, k-10450), *S. demissum* (k-21365, k-3303), *S. vernei* (k-7406, 18158), *S. microdontum* (k-9726, k-11970), *S. simplicifolium* (k-5400; k-5684), *S. chacoense* (k-11942), *S. verrucosum* Schlecht. (k-11286, k-15325), *S. michaocanum* (Bitt.) Rydb. (k-8588), *S. stoloniferum* (k-21618), *S. polytrichon* Rydb. (k-5345, k-5682), *S. gandarillasii*, *S. gigantophyllum* (k-18271), *S. famatinae* Bit. Wittm. (18148).

Устойчивые формы выделены также среди образцов *S. alandiae* Card, *S. albicans*, *S. antipovitzii*, *S. cardiophyl*, *S. acaule*, *S. cardiophyllum*, *S. chacoense*, *S. fendlerii*, *S. vernei*, *S. capsicibaccatum*, *S. immite*, *S. pinnatisectum*, *S. polyadenium*, *S. spegazzinii*, *S. trifidum* и *S. tarnii* Hawk. et Hjert. Выделены источники устойчивости клубней к данному заболеванию. Было также установлено, что устойчивость к фитофторозу некоторых образцов *S. pinnatisectum* сочетается с устойчивостью к трем патотипам вируса Y, к колорадскому жуку и к картофельной моли. Образцы *S. spegazzinii* устойчивы также к серебристой парше, картофельной моли и к потемнению сырой мякоти клубней. Следует также отметить, что клубни этого вида имеют поздние сроки прорастания. Вид характеризуется длительным периодом клубнеобразования в условиях длинного дня.

Использование в большинстве картофелепроизводящих стран селекционных сортов, обладающих сверхчувствительным типом устойчивости, показывает, что с появлением новых рас возбудителя эти сорта резко снижают свое сопротивление к ним. Наличие R-генов обуславливает высокую устойчивость только к определенным расам и не может обеспечить постоянную защиту против всех появляющихся новых рас. Это сильно осложняет селекционную работу. Поэтому в последние десятилетия актуальным остается вопрос комбинирования двух типов устойчивости: сверхчувствительной и горизонтальной (полевой). Последняя, будучи независимой от расовой специализации возбудителя,

является сильным и эффективным фактором значительного снижения вредоносности патогена. А.Я. Камераз (1982) подчеркивал, что комбинирование двух типов устойчивости может обеспечить практическую невосприимчивость сорта к болезни в течение длительного периода. В этой связи, ценным материалом могут служить образцы культурных видов, обладающие высокой полевой устойчивостью: *S. andigenum* k-9002, k-9121, k-10390, k-10401, k-10405, k-10411, k-12828, k-13197, k-13873, k-15303, k-15361, k-15533, k-15543, k-15559, k-15597, k-15645, k-15646, k-15675, k-15958, k-16440, k-16646, k-17602, k-23716, k-23716, k-23717, *S. rybinii* k-7074, k-7150, k-7165, k-8210, k-8583, k-9335, k-9356, k-9366, k-9396k-9421, k-9431, k-5952, *S. phureja* k-1815k-5648, k-5972, k-7048, k-7116 *S. stenotomum* k-9276, *S. goniocalyx* k-9087.

Большую ценность, по нашему мнению, представляют гибридные линии, полученные из Генбанка картофеля США, которые показали высокую устойчивость (8–9 баллов по 9-балльной шкале) в течение трех лет в полевых условиях и в значительной мере подтвердили эту устойчивость при искусственном заражении отделенных листьев: LBR4 (k-23993), LBR5 (k-23994), LBR7 (k-23946), LBR8 (k-23948), LBR10 (k-24012), LBR11 (k-23952), LBR18 (k-23945), LBR23 (k-23999), LBR33 (k-24003), LBR46 (k-24005), LBR47 (k-23947), LBR50 (k-23949). Эти линии, полученные на основе межвидовой гибридизации с использованием сортов *S. tuberosum* L., форм дикорастущих и культурных видов, обладают устойчивостью как на основе сверхчувствительности, так и горизонтального типа.

Проведенная совместно с учеными Петрозаводского государственного университета оценка более 600 образцов культурных и диких видов картофеля, позволила выявить устойчивость к серебристой парше у образцов таких видов, как *S. boliviense*, *S. cardiophyllum*, *S. Chacoense*, *S. commersonii*, *S. Fendleri*, *S. gourlay*, *S. hondelmanii*, *S. jamesii* Asa Gray., *S. infundibuliforme* Phil, *S. kurtzianum*, *S. megistacrolobum*, *S. papita*, *S. pinnatisectum*, *S. spegazzinii*, *S. stenophyllidium*, *S. stoloniferum*, *S. vernei*, *S. tarijense*.

Источники устойчивости к вирусным болезням

В результате проведения за последние годы совместных исследований с ВИЗР и Институтом акклиматизации и селекции растений (IHAR, Млохов, Польша) из коллекции диких видов удалось выделить новые генетические источники устойчивости к отдельным вирусам картофеля. Высокую устойчивость (8–9 баллов) к вирусу X показали образцы *S. acaule* k-10678, k-10679, k-18002, k-18007, k-18021, *S. bulbocastanum* k-23167, k-24200, *S. microdontum* k-23434, *S. chacoense* k-23232, *S. demissum* k-23321, *S. fendlerii* k-12158, k-23841, *S. cardiophyllum* k-21954, k-23278, k-24203, k-24375, *S. jamesii* k-21456. Устойчивостью к вирусу X и фитофторозу обладают образцы видов *S. acaule* k-9794 и *S. berthaultii* k-23047, *S. demissum* k-3345, k-3362, k-3540, *S. polytrichon*, k-5347, k-5682, *S. pinnatisectum* k-4459 и *S.*

guerreroense k-18407. Последний устойчив и ко всем трем штаммам вируса Y.

Устойчивость к вирусу Y. Оценка устойчивости к вирусу Y позволила выделить высокоустойчивые образцы *S. chacoense* k-2731, k-2926, k-3678, k-4236, *S. demissum* k-3362, k-3540, *S. dolichostigma* k-7610, k-7613, *S. guerreroense* k-18407, *S. michoacanum* k-5763, *S. neoantipovitchii* k-8505, *S. pinnatisectum* k-4455, k-4459, k-19157, *S. stoloniferum*, k-3533, k-3554, k-4226, *S. polytrichon* k-5682. Высокая устойчивость (8-9 баллов) к трем штаммам вируса Y (PVY) выявлена у образцов диких видов *S. stoloniferum* k-5682, *S. neoantipovichii* k-8505, *S. chacoense* k-4236, *S. dolichostigma* k-7610, *S. pinnatisectum* k-4459, *S. polytrichon* k-5347, k-5682.

Многие из выделенных вирусоустойчивых образцов сочетают этот признак с устойчивостью и к другим патогенам. Так, у образца *S. dolichostigma* Buk. k-7610 выявлена высокая полевая устойчивость к колорадскому жуку. Сочетание устойчивости к PVY и фитофторозу было установлено у образцов *S. stoloniferum* k-2534, k-3326, k-3527, *S. neoantipovichii* k-8505, *S. pinnatisectum* k-4459 и *S. polytrichon* k-5347. Образец *S. stoloniferum* k-3326 сочетал высокую устойчивость к фитофторозу с устойчивостью к вирусу Y и частичной устойчивостью к вирусу X.

Сочетание высокой устойчивости к PVY и фитофторозу было установлено у растений *S. stoloniferum*, *S. neoantipovichii*, *S. pinnatisectum* и *S. polytrichon*, а к фитофторозу и вирусу X – у отдельных образцов *S. acaule* и *S. berthaultii*. Среди исследованных образцов устойчивость к фитофторозу в сочетании с устойчивостью к вирусу Y обнаружена у образцов *S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. neoantipovichii*, *S. polytrichon*, *S. pinnatisectum* и *S. guerreroense* Согг., причем отдельные образцы были устойчивы сразу к трем штаммам этого вируса.

Высокая устойчивость к вирусу L выявлена у некоторых образцов *S. acaule*, *S. berthaultii*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. andigenum*, *S. raphanifolium*, *S. fernandesianum*, *S. brevidens*, *S. phureja*, *S. microdontum*, *S. hougassii*, *S. spagazzinii*. Сверхчувствительный тип устойчивости к этому вирусу выявлен у некоторых образцов видов *S. berthaultii*, *S. fendlerii* и *S. simplicifolium*.

Устойчивость к картофельной нематоде, кроме культурного вида *S. andigenum*, а также выявлена среди образцов *S. capsibaccatum*, *S. megistacrolobum*, *S. microdontum*, *S. sanctae-rosae*, *S. kurtzianum*, *S. vernei*, *S. andigenum*.

В результате проведенной совместно с учеными ВИЗР оценки образцов диких видов на устойчивость к колорадскому жуку при полевом изучении были выявлены устойчивые формы среди образцов *S. demissum*, *S. guerreroense*, *S. microdontum* и *S. pinnatisectum*, *S. polyadenium*, *S. Jamesii*, *S. demissum*, *S. trifidum*, *S. cardiophyllum*, *S. bulbocastanum*, *S. immite*. При лабораторном изучении, помимо перечисленных выше видов, отмечена слабая повреждаемость личинками колорадского жука листьев растений

образцов, относящихся к видам *S. acaule*, *S. avilesii*, *S. bulbocastanum* и *S. Immite* (Зотеева и др., 2004).

Установлены образцы некоторых диких видов, которые являются носителями генов, контролирующих комплексную устойчивость к патогенам. Так, некоторые образцы *S. vernei* характеризуются устойчивостью к фитофторозу (сверхчувствительной устойчивостью, обусловленной наличием R-генов и полевой устойчивостью), парше обыкновенной и вирусам X и Y, а также патотипу Ro1 золотистой картофельной нематоды. Источником комплекса ценных признаков признаны образцы: *S. fendlerii* k-18489, обладающий устойчивостью к фитофторозу, ризоктониозу, картофельной нематоде, вирусам X и Y, и имеющий содержание крахмала в клубнях от 24 до 28%; *S. hjertingi* k-19094 обладающий устойчивостью к фитофторозу листьев, ризоктониозу, картофельной нематоде, и имеющий содержание крахмала в клубнях до 28%; *S. jamesii* k-8480 обладающий устойчивостью к раку, фитофторозу, ризоктониозу, картофельной нематоде, колорадскому жуку, и имеющий содержание крахмала в клубнях до 35%, а белка – до 3,5%; *S. pinnatisectum* k-19158 устойчивый к раку, фитофторозу, ризоктониозу вирусам Y и L, колорадскому жуку, и имеющий содержание крахмала до 35 %, белка – более 4 %

Многолетнее, глубокое и всестороннее изучение разнообразия мировой коллекции картофеля ВИР способствовало дальнейшему прогрессу в установлении географических центров происхождения диких и культурных видов и познании процесса эволюции. Результаты изучения внутривидового полиморфизма ряда диких видов рода *Solanum* по устойчивости к *Phytophthora infestans* Mont. De Bary позволили К. З. Будину определить генцентры формирования генотипов, обладающих такой устойчивостью (Будин, 1999). Обобщив результаты исследований образцов коллекции картофеля ВИР и зарубежных генбанков, К. З. Будин установил четыре генцентра, в которых произрастают фитофтороустойчивые генотипы, относящиеся к 17 видам картофеля. Генцентры установлены на территории Мексики, в Колумбии, Эквадора, Боливии и Аргентины, где в определенных климатических и экологических условиях складывалась благоприятная среда для развития возбудителя фитофтороза. В таких фитогеографических формациях идет процесс сопряженной эволюции растения-хозяина и патогена, в результате которого формируются фитофтороустойчивые генотипы (Budín, 2002).

Н.И. Вавилов создал концепцию линнеевского вида как закономерной сложной системы. Новое понимание понятия «вид» имело весьма существенное значение для практического использования собранного в ВИРе разнообразия мировых растительных ресурсов. Сборы картофеля для коллекции ВИР после экспедиций, начатых в 1920-е гг. под руководством и при участии Н. И. Вавилова, продолжались путем взаимного обмена с зарубежными странами, а также экспедиций в период с 1953 по 1990 гг. (Горбатенко, 2006). Изучение разнообразия форм и видов картофеля *in situ*,

материалы о новых открытых и описанных ботаниками диких видов картофеля и их разновидностях привели к необходимости доработки ранее созданной С.М. Букасовым системы секции *Petota* Dumort. рода *Solanum*. Руководствуясь, как и С.М. Букасов, разработанным Н.И. Вавиловым дифференциальным ботанико-географическим методом, а также результатами морфологического, иммунологического, эколого-географического исследования видов картофеля, Л. Е. Горбатенко усовершенствовала и дополнила систему южноамериканских видов картофеля. Значимость этой работы подтверждает факт присуждения ей юбилейной медали АН СССР в ознаменование 120-летия со дня рождения Н.И. Вавилова.

Изучение коллекции селекционных сортов

Мировую коллекцию селекционных сортов картофеля начал собирать С.М. Букасов с 1919 г. В 1925 г. коллекция насчитывала уже 500 сортов и была самой полной в мире. Они послужили исходным материалом для создания отечественных сортов на организованных селекционных станциях.

Первые успехи в селекции были получены при межсортной гибридизации в пределах вида *Solanum tuberosum* L. Сорта мировой коллекции ВИР впервые использовал И.А. Веселовский в 1929 г. для выведения необходимых сельскохозяйственному производству отечественных ранних сортов: Калитинец, Комсомолец и Эпрон. Для скрещивания он взял основной ранний сорт США Cobbler. Потомство сорта Cobbler насчитывает уже 14 сортов, 85% из них скороспелые, в их числе сорта Агрономический, Лайма, Мурманский, Полесский ранний, Прикульский ранний и др. Особый интерес для селекции представляет сорт Прикульский ранний. Почти все сорта, выведенные на его основе, скороспелые: Арина, Белорусский ранний, Воротынский ранний, Минский ранний, Повиронец, Славянский, Уральский ранний.

Создание скороспелых сортов является важным направлением в селекции, особенно в условиях Северо-Запада России с его сравнительно коротким вегетационным периодом. Коллекция пополнена новыми скороспелыми сортами, что особенно ценно, когда эти сорта сочетают скороспелость с другими хозяйственно-ценными признаками. В результате исследований за последнее десятилетие из новых поступлений в коллекцию выделены сорта из Польши – Aster, Bekas, Irga, Harpun, Lena; из Германии – Andra, Bonus, Velox; из Чехии – Kobra, Korela, Korneta, Krasa, Tegal; из России – Алена, Бежицкий, Брянский деликатес, Даренка, Дебрянск, Жаворонок, Жуковский ранний, Лакомка, Лина, Любава, Памяти Осиповой, Погарский, Русский сувенир, Снегирь, Удача, Холмогорский, Эффект. Большинство скороспелых сортов имели высокую продуктивность. По некоторым сортам, выделенным ранее, проведен анализ родословных и оценка по потомству от самоопыления. Большое число скороспелых семян выявлено в потомстве сортов Воротынский ранний (86%), Dorisa

(73%), Axilia (67%), Laura (64%), Anosta (62%). Эти сорта рекомендуются для селекции на скороспелость.

С использованием выделенных сортов уже выведены скороспелые сорта: с сортом Anosta – Koruna, Krasa, Krystala; с Axilia – Arkula, Ruta, Kera.

Источники высокой продуктивности картофеля – сорта и чилийские формы *S. tuberosum*. Не каждый высокоурожайный сорт может передать этот признак потомству. Например, высокоурожайный, пластичный сорт Лорх, используемый в скрещиваниях многими селекционерами, не дал нового высокопродуктивного сорта. Из коллекции выделены высокопродуктивные сорта, которые хорошо передают этот признак своему потомству: Вирулане, Katahdin, Kennebek, Ora, Record, Sagitta, Eersteling. Сорт Katahdin послужил основой высокопродуктивных сортов Волжанин, Заводской, Пионер, Уральский ранний; сорт Ora дал новые высокоурожайные сорта Комсомолец 20, Павлинка, Темп и др. Из новых поступлений выделены новые сорта с высокой продуктивностью (превышающие стандарты Невский и Петербургский): из Польши – Baszta, Vzura, Koga, Triada, Tristar, PS-17036; из Германии – Alwara, Velox; из Чехии – Koreta, Korneta; из России – Аврора, Акросия, Букет, Елизавета, Елисеевский, Лазарь, Малиновка, Русский сувенир, Холмогорский; из Беларуси – Блакит, Журавинка, Зарница, Здабыток, Спарта, Талисман, Эффект, Юбилей Жукова. В результате анализа родословных некоторых выделенных ранее сортов была проведена их оценка по потомству от самоопыления. Для целей селекции на продуктивность рекомендуются сорта: Alcmaria (75% семян с высокой продуктивностью), Arkula (58%), Desiree (55%), Granola (53%), Grata (45%), Ora (50%), Provita (52%), Quarta (54%), Ласунак (71%) и Невский (62%).

Хорошо передает признак продуктивности сорт Desiree: с использованием этого сорта уже выведено около 40 сортов, в их числе Alwara, Ambo, Barna, Cleopatra, Cultra, Gracia, Romano, Saxo и др. От скрещивания с сортом Grata выведены высокопродуктивные сорта Lotos и Domina. С сортом Ora выведены сорта Antares, Axilia, Galina, Turbella, Комсомолец 20, Павлинка, Старт, Темп и др.

Из коллекции выделены сорта, которые могут служить источником высокой крахмалистости: из Германии – Agria, Asaja, Assia, Elkana, Erdkraft, Indira; из Нидерландов – Agria, Kardal, Karida, Karnico, Vebeca; из Польши – Ceza; из Беларуси – Альпинист, Атлант, Бекра, Белорусский крахмалистый, Березка, Вербя, Выток, Зубренок, Кандидат, Лазурит, Лявониха, Милавица, Огонек, Павлинка, Синтез; России – Голубизна; из Украины – Зарево, из отечественных – Голубизна, Накра, Петербургский, Ромашка, Синтез.

Возможности селекции на повышение содержания крахмала значительно расширяются при вовлечении в селекцию различных диких и культурных видов. А.Я. Камераз (1982), проводя многочисленные скрещивания, доказал, что высококрахмалистые гибриды могут быть получены при вовлечении в гибридизацию таких видов, как *S. andigenum*,

S. chacoense Lindl (f. *subtilius*, f. *shikii*, f. *gibberulosum*, f. *saltense*) и *S. demissum*.

Анализ некоторых высококрахмалистых сортов по потомству от самоопыления показал, что высокий процент сеянцев с высоким содержанием крахмала имели сорта: Assia (76,5%), Ceza (98%), Выток (70%), Зарево (60%), Зубренок (60,1%), Лазурит (58,8%), Синтез (98%).

С участием сорта Agria уже выведены высококрахмалистые сорта – Arcade, Fontane, Lady Claire, Markies, Morene, Sinora и др. Сорт Assia использован при выведении высококрахмалистого сорта Vladan; с участием сорта Ceza выведен высококрахмалистый сорт Журавинка. Сорт Erdkraft использован при выведении сортов Poprad, Posmo и Вербя. С использованием сорта Зарево выведены сорта Милавица и Предгорный.

Чтобы защитить посадки картофеля от проникновения из западных стран распространенной там болезни – рака, использовали устойчивые к ней зарубежные сорта мировой коллекции ВИР: Берлихинген, Карнеа, Остботе, Парнассия, Пепо, Юбель и др.

Так как устойчивость к раку – доминантный признак, многие потомки ракоустойчивых сортов тоже устойчивы к этой болезни.

Благодаря широкому использованию ракоустойчивых сортов, Всесоюзному институту растениеводства удалось добиться значительных успехов. В короткий срок было создано важнейшее направление в отечественной селекции – выведение ракоустойчивых сортов, что позволило создать надежный заслон распространению этой опасной болезни. Сейчас основные площади в стране занимают отечественные ракоустойчивые сорта.

Планомерно изучать мировую коллекцию картофеля ВИР на устойчивость к раку начали на Всесоюзной научно-исследовательской станции по раку картофеля в 50-е годы. В тот период в стране был известен лишь один патотип рака 1, так называемый обычный. В начале 60-х годов, после обнаружения новых, агрессивных патотипов, на станции организовали испытание сортов на групповую устойчивость к раку с целью пополнения генофонда ВИР новыми ценными формами, обеспечивающими устойчивость ко всем или большинству известных патотипов. Были выделены сорта, не поражаемые несколькими патотипами рака: 1, 11 и 13 – Briljant, India 1039, Ora (Mira); 1, 11 и 18 – Alka, Atol, Vokal, Gitte; 1, 11, 13, 18 – Antares, Nicola, Nora, Odra; 1, 11, 18, 22 – Adretta, Ottar, Firmula, Janka; 11, 13, 18, 22 – Ol1 (Корея).

Задача групповой устойчивости к раку решается путем вовлечения в гибридизацию форм, не поражаемых большинством патотипов рака.

Одним из приоритетных направлений в селекции картофеля является выведение сортов, устойчивых к фитофторозу. Первый фитофтороустойчивый сорт (Сеянец 8670) был выведен в нашей стране в Институте картофельного хозяйства. Его получили в результате скрещиваний мексиканского дикого вида *S. demissum* с сортами Гранат и Народный. Этот вид особенно широко используется в отечественной

селекции. При его участии выведено большинство сортов с различной степенью устойчивости к фитофторозу.

Для большинства сортов характерен генотип r – неустойчивость к фитофторозу. На основе дикого вида *S. demissum* выведено много сортов – межвидовых гибридов с наличием R-генов устойчивости к фитофторе. Наибольшее число их имеет генотип R_1 (Камераз 1, Петровский, Стендский белый, Фитофтороустойчивый и др.); R_2 – Веселовский 2-4; R_4 – Изтадес, Лошицкий, Столовый 19; R_1R_4 – Красноуфимский, Уральский.

На Йыгевасской селекционной станции (Эстония) с использованием Мюнхебергского гибрида 40663/21 выведены сорта Виру, Йыгева Тальвик, Йыгева Уку, Олев, Сулев, Тыну.

Устойчивость к фитофторозу ботвы и клубней отмечена у сортов Воловецкий, Гибридный 14, Зарево, Козинецкий, Луговской, Полесский розовый и Символ.

Из коллекции ВИР выделены сорта с полевой устойчивостью к фитофторозу: Андо, Астра, Вятка, Летний 92, Полонина, Прикарпатский, Татьяна, Раменский, Сармэ и зарубежные сорта: Atzimba, Gitte, Reflecta, Ceres и др.

Вредоносность фитофтороза возрастает с появлением нового типа совместимости A_2 , в этом случае у паразита кроме вегетативного наблюдается половое размножение. По данным СТАЗР и ВИЗР, в Ленинградской области за последние 10 лет эпифитотии фитофтороза повторялись почти через год. Наиболее эпифитотийными были 1996, 1998, 2003 и 2004 гг. В эпифитотийные годы, по данным Патрикеевой М.В. и Чингаевой Ю.Н. (2005), популяция рас была представлена всеми генами вирулентности от R_1 до R_{11} , за исключением R_9 .

Оценка новых селекционных сортов в коллекции проведена в Пушкинском филиале ВИР в полевых условиях. Выделены сорта с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу (7-8 баллов): из Польши – Ania, Baszta, Dunajec, Grot, Jantar, Klepa, Koga, Lawina, Meduza, Omulev, Triada, Vistula; из Перу – CIP 382 150.16, CIP 382 119.17, CIP 382 122.15, CIP 384 321.25, CIP 381 378.82, CIP 386 056.7, I 1039, P-4, P-6, P-7, LBr-33, LBr3; из Германии – Clarissa; из США – LBR-1, LBR-7, LBR-18, LBR-46, LBR-47; из России – Аспия, Вестник, Лукьяновский, Никулинский, Раменский, Удача, Чародей; из Беларуси – Здабыток, Ласунок, Сузорье; из Украины – Зарево, Луговской, Лыбидь, Свитанок киевский. У некоторых ранее выделенных сортов в потомстве от самоопыления был высокий процент семян, устойчивых к фитофторозу: Астра (82% устойчивых семян), Свитанок киевский (43%), Clarissa (82%).

Наиболее надежный способ защиты от парши обыкновенной – также выведение устойчивых сортов. Сорт Jubel оказался наилучшим компонентом при выведении сортов, устойчивых к раку и парше обыкновенной. Сорт Hindenburg, выведенный на основе этого сорта, широко использовали при выведении устойчивых к парше отечественных сортов: Донской, Любимец, Стендский белый и др.

Особую актуальность приобретает создание сортов, устойчивых к различным вирусам картофеля: X, Y, S, M, L. Проведенная оценка образцов коллекции за последнее десятилетие позволила выделить новые образцы с высокой устойчивостью к различным вирусам. Как источники устойчивости к вирусу L из коллекции выделены сорта Adretta, Amex, Wauseon, Dorita, Alcmaria, Anett, Eva, Mariella, Miranda, Bogna, Irga, Lotos, Аксамит, Атлант, Гарант, Гранат, Живица, Явар, Яхант.

Золотистая картофельная нематода (*Globodera rostochiensis* Woll.) – опасный паразит, наносящий большой ущерб картофелеводству во многих странах мира. Химические средства борьбы с ней недостаточно эффективны и очень дороги, поэтому основное внимание в настоящее время следует уделять выведению нематодоустойчивых сортов. Мировой сортимент насчитывает уже более 600 сортов картофеля, устойчивых к данному паразиту.

Проблема создания нематодоустойчивых сортов в России стоит очень остро. В 2006 г. в Госреестр внесено только 14 нематодоустойчивых сортов отечественной селекции (Аспия, Десница, Жуковский ранний, Заворовский, Крепыш, Кристалл, Лукьяновский, Пушкинец, Рождественский и др.). В России распространен патотип Ro1 золотистой картофельной нематоды; вероятность завоза в страну других патотипов нематоды очень высока. Наличие различных патотипов паразита *G. rostochiensis* (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5) и *Globodera pallida* (Pa1, Pa2, Pa3) делает необходимым вовлечение в селекцию всего разнообразия исходных форм.

Большинство сортов устойчивы к патотипу Ro1. В коллекции имеются сорта, устойчивые к нескольким патотипам. Выведены сорта, устойчивые к патотипу Ro1,2,3 – Allure, Amalfy, Belita, Cordia, Liseta, Mara, Platina, Producent, Red Scarlett, Vebeca, Veenster; Ro1,2,3,4 – Amera, Elkana; Ro1,3,5 – Roeslau; Ro1,4,5 – Esta; Ro1,5 – Lyra, Wega; Ro1,2,3,5 – Fox, Hilta, Ute; Ro1-5 – Aiko, Arnika, Franzi, Miranda, Ponto; Ro1,2,4,5 – Turbo и др. Особый интерес представляют сорта, устойчивые к обоим видам нематоды *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida*: Ro1, Pa2 – Maritima, Ramos; Ro1, Pa3 – Drop; Ro1, Pa1, 3 – Vantage; Ro1,5, Pa2 – Heidrun; Ro1,2,5, Pa2 – Benol; Ro1,3,4, Pa2 – Danva; Ro1-3, Pa2 – Karida, Karnico, Pansta; Ro1-3, Pa2,3 – Kantara; Ro1-4, Pa2 – Atrela, Elles, Producent, Promesse, Sante; Ro1,2,3,5, Pa2 – Tanja; Ro1-5, Pa2 – Darwina, Proton.

Анализ генеалогии нематодоустойчивых сортов показал, что при их выведении использованы виды *Solanum andigenum* Juz. et Buk. и *S. vernei* Bitt. et Wittm. Сорта, устойчивые к *G. rostochiensis* (Ro1), выведены с использованием вида *S. andigenum*, устойчивые к *G. pallida* – с использованием вида *S. vernei*.

Сорта Amalfy, Pansta, Proton, Veenster, устойчивые к нескольким патотипам нематоды, – сложные гибриды *S. tuberosum*, *S. andigenum* и *S. vernei*.

Исходный материал, устойчивый к картофельной нематоды, используется в селекции отечественных сортов, устойчивых к этому паразиту. На основе сорта Alcmaria выведены нематодоустойчивые сорта Accent, Berber, Natalie, Ovatio, Revelino, Scala, Semena; на основе сорта Hydra – Бежицкий, Владикавказский, Жуковский ранний, Россиянка, Aula, Culpa, Roxy, Sonja; Gelda – Лукьяновский; Gitte – Kristalla, Fregata; Granola – Albina, Arnica, Baszta, Pamir, Sandra, Аспия, Легенда, Марс; Marijke – Darwina, Fortuna, Marion, Ukama; Morene – Cicero, Felsina, Symfonia; Provita – Amazone, Anosta, Barycz, Fresco, Klara, Premiere, Prior, Marco; Sante – Дубрава, Журавинка, Загадка, Падарунак; Sagitta – Dextra, Wachtel, Арианда, Вильня, Кристалл, Мета, Прилукский, Шушарский.

Большинство районированных сегодня в нашей стране сортов картофеля созданы на основе образцов мировой коллекции ВИР. Так, во Всероссийском НИИ картофельного хозяйства с использованием коллекции выведены новые сорта картофеля: Ветеран, Горянка, Дебрянск, Зольский, Красноярский, Мустанг, Никулинский, Свияжский, Утенок, Фрегат, Якутский.

В Сибирском НИИСХ созданы ранние сорта: Ермак, Седов, Северянин и др. Позже выведены сорта Алая Заря, Алена, Лазарь, Омский ранний, Хозяюшка.

На Нарымской государственной селекционной станции созданы сорта Венера, Идеал, Колпашевский, Накра, Нарымка, Нарымский ранний, Нарымчанин, Солнечный, Томич, Янга.

В Сибирском НИИ растениеводства выведены сорта Лина, Новосибирский ранний, Сир 9.

На Кемеровской опытной станции созданы сорта Волжанин, Тулеевский, Удалец и др.

Белорусскими селекционерами с использованием исходных форм ВИР были созданы сорта Архидея и Талисман. Формы *S. demissum* были использованы при выведении сортов: Садко, Селена, Соколенок, Соната и др. Виды *S. andigenum*, *S. demissum*, *S. kurtzianum* и *S. multidissectum* использованы при создании сортов Двина, Нарочь, Орбита и Сож.

На основе коллекции ВИР было создано и выделено более 300 сортов картофеля, в том числе сотрудниками ВИР совместно с другими учреждениями – 32. Из созданных с участием сотрудников института сортов в настоящее время районировано в Российской Федерации, республиках Беларусь и Казахстан 14 сортов.

В отделе генетических ресурсов картофеля ВИР постоянно ведется работа по созданию доноров ценных для селекции признаков на основе

сложной межвидовой гибридизации. Эти гибриды используются в селекцентрах нашей страны и стран СНГ.

При создании качественно новых сортов картофеля с комплексом хозяйственно-ценных признаков селекционерам не обойтись без межвидовой гибридизации. В этой связи широчайшее видовое и внутривидовое разнообразие мировой коллекции ВИР всегда будет оставаться актуальным.

ЛИТЕРАТУРА

Будин К.З. Внутривидовая изменчивость и генцентры формирования фитофтороустойчивых видов рода *Solanum* секции *Petota*. С.х. биология. 1999. №5. С. 9-14.

Вавилов Н.И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. Изв. Петровской с.-х. академии. М. 1919. Вып.1-4.

Горбатенко Л. Е. Виды картофеля Южной Америки. Санкт-Петербург. 2006. 456 с.

Дорожкин Б. Н. Селекция картофеля в Западной Сибири. Омск. 2004. 272 с.

Зотеева Н.М., Хжановска М., Евстратова Л.П., Фасулати С.Р., Юсупов Т.М. Устойчивость образцов диких видов картофеля к болезням и вредителям. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. № 761. СПб, ВИР, 2004. 88 с.

Камераз А.Я. Проблемы селекции картофеля на иммунитет и пути их решения в свете идей академика Н.И. Вавилова. // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т.73, вып. 2. ВИР. Л. 1982. С. 32.

Киселев Е.П., Новоселов А.К. Селекция и семеноводство картофеля на Дальнем Востоке. Хабаровск. 2001. 326 с.

Патрикеева М.В., Чингаева Ю.Н. Популяция гриба *Phytophthora infestans* в Ленинградской области. Материалы II Всеросс. съезда по защите растений. СПб, 2005. Т.1. С. 527-528

Budin K.Z. Genetic foci of *Solanum* species, *Petota* Dumort, resistant to *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. Genetic resources and Crop Evolution. 2002. 49. P. 229-235.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ В СВЕТЕ РАЗВИТИЯ УЧЕНИЯ Н.И. ВАВИЛОВА: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Л.А. Бурмистров

Приводятся данные по истории формирования в ВИР коллекций плодовых культур, которые создавались на теоретических основах и под непосредственным научным руководством Н.И. Вавилова. Специалистами отдела плодовых культур и опытных станций ВИР была проведена большая работа по мобилизации видовых и сортовых генетических ресурсов как путем многочисленных экспедиционных обследований, так и выписки из различных отечественных и зарубежных научных и селекционных учреждений. В результате в опытной сети ВИР была собрана уникальная коллекция плодовых, ягодных, орехоплодных, декоративных культур и винограда, включающая дикорастущие виды, местные и зарубежные сорта. В настоящее время мировая коллекция ВИР насчитывает свыше 24 тыс. образцов и является самой крупной и полной в России. При многолетнем комплексном изучении генофонда были выделены лучшие образцы, которые использовались в качестве доноров и источников в селекции. За все годы существования отдела его сотрудниками и сотрудниками опытных станций было районировано 138 сортов. В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений внесено 87, а проходят государственное испытание еще 86 сортов. Собранный в ВИР уникальный генофонд будет продолжать служить основой для селекции и в XXI веке. Сохранение его в живом виде для последующих поколений и использование в полной мере его богатейшего генетического потенциала остается важнейшей задачей ученых ВИР. Библиография – 20 назв.

GENETIC RESOURCES OF FRUIT CROPS AND THEIR UTILIZATION IN THE LIGHT OF N.I. VAVILOV'S CONCEPTS

L.A. Burmistrov

Analysis of the data on history of the fruit crop collection at VIR has been finalized. The scientists of the Fruit Crops Department and Experiment Stations accomplished a great job in mobilization of fruit plant genetic resources. They enriched the collections with wild species, old and advanced Russian and foreign cultivars, that have been maintained until the present days. Thanks to the efforts of the researchers who work at VIR to day the collections are preserved in viable and kept alive. At present VIR's collections of fruit, berry, nut, ornamental crops and grape amount to 24,000 accessions. It is the largest and most unique gene pool in Russian Federation. The researchers of Department and Experiment Stations developed a lot of new cultivars, 87 of which have been included in the Official List of Breeding Achievements and 86 undergo State Varietal Trials. Conservation and evaluation of VIR's fruit plant genetic

resources for future generations and utilization of their richest potential remain the principal task of the Institute's scientists.

В связи с интенсификацией садоводства стране необходимы сорта, обеспечивающие повышение конкурентоспособности отрасли. Поэтому постоянно возрастают требования к исходному материалу, а значит, растет и актуальность проблемы мобилизации и изучения мировых растительных ресурсов.

Важнейшая роль в повышении урожайности и экономической эффективности садов и ягодников принадлежит селекции, за счет которой можно добиться роста продуктивности на 30-70%, причем ее значение будет возрастать и далее в связи с необходимостью постоянного обновления сортового состава, перехода к низкозатратным, экологически безопасным технологиям (Савельев и др., 2006; Жученко, 2001; Савельев, 2002). Н.И. Вавилов убедительно доказал важность использования в селекции мирового генофонда, так как успех селекционной работы всецело зависит от правильного подбора исходного материала (Вавилов, 19870).

Коллекции ВИР создавались на теоретических основах и под непосредственным научным руководством Н.И. Вавилова. Их формирование началось в 1926 г. с закладки садов и ягодников близ г. Павловска на экспериментальной базе института "Красный Пахарь" – ныне Павловская опытная станция. Специалисты отдела плодовых культур ВИР провели значительную работу по мобилизации сортов из различных питомников, с опытных станций и из других научных и селекционных учреждений страны. Очень ценный сортовой и видовой материал был привлечен в 1928 – 1929 гг. из зарубежных питомников и ботанических садов. Уже через 10 лет после начала сборов коллекции плодовых культур насчитывали 6 тыс., к 1955 г. – 13 тыс., а к 1966 г. – свыше 19 тыс. образцов. Значительную роль в столь быстром росте объемов коллекций сыграли экспедиционные обследования, проведенные в различных регионах страны и зарубежных странах. Первый заведующий отделом академик ВАСХНИЛ В.В. Пашкевич, начиная с 1925 г., провел ряд экспедиций по местами произрастания дикорастущих плодовых растений, изучая местные стародавние сорта России, Кавказа и Средней Азии. В 1930-е годы ученые-плодоводы ВИР собрали и провели изучение многих видов плодовых растений Дальнего Востока и Сибири. В 1950-е годы после тяжелых военных лет возобновились обследования районов Средней Азии и Кавказа, началось планомерное обследование территорий Украины, Молдавии, Белоруссии, Литвы, Латвии, Эстонии, центральных областей России, а также Поволжья, Дальнего Востока, Западной и Восточной Сибири, северных районов европейской части России (Лихонос, Павлова, 1969).

В результате в опытной сети ВИР была собрана уникальная коллекция плодовых, ягодных, орехоплодных, субтропических, декоративных культур и винограда, включавшая дикорастущие виды, местные и зарубежные сорта. Их изучают по методике, базирующейся на результатах исследований В.В. Пашкевича, его учеников и последователей (Витковский, 2001; Еремин, 1994; Нестеров, 1986; Программа ..., 1970).

Одной из основных целей в изучении коллекционного материала всегда было выделение ценных образцов для селекции и практического использования. Сотрудниками отдела плодовых культур ВИР и опытной сети института в результате многолетнего комплексного изучения генофонда были получены всесторонние характеристики коллекционных образцов, лучшие из которых были выделены для селекционной работы по улучшению сортимента России.

Теоретическое наследие и собранные генетические ресурсы явились фундаментом для селекционного улучшения многих плодовых растений. Изучение генофонда и выделение источников ценных для селекции биолого-хозяйственных признаков значительно повысили эффективность селекционного процесса и позволили получить на ряде опытных станций и по ряду культур новые сорта, многие из которых были включены в Государственный реестр или приняты на государственное испытание. Кроме того, в результате проведения методических скрещиваний был получен ценный гибридный фонд, который также стал основой для выведения новых сортов. За все годы существования отдела плодовых культур его сотрудниками и сотрудниками опытных станций было районировано 138 сортов. В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений включено 87, а проходят государственное испытание еще 86 сортов (Юшев, 2000).

По семечковым культурам наиболее результативными были исследования, проведенные на Майкопской, Волгоградской и Крымской опытно-селекционной станциях. Так, А.С. Туз и И.А. Бандурко вывели и передали в государственное испытание высококачественные, приспособленные к предгорным условиям Северного Кавказа сорта груши Бирюзовая, Веснянка, Деканка Майкопская, Кубанка и Сильва. Я.С. Нестеровым был получен сорт яблони Зимнее МОС ВИР, который включен в Государственный реестр. В Нижневолжском регионе проходят государственное испытание сорта яблони селекции В.В. Малыченко – Ахтубинское и Нижневолжское, а сорт Малыченковское включен в Государственный реестр. Плодотворная работа по изучению и селекции айвы проводилась на Волгоградской опытной станции А.Я. Лобачевым, в результате которой были районированы сорта Краснослободская и Тепловская, а сорт Коллективная передан в госсортоиспытание. На Крымской опытно-селекционной станции И.М. Рядновой, Т.С. Василенко и другими выведены сорта айвы Верная, Гранитная, Звездная, Кубанская, Солнечная, Янтарная Краснодарская.

Селекционная работа по косточковым культурам в основном сосредоточена на Крымской опытно-селекционной станции, где под руководством академика РАСХН Г. В. Еремина создан богатейший гибридный фонд. Станцией районировано (включено в Государственный реестр) и передано в государственное испытание свыше 40 сортов. Большие успехи достигнуты также в селекции клоновых и семенных подвоев косточковых культур – районировано 9 и находятся в государственном испытании 6 подвоев. Используя в селекции ценнейший генетический материал, собранный за более чем 35-летний период интродукционной деятельности, станция является лидером в России в селекции интенсивных сортов крупноплодной алычи, сливы и других косточковых культур и их подвоев.

В настоящее время коллекция плодовых, ягодных, орехоплодных, декоративных культур и винограда ВИР насчитывает более 24 тыс. образцов и является самой крупной в России. Этот уникальный генофонд будет продолжать служить основой для селекции и в XXI веке. Сохранить его в живом виде для последующих поколений и использовать в полной мере его богатейший генетический потенциал – важнейшая задача ученых ВИР и опытных станций.

Одной из главных задач наступившего столетия остается проблема выведения новых сортов яблони с повышенной устойчивостью к болезням и вредителям. Актуальность этой задачи возрастает еще и потому, что большинство существующих промышленных сортов не в полной мере обладает необходимой устойчивостью к патогенам, среди которых появляются все новые штаммы и расы грибов, бактерий и вирусов (Савельев, 2002).

По данным Alson et al. (2000), у яблони идентифицировано 145 генов, из них более 70 контролируют хозяйственно-ценные признаки. Генофонд яблони ВИР обладает большими возможностями по обеспечению селекционеров разнообразными донорами и источниками селекционно ценных признаков. Видовая коллекция яблони Майкопской опытной станции ВИР одна из крупнейших в Европе и насчитывает 309 видовых образцов, включая разновидности и формы (Витковский и др., 2005).

В результате многолетнего изучения коллекции яблони выделены образцы с наибольшей выраженностью приоритетных для селекционного использования признаков, а также доноры, уже используемые селекционерами в отечественных программах благодаря качеству исходного материала. В настоящее время в коллекции ВИР сосредоточены почти все доноры олигогенной устойчивости к наиболее опасным заболеваниям яблони. В ней представлены доноры моногенной устойчивости к парше, базирующейся на гене V_f , такие как Прима, Присцилла, Приам, Макфри, Флорина, Либерти и др. Донорами устойчивости к ржавчине, обусловленной геном G_y , служат сорта Делишес, Вайнсеп, Мекинтош, Волфривер. Донорами устойчивости к мучнистой росе

являются виды *Malus robusta* (Carr.) Rehd. и *Malus zumi* (Maxim.) Rehd., у которых этот признак находится под контролем генов $Pl_1 Pl_2$.

При селекции на полигенную устойчивость к парше рекомендуется использовать сорта яблони коллекции ВИР, такие как Антоновка Обыкновенная, Ароматное, Алтайское Пурпуровое, Белорусский Синап, Бессемянка Мичуринская, Бойкен, Кехура, Лорд Ламбурне, Ренет Черненко, Скрыжапель, Суворовец, Уэлси.

При селекции на полигенную устойчивость к мучнистой росе предлагается использовать сорта яблони Аврора, Антоновка Обыкновенная, Боскопская Красавица, Брамлей Сидлинг, Делишес, Желета, Кехура, Мелба, Ренет Шампанский, Сары Синап, Старк, Уэлси, Старкримсон.

Другой важной проблемой в селекции яблони является зимостойкость. В России с ее суровыми климатическими условиями во многих регионах важнейшими свойствами сорта, определяющими его пригодность для промышленного выращивания, являются морозостойкость и зимостойкость. Вот почему подбор и выведение зимостойких сортов является одной из главных задач садоводства XXI века. Для коренного повышения уровня зимостойкости сортов широко используется межвидовая гибридизация. С этой целью на Павловской опытной станции собраны зимостойкие мелкоплодные сорта Урала, Сибири, Алтая и Дальнего Востока.

Одно из приоритетных направлений селекции яблони – создание сортов интенсивного типа, обладающих деревьями со сдержанным ростом и малогабаритной кроной, что позволяет проводить уплотненную посадку, механизировать обрезку растений и уборку урожая. Среди более чем 4300 образцов яблони имеются и такие сорта. Компактность габитуса роста у них обусловлена единичным доминантным геном *Co* спонтантных мутантов - Мекинтош Важек и Мекинтош Бендинг.

Проблема создания засухоустойчивых и жаростойких сортов яблони очень актуальна для Поволжья и юга России. В этих регионах с высокой максимальной летней температурой насаждения яблони страдают от жары и засухи. В коллекции выделены засухоустойчивые и жаростойкие сорта, такие как Блек Стейман, Бойкен, Голден Граймз, Кинрей, Корей Ред Делишес, Старк, являющиеся источниками для селекции на эти признаки.

В связи с интенсификацией отрасли садоводства и повышением требований к ее экономической эффективности и конкурентоспособности возрастает актуальность задачи по созданию сортов с высокими товарными и вкусовыми качествами плодов, источниками которых являются сорта Вагнер, Кинг Дэвид, Линда, Мелба, Пепин Лондонский, Уэлси и многие другие.

Наиболее ценными исходными родительскими формами, с участием которых получено наибольшее число районированных сортов яблони в России, оказались Уэлси, Мекинтош, Мелба, интродуцированные ВИРом. Привлечение в коллекцию зарубежных тетраплоидных сортов яблони Альфа 69, Мекинтош Тетраплоидный, Уэлси Тетраплоидный и др. позволило селекционерам страны провести целенаправленные

интервальные скрещивания, в результате чего получены тетраплоидные сорта Августа, Бежин Луг, Дарена, Палитра с плодами высоких товарных и вкусовых качеств.

Благодаря многочисленным экспедициям по Кавказу, с целью привлечения растительного материала из различных районов ареала рода, на Майкопской опытной станции ВИР создана уникальная видовая коллекция груши. Станционное и экспедиционное изучение видов позволило А.С. Тузу разработать новую классификацию этого рода, которая, наряду с характеристикой обширного генетического материала, дает возможность селекционерам включать в процесс гибридизации ценные исходные формы по многим хозяйственно-важным признакам.

В настоящее время в коллекции груши сосредоточено около 1,9 тыс. образцов и представлены практически все из идентифицированных к настоящему времени генов. Генофонд груши ВИР обладает большим потенциалом по обеспечению селекционеров разнообразными донорами и источниками ценных признаков (Бурмистров, 1999; Туз и др., 2002).

В селекции груши наибольшее значение имеют ген слаборослости дерева (*D*) и ярко-красной ("антоциановой") покровной окраски кожицы плода (*C*). Впервые в стране доноры обоих признаков были выделены из коллекции мирового генофонда груши на Майкопской опытной станции А.С. Тузом, который широко использовал их в скрещиваниях при решении теоретических проблем селекции. В результате было выделено около 20 слаборослых сортов, высота которых в период полного плодоношения не превышает 5-6 м. Анализ дигибридных скрещиваний показал, что сорта Обильная Туза и Жак Телье обладают геном *D*, контролирующим этот признак. С участием этих доноров были выведены новые слаборослые сорта: Арфа, Грация, Лира, Пассионария, Ракета, Русалка и др.

Ценным исходным материалом для создания сортов с нарядными плодами могут служить интродуцированные ВИРом из разных стран мира "антоциановые мутанты" – Макс Ред Бартлет, Ред Гарди, Ред Комис, Ред Анжу, Сенсейшн Ред Бартлет, Розиред Бартлет и др. Признанным донором интенсивной красной окраски кожицы плодов является сорт Макс Ред Бартлет, у которого данный признак определяется доминантным геном *C*. При участии этого сорта и его потомства (сорта Бордовая, Виола, Румянка) выведены новые сорта с интенсивной красной покровной окраской плодов различных сроков созревания: летний – Малиновка, осенние – Карминовая, Соната и зимние – Бирюзовая, Деканка Майкопская, Краса Кубани, Незабудка, Футуристка и др. (Витковский и др., 2005).

В результате изучения коллекций, экспедиционных обследований мест произрастания косточковых плодовых растений в различных регионах страны и за рубежом, а также в ходе селекционного использования их видового потенциала накоплен богатый материал, позволяющий охарактеризовать ценность видов, отдельных сортов и дикорастущих форм для гибридизации и рекомендовать пути их селекционного использования.

Это также дало возможность разработать основы отдаленной гибридизации по многим из этих культур.

Так, принципиально по-новому была раскрыта природа происхождения терна (*Prunus spinosa* L.) как амфидиплоидного гибрида алычи (*P. cerasifera* Ehrh.) и вишни мелкоплодной (*Microcerasus microcarpa* [C.A. Mey] Erem. et Yushev). Исходя из этого, представлена иная, чем ранее трактовалась, геномная формула сливы домашней (*P. domestica* L.), как амфидиплоидного гибрида алычи и терна. Раскрыта также природа происхождения сливы дарвазской (*P. darvasica* Temberg) – сложного отдаленного гибрида сливы домашней (*P. domestica* L.) и гибрида алычи (*P. cerasifera*) с вишней простертой (*M. prostrata* (Labill.) Roem.). Следствием межродовой гибридизации надо считать и происхождение луизианины трехлисточковой (*Louiseania triloba* (Lindl.) Pochom.). Сформулированы общие закономерности видообразования при гибридизации и возникновении аллополиплоидных видов косточковых растений (Еремин, 2004).

Установлено, что в селекции слаборослых подвоев для косточковых культур значительную роль могут сыграть виды рода *Microcerasus* Webb emend Spach. – *M. microcarpa* (C.A. Mey) Erem. et Yushev, *M. prostrata* (Labill.) Roem., *M. incana* (Vall.) Roem. и другие. Селекционная работа с ними стала возможной только благодаря интенсивным экспедиционным обследованиям, проведенным учеными ВИР, и изучению их в естественных условиях произрастания.

В настоящее время образцы коллекции родов *Cerasus* Mill. и *Microcerasus* Webb. emend. Spach. хранятся на Крымской опытно-селекционной (1570), Волгоградской (177), Дальневосточной (307) и Павловской (172) опытных станциях ВИР. При этом выдерживается эколого-географический принцип размещения генотипов. Так, на Крымской опытно-селекционной станции сосредоточены в основном образцы и сорта из южной зоны России и стран СНГ, на Волгоградской – поволжские и смежных регионов, на Дальневосточной – аборигенные генотипы из северной части Восточноазиатского генцентра, на Павловской – из самых северных регионов европейской части России.

Генофонд вишни ВИР должен сыграть важную роль в селекции этой культуры в XXI веке. Приоритетными направлениями при этом будут повышение устойчивости к коккомикозу, зимостойкость, сдержанный рост деревьев (до 2 м) и качество плодов.

Как показал скрининг сортового генофонда, среди сортов вишни обыкновенной и степной полностью отсутствуют генотипы, иммунные к коккомикозу. Исследования показали, что геном устойчивости (*A*) к этому самому вредоносному заболеванию обладают образцы рода, относящиеся к секции типичных вишен, произрастающих в Восточноазиатском генцентре. Такие виды, испытанные на устойчивость к коккомикозу на Крымской опытно-селекционной станции (*C. serrulata* (Lindl.) G. Don., *C. × subhirtella* (Miq.) Sok., *C. maacki* (Rupr.) Erem. et Simag., *C. insica* (Thunb.) Loisel., *C. × yeodoensis* (Matsum.) Yu et Li и другие), обладают полным иммунитетом к

данному заболеванию. Однако многие из них характеризуются очень горькими плодами – признаком, устойчиво передаваемым в потомстве. Поэтому необходим поиск генотипов, обладающих съедобными сладкими плодами, и быстрое включение их в селекционные программы. Такая ориентация селекции вишни на новую генетическую основу с широким привлечением межвидовой гибридизации крайне необходима, поскольку селекция в пределах вида *C. vulgaris* Mill. во многом себя исчерпала, а в части иммунитета к коккомикозу – абсолютно не перспективна (Юшев, Чеботарева, 1991).

Самым морозостойким видом вишни является вишня кустарниковая или степная (*C. fruticosa* Pall.), которая к тому обладает исключительной низкорослостью (признаком, важным для селекции интенсивных сортов). Она в природных условиях выдерживает температуры -45°C и ниже. На Крымской опытно-селекционной станции имеется коллекция этого вида, однако видовое разнообразие его привлечено еще далеко не полностью. Поэтому необходимо провести экспедиционные обследования районов среднего и южного Урала, Оренбургской области, северного Казахстана в поисках новых генотипов, обладающих комплексом ценных биолого-хозяйственных признаков, для последующего включения их в селекционную работу.

В связи с необходимостью поиска нового исходного материала, а также с трудоемкостью селекции вишни, нужна специальная селекционная программа, которая объединила бы усилия ведущих селекционных учреждений страны, начиная от интродукции отсутствующих исходных форм из Восточной Азии, их изучения, выделения исходного материала, до выведения иммунных, морозостойких, высококачественных сортов.

Коллекция сливы ВИР насчитывает почти 4,9 тыс. образцов. Генофонд состоит из сортов и видовых образцов сливы, алычи, терна, а также их отдаленных гибридов. Он включает в себя многие важнейшие доноры и источники биологических и хозяйственных признаков и способен удовлетворить запросы селекции XXI века.

Основными задачами селекции сливы на ближайшие десятилетия являются: получение высокоадаптивных сортов применительно к климатическим показателям зоны выведения, обеспечивающих экономическую эффективность выращивания; создание технологичных сортов, а также семенных и клоновых подвоев, особенно слаборослых, устойчивых к неблагоприятным условиям среды (Еремин, 1994).

Практически все цели селекции сливы в наступившем столетии могут удовлетворить доноры и источники, имеющиеся в коллекции ВИР. Так, донорами высоких качеств сухофрукта являются сорта Венгерка Ажанская, Венгерка Итальянская, Юбилейная Сочинская, Кубанская Легенда, Венгерка Кавказская, Нектар, Богатырская, Космическая, Венгерка Корнеевская. В качестве источников раннеспелости ценны сорта Ранняя Лакстона, Рут Герштеттер, Кубанская Ранняя, Кабардинка Ранняя, Персиковая, Скороспелка Красная, Заречная Ранняя, Стартовая, а из сортов

диплоидных слив – Санта Роза, Корейская 0137, Рассвет Ранний. Для создания сортов позднего срока созревания перспективны Сентябрьская, Венгерка Домашняя, Ренклюд Дизи, некоторые формы терносливы, терна и его гибриды с домашней сливой, а из диплоидных – поздние сорта американской и канадской сливы. Для южной зоны плодовогодства нужны сорта с длительным периодом зимнего покоя, медленным весенним развитием и высокой зимостойкостью скелетной части дерева. В этом отношении наиболее перспективны для селекции сорта Горкуша № 1, Венгерка Итальянская, Венгерка Домашняя, слива американская (сорт Южная Дакота), слива канадская. Источниками высокой зимостойкости в средней и северной зонах являются сорта Скороспелка Красная, Озимая Красная, Поволжская Тернослива, терн. В качестве исходных форм при создании сортов, толерантных к вирусу шарки сливы, интересны сорта Кирке, Виктория, Ренклюд Улленса, Онтарио, Мирабель Нанси, Рекорд; к полистигмозу – Розовая, Евразия 21, к монилиозу – Стенли, Зайнап, Сентябрьская, Али Бухара, Кара Олю Осенняя, Тамга; к вертициллезу – Мирабель Нанси, Анна Шпет, Тулеу Грасс, Венгерка Итальянская, Ренклюд Храмовых, Великий Герцог, Донецкая Розовая.

Ведущие ягодные культуры в России - земляника, смородина, малина и крыжовник. В коллекции ВИР сосредоточено 4,7 тыс. сортов и видовых образцов, поддерживаемых на различных опытных станциях. Она является самой полной и уникальной по своему составу не только в стране, но и в мире. В ней собраны носители многих известных генов наиболее широко распространенных ягодных растений.

В настоящее время коллекция ягодных культур ВИР служит базой для селекции многих ведущих селекционных учреждений страны и может оставаться таковой при целенаправленной интродукции новых образцов, которая должна осуществляться как за счет привлечения уникальных зарубежных сортов – доноров селекционных признаков, так и сбора отечественных дикорастущих форм. В ВИРе собраны также уникальные коллекции новых ягодных культур, таких как жимолость и актинидия, которые являются ценнейшим генофондом исходных форм для их дальнейшей селекции.

Оценка генофонда земляники (свыше 1,5 тыс. образцов) в связи с задачами селекции позволила обосновать новые принципы организации коллекции предварительного размножения, хранения, изучения и массового размножения. Анализ родословных сортов, проведенный Е.В. Мажоровым, дал возможность составить полные схемы происхождения многих районированных и перспективных сортов земляники ананасной (*Fragaria × ananassa* Duch.), что имеет важное теоретическое значение в подборе исходных форм для селекции.

В результате многолетнего изучения коллекции в качестве исходных форм выделены источники ценных признаков: зимостойкости – Красноярка, Фестивальная, Орлец, Торпеда, Обская, Senga Sengana, Zefir; Dybdahl, Herzberg's Triumph: высокого содержания биологически активных

веществ – Ленинградская Поздняя, Vola, Macherauchs Marieva и др. Установлено, что такие давно известные сорта, как Премьер, Шарплесс, Саксонка, являются комплексными источниками высокой зимостойкости и высокого содержания биологически активных веществ в ягодах.

Иммунологическая оценка генетического разнообразия генофонда земляники, выполненная на Крымской опытно-селекционной станции Г.Ф. Говоровой, позволила выявить ярко выраженную дифференциацию по устойчивости к грибным болезням не только видов, но их экологических форм, а также выделить наиболее устойчивые к основным болезням видовые образцы и сорта. Выявлены ценные источники устойчивости к нескольким заболеваниям. Лучшие из них – сорта Былинная, Луч ВИРа, Ранняя Плотная, Персиковая, Atlas, Holiday, Catskill, Saladin, Delite, Surecrop, Tenira, Gorella, Senga Tigaiga. Показано, что признак устойчивости к мучнистой росе, вертициллезу, серой гнили, фиотфторозной кожистой гнили, белой, бурой и угловатой пятнистостям листьев носит полигенный характер, передается по наследству и может сочетаться с хозяйственно-ценными признаками (Говорова, Говоров, 2004).

Выделены эффективные доноры групповой устойчивости к наиболее опасным грибным патогенам, к экологическим стрессам, урожайности и качества ягод в свежем виде и при технологической переработке – образцы мировой коллекции ВИР – сорт Персиковая и сеянцы американских гибридов и-228612 и и-228613, а также выведенные на Крымской опытно-селекционной станции на их основе сорта Ранняя Плотная, Памятная, Луч ВИРа, Былинная и др.

В Государственный реестр включены многие сорта земляники селекции ВИР и его опытных станций – Восход, Выставочная, Заря, Луч ВИРа, Ранняя Плотная, Фестивальная, Чернобривка, Щедрая, Южанка, а в государственное испытание переданы – Алиса, Былинная, Вечная Весна, Красная Шапочка (авторы М.Н. Бобрышева, Г.Ф. Говорова, Л.Л. Данилова, Г.В. Еремин, В.И. Железнякова, Ю.К. Катинская и др.). Выведенный Ю.К. Катинской более полувека назад сорт Фестивальная до сих пор широко выращивается на территории России и стран СНГ.

Много ценных образцов смородины было собрано при обследовании обширных территорий Сибири и Дальнего Востока. Так, среди произрастающих здесь форм смородины дикуши (*Ribes dikusha* Fisch.) были выделены перспективные формы: буреинские (№№ 333/5, 480/22 и др.), амгуньские (№ 358/6), верхнеудинские (№ 522/1-10). Представители первых двух групп отличаются крупными ягодами (до 1,8 см в диаметре), в кистях формируется до 20 ягод. В горах Сихотэ-Алиня и Джугджуура Н.М. Бочкарникова выявила и описала новый вид – смородину ключевую (*R. fontaneum* Boczkar.). Это эндем Приморского и южной части Хабаровского краев. Цветковые кисти этого вида несут до 36 цветков (в среднем 23-25), ягоды довольно крупные (до 1,5 см в диаметре), мякоть нежная, тающая, хорошего вкуса.

Выделенные в ВИР сорта и гибриды смородины – источники ценных признаков – неоднократно включали в скрещивания в Барнауле, Мичуринске, Минске. С участием генофонда ВИР создано несколько десятков сортов черной смородины, среди которых ставшие широко известными и распространенными – Белорусская Сладкая, Пилот А. Мамкин, Кантата, Золушка, Минай Шмырев, Выставочная, Нарядная, Стахановка Алтая, Загадка, Ленинградский Великан, Космическая, Детскосельская, Виноградная и др. Районированный сортимент черной смородины в России более чем на 60% создан с использованием коллекции ВИР.

В отделе генетических ресурсов плодовых культур института и на его опытных станциях выведено 18 сортов черной и 6 сортов красной смородины, из которых включены в Государственный реестр соответственно 12 и 3 из них, а остальные проходят государственное испытание. Среди них широкое признание и распространение получили многие сорта селекции Е.В. Володиной и О.А. Тихоновой: Бинар, Велой, Володинка, Петербурженка, Поэзия, Трилена и др. На Дальневосточной опытной станции селекционную работу с привлечением аборигенных видов смородины проводила Н.М. Бочкарникова (сорта Богатая, Каскад, Приморский Великан, Уссури), на Полярной опытной станции - С.Д. Елсакова и Т.В. Романова – Имандра 2, Подарок Заполярья, Мурманчанка, Памяти Бредова (черная смородина); Заря Заполярья, Светлана (красная смородина) (Плеханова и др., 2004).

Изучение коллекции крыжовника позволило выделить только за последние 15 лет 56 источников важнейших для селекции признаков, которые были разосланы в различные научные учреждения страны и широко используются в селекционных программах. На основе генофонда ВИР создано 43 сорта, находящихся в районировании и государственном сортоиспытании.

При изучении коллекции малины Павловской опытной станции для условий Северо-Запада России выделены источники зимостойкости – Новость Кузьмина, Никольская, Спирина, Ранняя Сладкая, Латам, Кутберт, Комета, Феникс, Оттава и крупноплодности – Моллинг Промис, Моллинг Джуэл, Сигна, Норна, Ньюбург и др.

На Майкопской опытной станции изучение коллекции сортов и видов ежевики, проведенное в условиях предгорий Северного Кавказа, показало перспективность ежевики для промышленной культуры. Сорта Эри, Киттатини, Лаутон, Уилсон Эрли, отличающиеся прямостоячим характером роста побегов, и стелющийся бесшипный сорт Торнфри рекомендованы для производственных посадок.

Особое внимание ученые ВИР уделяют мобилизации в мировую коллекцию образцов все еще слабо распространенных культур и мало используемых в селекции родов и видов дикорастущих плодовых и ягодных растений.

Так, благодаря многочисленным экспедициям по территории России и сопредельных стран на Крымской опытно-селекционной станции создана уникальная коллекция образцов дикорастущего терна. Это дало возможность выявить его значительный внутривидовой полиморфизм, выделить ценные формы и вовлечь их в селекцию. Получены многочисленные гибриды терна с сортами сливы домашней. Установлено, что лучшие гибриды сочетают положительные качества родительских видов – медленный темп зимне-весеннего развития, как у сливы домашней, и высокую морозостойкость, как у терна. Получены также формы с высокой жаростойкостью. Определенный интерес представляют гибриды терна с диплоидными сливами, обладающими рядом ценных признаков. Созданы гибриды терна с другими родами косточковых плодовых растений. Среди них немало перспективных для дальнейшего селекционного и практического использования.

На Дальневосточной опытной станции созданы ценные коллекции форм черемухи, представляющих большой интерес для селекции вишни на устойчивость к коккомикозу. Проведенные член-корреспондентом РАСХН В.П. Царенко экспедиционные обследования основных мест произрастания видов черемухи на Дальнем Востоке и станционное изучение образцов позволили выявить значительную внутреннюю морфологическую изменчивость у растений видов *Padus avium* Mill., *P. ssiori* (Fr. Schmidt) Schneid. и *P. taackii* (Rupr.) Kom. В результате для использования в селекции рекомендованы крупноплодные формы, формы с поздним цветением, с повышенным содержанием биологически активных веществ (Витковский, Юшев, 1994).

В последние годы ВИР сыграл значительную роль в расширении набора культур и их сортимента, таких как вишня войлочная, жимолость, актинидия, лимонник. Так, на Дальневосточной опытной станции В.П. Царенко получены крупноплодные, высококачественные и продуктивные сорта вишни войлочной Алиса, Натали, Осенняя Вировская, Океанская Вировская, Смуглянка, Восточная, Восторг, Сказка, Триана, Царевна и др.

На основании экспедиционного и станционного изучения видов рода *Lonicera* L. subsect. *Cerulea* Rehd. (жимолость голубая), проведенного на территории России, М.Н. Плехановой было установлено, что тетраплоидные ($2n=36$) голубые жимолости в ареале своего распространения доминируют над диплоидными ($2n=18$), занимая более высокогорные и северные части ареала. Ею было выявлено три очага произрастания диплоидных голубых жимолостей: среднеазиатский, даурозейский и южноуссурийский (Плеханова, 2004).

Изучение особенностей биологии и хозяйственной ценности жимолости голубой позволило рекомендовать перспективные источники для использования их в селекции на зимостойкость, разные сроки созревания ягод, высокую урожайность, крупноплодность, десертный вкус и другие признаки. При этом М.Н. Плехановой была выведена целая серия крупноплодных сортов жимолости, значительная часть которых включена в

Государственный реестр, - Амфора, Волхова, Лебедушка, Морена, Нимфа, Фиалка и др. А.Ш. Сабитов на Дальневосточной опытной станции создал ряд сортов жимолости, из которых переданы на государственное испытание сорта Горянка, Дымка, Зарница, Незабудка, а сорта Ивушка, Капель и Рассвет включены в Государственный реестр.

На Московском отделении Э.И. Колбасиной выведено более 20 сортов актинидии, многие из которых включены в Государственный реестр или проходят государственное испытание (Абрикосовая, Вафельная, Виноградная, Изобильная, Королева Сада и др.); кроме того, допущен для выращивания выведенный здесь же сорт лимонника китайского Первенец.

Селекционный процесс в плодово-ягодном растениеводстве отличается большой продолжительностью, которую необходимо существенно сократить. Одной из форм ускорения его может стать проведение селекционных скрещиваний непосредственно в коллекционных насаждениях ВИР. Опыт подобной работы с рядом научных учреждений свидетельствует о целесообразности расширения такой взаимовыгодной кооперации. Доступность мирового генофонда ВИР для селекционеров страны всегда была, есть и будет основополагающим принципом в работе института и его опытной сети.

ЛИТЕРАТУРА

Бурмистров Л.А. Использование мирового генофонда груши в селекции в южной зоне плодово-ягодного растениеводства // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. СПб.: ВИР, 1999. Т. 155. С. 31-37.

Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. М.: Наука, 1987. 512 с.

Витковский В.Л. Особенности изучения помологических признаков видов и сортов рода *Prunus* Mill. в связи с созданием генетической и стержневой коллекций (Методические указания). СПб.: ВИР, 2001. 89 с.

Витковский В.Л., Юшев А.А. Результаты комплексного изучения плодовых и ягодных культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 1994, № 4. С. 20-25.

Витковский В.Л., Юшев А.А., Пономаренко В.В. и др. Плодовые растения // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. 896 с.

Говорова Г.Ф., Говоров Д.Н. Земляника: прошлое, настоящее, будущее. – М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2004. 348 с.

Груша / Н.И. Савельев, В. Н. Макаров, В.В. Чивилев, Ю.А. Акимов; ВНИИ генетики и селекции плодовых растений. – Мичуринск: ВНИИГиСПР; Воронеж: Кварта, 2006. 160 с.

Еремин Г.В. Генетические коллекции плодовых и ягодных растений. СПб.: ВИР, 1994. 40 с.

Еремин Г.В. Слива и алыча // Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур / Г. В. Еремин, А.В. Исачкин, И.В. Казаков и др.: Под ред. Г.В. Еремина. М.: Мир, 2004. С. 304-318.

Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография. В двух томах. Т. 1. 780 с. Т. 2. 708 с. М.: Изд-во РУДН, 2001.

Лихонос Ф.Д., Павлова Н.М. Плодовые и ягодные культуры // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л.: ВИР, 1969. Т. 41. Вып. 1. С. 264-284.

Нестеров Я.С. Изучение коллекции семечковых культур и выявление сортов интенсивного типа. Л.: ВИР, 1986. 161 с.

Плеханова М.Н., Пупкова Н.А., Тихонова О.А., Арсеньева Т.В. Доноры и источники важнейших для селекции признаков ягодных культур (жимолость, крыжовник, красная смородина, черная смородина) // Каталог мировой коллекции ВИР / Под ред. М. Н. Плехановой. Вып. 743. СПб.: ВИР, 2004. 142 с.

Плеханова М.Н. Жимолость // Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур / Г.В. Еремин, А.В. Исачкин, И.В. Казаков и др.: Под ред. Г. В. Еремина. М.: Мир, 2004.

Программа и методика изучения сортов коллекции плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных культур и винограда. Л.: ВИР, 1970 / Под ред. Ф. Д. Лихоноса.

Савельев Н.И. Яблоня // Создание новых сортов и доноров ценных признаков на основе идентифицированных генов плодовых растений / Под ред. Н.И. Савельева. Мичуринск, 2002. С. 5-37.

Туз А.С., Бандурко И.А., Барсукова О.Н. и др. Груша. Доноры и источники важнейших для селекции признаков // Каталог мировой коллекции ВИР / Под ред. М.Н. Плехановой. Вып. 742. СПб.: ВИР, 2002. 110 с.

Юшев А.А., Чеботарева М.С. Эффективные источники устойчивости к коккомикозу (*Coscomyces hiemalis* Higg.) – восточноазиатские виды рода *Cerasus* Mill. // Бюл. ВИР. 1991. Вып. 212. С. 54-66.

Юшев А.А. Селекционные достижения ВИР по плодовым культурам за 75 лет // Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 711. СПб.: ВИР, 2000. С. 98 с.

Alston F.H., Phillips K. L., Evans K. M. A Malus gene list // Proc. EUCARPIA Symp. on Fruit Breed. and Genetics // Acta Hort. 2000. Vol. 2, № 538. P. 561-570.

ГЕНОФОНД РОДА *PRUNUS* L. И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ

Г.В. Еремин

На Крымской опытно-селекционной станции сосредоточен генофонд видов и сортов косточковых плодовых – представителей рода *Prunus* L. Его основой является генофонд дикорастущих видов и стародавних местных сортов, собранных экспедициями ВНИИР в центрах происхождения косточковых растений. В результате обмена генотипами с научными учреждениями России и других стран привлечены лучшие современные косточковых культур, а также некоторые виды рода *Prunus*. Созданы генколлекции доноров селекционно-ценных признаков, отдаленных гибридов, мутантов и полиплоидов косточковых растений.

Использование уникальных генотипов собранного здесь генофонда позволило на Крымской ОСС получить 41 сорт, включенный в Госреестр России. Из их числа наиболее известны новые клоновые подвои для косточковых культур и сорта сливы русской (алычи гибридной).

Генофонд Крымской ОСС с успехом используется другими научными учреждениями, выделено и районировано в России, Белоруссии и Украине несколько сортов совместной селекции Крымской ОСС и других научных учреждений.

GENETIC DIVERSITY OF *PRUNUS* L. AND ITS USE IN BREEDING

G.V.Eremin

Genetic diversity of stone fruit species and varieties representing *Prunus* L. is concentrated at the Krymsk Experiment and Breeding Station. Its basis is formed by the wild-growing species and old local varieties collected by VIR expeditions in the centers of origin of stone fruit plants. The exchange of genotypes with scientific institutes of Russia and other countries helped to introduce the best modern cultivars of stone cultures and also some *Prunus* species. Genetic collections of of donors of commercially important characters, remote hybrids, mutants and polyploids of stone plants.

The use of unique genotypes from the collection maintained at the Krymsk Station to produce 41 varieties which have been included in the State Registry of Russia. Among them, new clonal stocks for stone crops and varieties of Russian plum (myrobolan hybrid) are most well-known.

Collections of the Krymsk Station are successfully used by other scientific institutes. Some varieties have been jointly bred and by the Krymsk Station and other scientific institutes created and zoned in Russia, Belarus and Ukraine.

Развитие идей Н.И. Вавилова о генофонде сельскохозяйственных растений и его определяющем значении в успехе их селекционного улучшения наглядно иллюстрирует работа, проводимая на Крымской опытно-селекционной станции СКЗНИИСиВ по селекции косточковых культур плодовых культур (род *Prunus* L.). Специфичность работы с генофондом косточковых культур на Крымской ОСС заключается в том, что наряду с сбором, изучением и хранением коллекции здесь проводятся как исследования теоретического плана, так и использование выделяемых генотипов в практической селекции. Это во многом предопределило успех по созданию новых сортов и подвоев, некоторые из которых получили признание в производстве.

Род слива - *Prunus* L., к которому принадлежат наши важнейшие плодовые косточковые растения (по принятой в большинстве стран системе Фоке), исключительно полиморфен. Это позволяет использовать выделяемые у видов косточковых растений уникальные генотипы в решении самых различных селекционных проблем. Поскольку и в России, и в других странах мира ведется интенсивная работа по совершенствованию косточковых культур, необходимость в создании банка генотипов различных видов *Prunus* очевидна. Почвенно-климатические условия предгорий Западного Кавказа, где расположена Крымская ОСС, благоприятны для произрастания большинства видов *Prunus*. Это позволило иметь здесь стабильный состав коллекции.

Генофонд косточковых растений, насчитывающий свыше 5000 генотипов, был собран за последние 50 лет, когда Крымская ОСС входила в состав ВНИИР имени Н.И. Вавилова. Его основой являются генотипы дикорастущих видов, местных стародавних сортов, а также лучшие современные сорта косточковых культур.

Генофонд пополнялся за счет экспедиций с участием сотрудников ВНИИР, Крымской ОСС и ряда многих других научных учреждений. Экспедиции проводили прежде всего в вавиловские Центры происхождения культурных растений – Восточноазиатский, Переднеазиатский и Среднеазиатский, поскольку частично они заходят на территорию бывшего СССР. Таких экспедиций было проведено более двадцати. Это позволило собрать ценнейший материал как для использования в селекции, так и для уточнения таксономии ряда видов косточковых растений. У ряда дикорастущих видов были собраны генотипы из различных частей ареала, что позволило изучать их изменчивость на популяционном уровне.

Стародавние сорта косточковых культур, собранные в различных регионах бывшего СССР, также позволили выделить ценный исходный материал для селекции таких косточковых культур, как слива, вишня, черешня, абрикос и персик.

Важнейшим направлением в пополнении генофонда косточковых культур на Крымской ОСС является обмен материалом с другими научными учреждениями и частными лицами из различных регионов России и других стран. В ботанических садах удалось собрать некоторые

редкие виды рода *Prunus*, а в научных учреждениях и у садоводов-любителей приобрести новейшие селекционные, а также некоторые стародавние сорта и редкие виды.

Очень важно было, особенно при формировании генетических коллекций, а также для использования в селекции, привлечь в генофонд Крымской ОСС уникальные генотипы, синтезированные в процессе исследований по генетике и селекции в различных научных учреждениях России и других стран. Это отдаленные гибриды, мутанты, естественные и индуцированные полиплоиды, получить которые заново бывает очень трудно, а иногда и невозможно. Их необходимо сохранить для использования при решении как современных, так и вновь возникающих проблем. В настоящее время на Крымской ОСС созданы генетические коллекции отдаленных гибридов и полиплоидов косточковых растений. Большая часть из них – результат работ по гибридизации, выделению и индуцированию полиплоидов, проводимых на Крымской ОСС. Этот материал дополняют генотипы, полученные и другими исследователями.

Для повышения эффективности в использовании генофонда косточковых культур в селекции было очень важно уточнить место отдельных видов в системе рода *Prunus*, поскольку не всегда некоторые виды были правильно включены в ту или иную секцию (подрод) этого рода. Например, виды секции *Microcerasus* были включены в род *Cerasus*, но с видами *Typocerasus* они не скрещиваются. Вид *P.maackii* включен был в состав рода *Padus*, с видами которого он не скрещивается, но легко скрещивается с видами *Cerasus* и т.д. Необходимо было уточнить положение отдельных видов косточковых культур, а также их внутривидовую таксономию, которая также для большинства из них была слабо разработана. Поэтому, исходя из подходов Н.И. Вавилова к виду как полиморфной системе, на Крымской ОСС были проведена работа с использованием современных методов по определению реального объема вида, их внутривидовой таксономии и положению в системе рода *Prunus*.

Изучение формового разнообразия у ряда видов рода *Prunus* на популяционном уровне в стационарных условиях на выровненном фоне позволило уточнить или разработать их внутривидовую таксономию. Эта работа выполнена для видов: алыча – *P.cerasifera* Ehrh., терн – *P.spinosa* L., слива китайская – *P.salicina* Lindl., слива американская – *P.americana* Marsh., микровишня седая – *P.incana* Stev., микровишня простертая – *P.prostrata* Labill., миндаль бобовник – *P.nana* L. (табл. 1).

Кроме того, проведенное углубленное изучение ряда видов позволило изменить их положение в системе рода *Prunus* L.:

микровишню мелкоплодную – *P.microcarpa* C.A. Mey – перевести из подсекции *Microcerasus* (*Amygdalocerasus*) в подсекцию *Spiraeopsis*;

луизеанию черепчатую – *P.pedunculata* Maxim. из секции *cerasioides* *Licioides* перевести в секцию *Amygdolopsis*;

вишню Маака – *P.maackii* Rupr. - из подрода черемухи – *Padus* в подрод вишни *Cerarus*.

Удалось также установить необоснованность выделения в самостоятельные многих «видов», являющихся или межвидовыми гибридами, или отдельными формами, которые в лучшем случае могут быть выделены в ранг разновидности или подвида. Эти «виды», как правило, не имеют изолированных ареалов и проявлений несовместимости при гибридизации с другими представителями основного вида в вавиловском его понимании.

Таблица 1. Таксоны видов *Prunus*, предложенных Крымской ОСС

Виды	Подвиды, разновидности
Алыча – <i>P. cerasifera</i> Ehrh.	типичная – <i>subsp. cerasifera</i> восточная – <i>subsp. orientalis</i> (M.Pop) Erem. et Garcov. типичная – <i>var. orientalis</i> медвежья – <i>var. ursina</i> (Kotschi) Erem. et Garcov. крупноплодная – <i>subsp. macrocarpa</i> Erem. et Garcov. типичная – <i>var. macrocarpa</i> армянская – <i>var. nairica</i> (Koval.) Erem. et Garcov. грузинская – <i>var. georgica</i> (Erem.) Erem. et Garcov. иранская – <i>var. iranica</i> (Koval.) Erem. et Garcov. Писсарда – <i>var. pissardii</i> Bayl Таврическая – <i>var. taurica</i> (Kost.) Erem. et Garcov.
Терн – <i>P. spinosa</i> L.	типичный – <i>subsp. spinosa</i> южный – <i>subsp. australis</i> Erem. западный – <i>subsp. occidentalis</i> Erem. северо-восточный – <i>subsp. boreali-orientalis</i> Erem.
Слива китайская – <i>P. salicina</i> Lindl.	типичная – <i>subsp. salicina</i> маньчжурская – <i>subsp. manshurica</i> (Scvorz.) Erem. уссурийская – <i>subsp. ussuriensis</i> (Koval. et Kost.) Erem. абрикосовая – <i>subsp. simonii</i> (Carr.) Erem.
Слива американская – <i>P. americana</i> Marsh.	типичная – <i>subsp. americana</i> канадская – <i>subsp. nigra</i> (Ait.) Erem. мексиканская – <i>subsp. mexicana</i> (S. Wats.) Erem. шерстистая – <i>subsp. lanata</i> (Mack. et Bush.) Erem.
Микровишня седая – <i>P. incana</i> Stev	типичная – <i>subsp. incana</i> американская – <i>subsp. araxina</i> (Pojark.) Erem. Блиновского – <i>subsp. blinowsckii</i> (Totsch.) Erem.
Микровишня простертая – <i>P. prostrata</i> Labill.	типичная – <i>subsp. prostrata</i> опушенная – <i>subsp. bifrons</i> (Fritsh.) Erem. et Yushev. бородавчатая – <i>subsp. verrucosa</i> (Franch.) Erem. et Yushev. тяньшаньская – <i>subsp. tianshanica</i> (Pojark.) Erem. et Yushev.
Миндаль бобовник – <i>P. nana</i> (L.) Bent. et Hedr.	типичный – <i>subsp. nana</i> грузинский – <i>subsp. georgica</i> (Desf.) Erem. Ледебуря – <i>subsp. ledebouriana</i> (Schlecht.) Erem.

Накопленный в результате геномного анализа материал по изучению генофонда косточковых культур позволил сделать вывод о гибридогенном происхождении значительного числа видов рода *Prunus*, как дикорастущих, так и культивируемых (табл. 2).

При этом следует отметить, что многие гибридогенные виды более адаптированы к экстремальным факторам среды и произрастают на территориях с более суровым климатом, чем родительские виды. В этом отношении следует выделить виды аллополиплоидные – терн, микровишню простертую, вишню степную, обыкновенную и Маака, луизеанию трехлисточковую и черешчатую, которые оказались значительно более зимостойкими и засухоустойчивыми, чем их родители.

Таблица 2. Происхождение гибридогенных видов косточковых растений

Вид	Происхождение
<i>P. domestica</i> L.	<i>P. spinosa</i> x <i>P. cerasifera</i>
<i>P. darvasica</i> Temb.	<i>P. domestica</i> x (<i>P. prostrata</i> x <i>P. cerasifera</i>)
<i>P. spinosa</i>	<i>P. cerasifera</i> x <i>P. microcarpa</i>
<i>P. hortulana</i>	<i>P. americana</i> x <i>P. munsoniana</i>
<i>P. dasycarpa</i>	<i>P. cerasifera</i> x <i>P. armeniaca</i>
<i>P. ansu</i>	<i>P. armeniaca</i> x <i>P. salicina</i>
<i>P. bucharica</i>	<i>P. amygdalus</i> x <i>P. microcarpa</i>
<i>P. ferzliana</i>	<i>P. amygdalus</i> x <i>P. cerasifera</i>
<i>P. nana</i>	<i>P. scoparia</i> x <i>P. incana</i>
<i>P. spinosissima</i>	<i>P. scoparia</i> x <i>P. microcarpa</i>
<i>P. petunnicovii</i>	<i>P. nana</i> x <i>P. spinosissima</i>
<i>P. pedunculata</i>	<i>P. ulmifolia</i> x <i>P. prostrata</i>
<i>P. triloba</i>	<i>P. ulmifolia</i> x <i>P. glandulosa</i>
<i>P. maackii</i>	<i>P. canescens</i> x <i>P. maximoviczii</i>
<i>P. fruticosa</i>	<i>P. canescens</i> x <i>P. mahaleb</i>
<i>P. kurilensis</i>	<i>P. incisa</i> x <i>P. sachalinensis</i>
<i>P. cerasus</i>	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. avium</i>
<i>P. prostrata</i>	<i>P. incana</i> x <i>P. microcarpa</i>

В связи с тем, что у видов косточковых растений идентифицировано сравнительно мало генов селекционно-ценных признаков и на этой основе трудно создать идентифицированные генетические коллекции, то у них ведущее значение приобретают признаковые коллекции доноров важнейших для селекции признаков, в том числе и полигенных – адаптивности к биотическим и абиотическим стрессам, элементов продуктивности и технологичности.

Для использования в селекции важнейших косточковых культур особую ценность представляют комплексные доноры, выделенные из генофонда Крымской ОСС. Примером таких комплексных доноров, имеющих высокую комбинационную способность, являются сорта сливы домашней Ренклод Альтана, Юбилейная сочинская, Кабардинская ранняя, сорта сливы русской Кубанская комета, Обильная, сорт персика Золотой юбилей, вишня Ланнеза №2 и ряд других.

Среди типов генетических коллекций большое значение приобретают полигеномные коллекции, в которых сосредотачивают генотипы,

содержащие в себе или геномы различных видов – межвидовые гибриды, или дуплеты одного вида - автополиплоиды. Поскольку наследование большинства интегральных признаков у косточковых растений связывается с присутствием в генотипе геномов определенных видов, то очень важно такие геномы передавать гибридам, чтобы иметь желаемые признаки, особенно если они имеют полигенное наследование (количественные признаки). Например, наличие генома терна у его гибридов с тетраплоидом персика, что подтверждается присутствием маркерных признаков, обеспечивает высокую зимостойкость, а также сравнительную слаборослость гибридов даже во втором поколении при гибридизации зимостойких гибридов F_1 с незимостойкими формами, в частности, с индуцированными тетраплоидами алычи. На основе таких скрещиваний на тетраплоидном уровне с привлечением аллотетраплоидных гибридов терна с персиком, абрикосом, микровишней простертой, диплоидными видами сливы в настоящее время развернута долговременная программа по созданию адаптивных тетраплоидных сортов и подвоев этих культур.

Использование уникальных доноров ценных признаков, выделенных из генофонда Крымской ОСС, позволяет разработать у косточковых культур самые разнообразные селекционные программы. Это наглядно подтверждается опытом Крымской ОСС, на которой они особенно эффективно применены в селекционной практике. С использованием имеющегося здесь генофонда выведен 41 сорт косточковых культур, включенных в Госреестр селекционных достижений России и допущенных к использованию в стране. Большинство из этих сортов запатентовано.

Таблица 3. Происхождение и использование клоновых подвоев селекции Крымской ОСС

Сорт клонового подвоя	Происхождение	Сильнорослость	Для каких культур
Алаб 1	<i>P. cerasifera</i> x <i>P. armeniaca</i>	полукарлик	Абрикос, слива, персик
ВВА-1	<i>P. tomentosa</i> x <i>P. cerasifera</i>	карлик	Абрикос, слива, персик
Весеннее пламя	(<i>P. armeniaca</i> x <i>P. salicina</i>) x <i>P. cerasifera</i>	среднерослый	Слива, персик
ВСВ-1	<i>P. incana</i> x <i>P. tomentosa</i>	карлик	Слива, персик
ВСЛ-1	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. lannesiana</i>	карлик	Черешня, вишня
ВСЛ-2	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. lannesiana</i>	полукарлик	Черешня, вишня
ВЦ-13	<i>P. cerasus</i> x (<i>P. cerasus</i> x <i>P. maackii</i>)	среднерослый	Черешня, вишня
Дружба	<i>P. pumila</i> x <i>P. armeniaca</i>	полукарлик	Абрикос, слива
Зарево	клон сорта Весеннее пламя	среднерослый	Слива, персик
Кубань 86	<i>P. cerasifera</i> x <i>P. persica</i>	среднерослый	Персик, слива, абрикос, миндаль
Л-2	<i>P. lannesiana</i>	среднерослый	Черешня
ЛЦ-52	<i>P. cerasus</i> x (<i>P. cerasus</i> x <i>P.</i>	среднерослый	Черешня, вишня

	<i>maackii</i>)		
Спикер	<i>(P. pumila x P. salicina) x P. cerasifera</i>	среднерослый	Слива
Фортуна	<i>P. cerasifera x (P. salicina x P. persica)</i>	среднерослый	Слива, персик
Эврика 99	<i>(P. pumila x P. salicina) x P. cerasifera</i>	полукарлик	Слива, абрикос, персик

Сконцентрированный в генофонде Крымской ОСС исключительный потенциал рода *Prunus* позволил решить ряд важнейших селекционных проблем. Здесь впервые в России создана серия клоновых подвоев косточковых культур, по адаптивности, технологичности и способности к размножению простейшими методами превосходящих зарубежные аналоги. В настоящее время они проходят эти испытания в различных странах, и в большинстве случаев лучшие из них успешно выдерживают жесткую конкуренцию со стороны иностранных фирм (табл. 3).

Особенно высокой амплитудой приспособляемости к экстремальным условиям среды в различных регионах России и за рубежом выделялись клоновые подвои: Кубань 86, ВВА-1, Эврика 99, ВСЛ-2, ЛЦ-52. В специфических условиях внешней среды отдельных стран отлично зарекомендовали себя клоновые подвои: Дружба (Украина, Беларусь), Алаб-1 (США), ВСВ-1 (Испания). Особенно следует подчеркнуть большую устойчивость к различным почвенным стрессорам ряда подвоев: затоплению (ВВА-1), избытку извести (Кубань 86, ВСВ-1), почвенной нематоде (Кубань 86, ВВА-1, Эврика 99 и др.), галловой почвенной нематоде (Алаб-1), морозостойкость корней (ВВА-1, Дружба, ВСЛ-2 и др.). Очень ценятся также наиболее слаборослые подвои – ВВА-1, ВСВ-1, ВСЛ-2, ЛЦ-52.

С уверенностью можно сказать, что проблема создания необходимой серии клоновых подвоев для косточковых культур решена в первом приближении. В настоящее время в селекционный процесс включены новые виды рода *Prunus*, и имеются все основания считать, что в ближайшие годы будут переданы производству новые подвои, в частности, высокоадаптированные к комплексу почвенных патогенов, вирусам кольцевых пятнистостей, слаборослые.

Свой вклад внес генофонд Крымской ОСС и в дело создания и разработки промышленного сортамента новой косточковой культуры – сливы русской – *P.rossica* Erem. Здесь создана серия сортов этого вида путем гибридизации крупноплодных сортов алычи – *P.cerasifera* с сортами сливы китайской – *P.salicina*, а также с другими сортами диплоидных видов сливы – *P.americana*, *P.munsoniana*, черным абрикосом – *P.dasyocarpa* и вишнесливой (*P.pumila x P.salicina*).

В результате широкого производственного испытания было установлено, что большинство сортов русской сливы по своей адаптивности превосходят даже самые выносливые сорта родительских видов. В этом отношении выделяются сорта этого вида - Кубанская комета,

Сарматка, Найдена, Путешественница, Июльская роза, Комета поздняя, Шатер, Подарок Санкт-Петербургу, которые хорошо себя зарекомендовали не только в Средней полосе России, Беларуси, Украине, Латвии, но и на Южном Урале, на юге Восточной Сибири и Приморского края, превосходя в ряде случаев местные сорта сливы по адаптивности, крупноплодности и качеству плодов.

Для Южной зоны плодоводства созданы крупноплодные высококачественные сорта: Глобус, Подарок Сад-Гиганту, Колонновидная, Гек, превосходящие по устойчивости к морозам и болезням, а также по консервным качествам плодов лучшие сорта японской сливы, не уступающие им по качеству плодов и продуктивности и лишь немного отстающие от самых крупноплодных сортов этого вида (Озарк-премьер, Анжелина и др.) по размеру плодов (табл. 4).

Таблица 4. Оценка качества плодов сортов сливы русской

Сорт	Масса плода, г	Оценка качества плодов, балл				
		свежих	сок с мякотью	компот	варенье	заморо женные плоды
Глобус	61,0	4,8	4,6	4,6	4,7	4,5
Дынная	40,4	4,8	4,5	4,4	4,5	4,6
Евгения	32,5	4,6	4,6	4,5	4,4	3,8
Июльская роза	32,8	4,7	4,5	4,5	4,5	-
Колонновидная	36,6	4,6	4,5	4,4	4,4	-
Комета поздняя	35,4	4,7	4,5	4,6	4,6	4,5
Кубанская комета	31,1	4,7	4,6	4,5	4,5	4,8
Подарок Сад-Гиганту	44,2	4,8	4,5	4,6	4,5	4,5

Слива русская стала промышленной культурой в южной зоне плодоводства России и надежной любительской – в более северных регионах. Это молодая плодовая культура, и вовлечение в процесс ее создания новых, более ценных, сортов выдающихся генотипов других диплоидных видов сливы, абрикоса, персика, микровишни позволит в ближайшие годы получить сорта, не уступающие по размерам и качеству плодов сорта японских слив, но адаптированных к нашим суровым климатическим условиям.

Новой культурой для наших садов является и черный абрикос – *P.dasycarpa*. Первые отечественные сорта этого вида выведены на Крымской ОСС – Кубанский черный и Черный бархат, они внесены в Госреестр сортов, допущенных к использованию в России. Сорта черного абрикоса превосходят сорта абрикоса обыкновенного по зимостойкости, устойчивости к болезням, но уступают по величине и качеству плодов. В то же время они по своим консервным качествам не уступают абрикосу обыкновенному. Использование в селекции черного абрикоса высококачественных и адаптивных сортов и видов косточковых культур, прежде всего «плекотов» (гибридов китайской сливы х абрикос) и сливы

русской, может быстро решить проблему создания промышленного сортимента этой культуры и продвижения его в новые регионы.

Благодаря использованию доноров высоких сухофруктовых качеств плодов решена проблема создания отечественного сортимента домашней сливы для приготовления высококачественного чернослива. Донорами высокого качества плодов для этого вида консервирования явился сорт Юбилейная сочинская и ряд других сухофруктовых сортов. Высокую адаптивность к экстремальным факторам среды передали гибридом сорта Изюм-Эрик, Ренклюд Альтана и некоторые другие, а самоплодность и крупный размер плодов - сорт Кабардинская ранняя. Новые сорта сливы домашней - Кубанская легенда, Венгерка кавказская, Кубанский карлик, Синяя птица, Баллада удачно сочетают хорошую адаптивность с высокими сухофруктовыми качествами плодов, а три последние – с самоплодностью.

Определенные достижения по созданию более зимостойких сортов с высоким качеством плодов имеются и у персика. Один из наиболее адаптивных интродуцированных сортов персика – Золотой юбилей дал в своем гибридном потомстве трансгрессивные сорта по зимостойкости, среди которых по комплексу признаков выделяется сорт Память Симиренко и близкие к нему такие зимостойкие сорта, как Стойкий, Ранний Кубани и нектарин Краснодарец (сеянец сорта Лола).

Наиболее высокой зимостойкостью выделяются сеянцы местных сортов персика Тихорецкий 4 и Памирский 5, включенные в Госреестр сортов, допущенных к размножению в России. Последний является донором иммунитета к мучнистой росе. В настоящее время ведется работа по созданию зимостойких сортов персика с участием ряда зимостойких видов миндаля, сливы, микровишни. Однако до окончания этой программы пока далеко.

В сравнительно ограниченном объеме ведется на Крымской ОСС селекция черешни на устойчивость к болезням, прежде всего к коккомикозу, на самоплодность, слаборослость и крупноплодность. Из видового разнообразия вишни выделены доноры устойчивости и слаборослости, а среди интродуцированных канадских сортов черешни – сорта самоплодные. Получен ряд гибридов F_1 , ведется работа по получению более старших поколений, позволяющих приблизиться к современным сортам по размеру и качеству плодов, сохраняя устойчивость к коккомикозу и другим болезням.

Генофонд косточковых растений, имеющих на Крымской ОСС, с успехом используется многими научными учреждениями России и некоторых зарубежных стран. В результате реализации совместных селекционных программ выведены сорта косточковых культур, районированные в России, Беларуси и Украине: клоновые подвои ВЦ-13 и ЛЦ-52 (совместно с ВСТИСП), Весеннее пламя (совместно с УкрНИИС), Дружба (совместно с ВНИИГСПР); сорта сливы русской Подарок Санкт-Петербургу (совместно с ВНИИР и Павловской опытной станцией), Найдена (совместно с БелНИИП). Многие годы проводится совместная

работа по селекции с использованием генофонда Крымской ОСС и ВНИИС, СКЗНИИСиВ, НИИСС, Новосибирским ботаническим садом и рядом других научных учреждений России.

Использование ряда генотипов из генофонда Крымской ОСС уже позволило создать ряд ценных сортов косточковых культур. Однако селекционно-генетический потенциал, имеющийся здесь, использован лишь в малой доле, и возможности создания новых сортов с использованием доноров селекционно-ценных признаков, имеющихся в генофонде станции, очень велики. Но для повышения эффективности работы с имеющимся генофондом необходимо решить ряд принципиальных проблем на государственном уровне. Прежде всего надо решить вопрос о придании генофонду плодовых растений Крымской ОСС статуса филиала Государственного генбанка России, каковым фактически является ВНИИР им. Н.И. Вавилова. На основе этого необходимо решить вопрос о финансировании работы с генофондом Крымской ОСС из федерального бюджета. Без этого судьба крупнейшего в мире генофонда косточковых плодовых культур, собранного здесь, весьма проблематична.

ЛИТЕРАТУРА

Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции (Учение об исходном материале в селекции) / Н.И. Вавилов // Академик Н.И. Вавилов: Избр. тр. в 5-ти т. М.-Л., 1960. С. 21-70.

Вавилов Н.И. Линнеевский вид как система / Н.И. Вавилов // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1931. Т. 26, вып. 3. С. 109-134.

Еремин Г.В. Генетические коллекции плодовых / Г.В. Еремин // Итоги науки и техники / ВИНТИ. Общие проблемы биологии. 1983. Т. 2. С. 87-107.

Еремин Г.В. Исследование видов рода *Microcerasus* Webb emend. Spach в связи с их селекционным использованием / Г.В. Еремин, А.А. Юшев, Л.Н. Новикова // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1979. Т. 65, вып. 3. С. 70-86.

Еремин Г.В. Косточковые культуры. Выращивание на клоновых подвоях и собственных корнях / Г.В. Еремин, А.В. Проворченко, В.Ф. Гавриш и др. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. 256 с.

Еремин Г.В. Отдаленная гибридизация косточковых плодовых растений / Г.В. Еремин. М.: Агропромиздат, 1985. 280 с.

Еремин Г.В. Слива и алыча / Г.В. Еремин. – Харьков: Фолио; М.: ООО «Изд-во АСТ», 2003. 302 с. (Домаш. б-ка).

Еремин Г.В. Терн и тернослива: пособие для садоводов-любителей / Г.В. Еремин, В.В. Ковалева. М.: Изд-во «Никола-Пресс»; Изд. дом «ЮНИОН-паблик», 2007. 160 с., ил. (Новое и перспективное садоводам – любителям).

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ВИДОВ РОДА *PYRUS* L. – ГРУША

А.С. Туз, И. А. Бандурко

ГНУ Майкопская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова, ул. Научная, 1, п/о Шунтук, Майкопский район, Республика Адыгея, 385476, was@pochta.ru

В результате изучения полиморфизма признаков видов груши из основных генцентров, сосредоточенных в коллекции Майкопской опытной станции ВИР, установлены некоторые взаимосвязи между видами рода *Pyrus* L. Выделены формы западных видов с морфологическими признаками цветков и плодов, присущими восточным видам.

DIAGNOSTIC CHARACTERISTICS OF *PYRUS* L. SPECIES

A. S. Tuz I. A. Bandurko

The paper describes variability of taxonomically important flower and fruit morphological traits of different *Pyrus* L. spp. concentrated in collections of the Maikop Experiment Station. Both Western and Eastern species indicate such common characteristics as deciduous sepals, reduced number of seed chambers, russet skin of fruit, etc. Necessity of a complex approach to *Pyrus* L. spp. diagnostics is demonstrated.

По Н.И. Вавилову (1926), первичный центр происхождения рода *Pyrus* L. – Восточная Азия, где и сейчас произрастают многие дикорастущие виды груши, обладающие большим резервом доминантных генов.

Достоверных палеоботанических сведений о времени возникновения рода *Pyrus* L. нет. Вполне вероятно, что его формирование проходило позже основных родов подсемейства *Maloideae* – *Sorbus* L., *Crataegus* L., *Malus* Mill., о чем свидетельствует отсутствие представителей рода *Pyrus* на американском материке, тогда как представители вышеуказанных родов в большом количестве представлены во флоре Северной Америки, куда они, по-видимому, проникли еще в третичном периоде, когда имела сухопутная связь между азиатским и американским материками. Первичные

формы рода *Pyrus*, как отмечает А. С. Туз (1983), произошли от общих с родом *Malus* предков, представителями которых являются древние восточно-азиатские виды яблони – *M. yunnanensis* (Franch.) Schneid., *M. kansuensis* (Batal.) Schneid., в мякоти которых имеются каменистые клетки, как и у видов груши. Большинству восточноазиатских видов родов *Pyrus* и *Malus* характерны общие признаки – опадание чашелистиков и остропильчатые края листьев.

Для большинства, в представлении А. А. Федорова (1958), в начальный период формирования рода *Pyrus* он состоял из примитивных форм, обитавших на большой территории в мезофитных лесах. Дальнейшая эволюция рода происходила, главным образом, в области контакта леса и пустыни, где в результате жесткого отбора в массовом количестве возникали формы, приспособленные к новым условиям существования.

Этот процесс активно продолжается и в настоящее время, особенно во вторичных центрах формирования рода – в регионах с контрастными климатическими условиями, где наблюдается контакт ареалов многих видов (Средняя Азия, Ближний Восток, Кавказ, Балканы, Северная Африка).

Эволюционный процесс способствовал резкому расхождению морфологических признаков и биологических свойств у большинства выделенных видов. Однако, многие из них имеют общие, иногда неожиданные признаки, которые в какой-то мере объясняют некоторые вопросы видообразования рода *Pyrus*.

Единого мнения о видовом составе рода *Pyrus* нет. В настоящее время описано более 60 видов груши, произрастающих на евроазиатском материке и на северо-западе Африки от 30⁰ до 50⁰ с. ш. Некоторые исследователи выделяют лишь 18–20 основных видов, полагая, что самостоятельное значение остальных не установлено. В современном представлении все виды груши объединяются в 2 крупные таксономические группы: секцию *Pashia* Koehne, куда входят восточноазиатские виды, и секцию *Pyrus*, объединяющую виды Средней Азии и Средиземноморья (Туз, 1983).

В целом, для видов секции *Pashia* характерны следующие основные признаки и особенности: листья крупные, неопушенные, с острозубчатыми краями; цветки с 2–4(5) стилодиями; плоды с оржавленной кожицей, плотной мякотью, 2–4(5) семенными камерами и опадающими чашелистиками; период биологического покоя короткий, устойчивость к болезням высокая. У видов секции *Pyrus* листья небольшие, более или менее опушенные, со слабозубчатыми или цельными краями; цветки с 5-ю стилодиями; плоды с неоржавленной или частично оржавленной кожицей, размягчающейся при созревании мякотью, 5-ю семенными камерами и приросшими чашелистиками; период биологического покоя довольно длительный, устойчивость к болезням слабая (Туз, 1971, 1983).

На Майкопской опытной станции ВИР сосредоточена наиболее полная в России коллекция сортов (963 сорта) и уникальная видовая коллекция груши (31 ботанический вид, 4 разновидности, 166 форм, 36 межвидовых гибридов). Представлены основные виды Восточной Азии, Средней Азии и Европы. Наиболее широко представлены виды, распространенные на Кавказе, в Закавказье и Крыму: *P. caucasica* Fed. – 97 форм, *P. salicifolia* Pall. – 28 форм, *P. elaeagnifolia* Pall. 16 форм - и другие (*P. balansae* Decne., *P. boissieriana* Buhse, *P. complexa* Rubtz., *P. elata* Rubtz., *P. eldarica* Gross., *P. hircana* Fed., *P. medvedevii* Rubtz., *P. pubescens* Rubtz., *P. syriaca* Boiss., *P. zangezura* Maleev.), собранные в результате интродукции и экспедиционного обследования мест наибольшего распространения указанных видов.

Стационарное углубленное изучение обширного видового и сортового материала (Туз, 1983; Бандурко, 1998) выявило некоторые данные взаимосвязи видов, которую, на наш взгляд, следует учитывать при дальнейшем совершенствовании системы рода *Pyrus*.

Опадание чашелистиков. На основе данного признака Е. Koehne (1983) разделил род *Pyrus* на секцию *Achras* Koehne, которая объединяла виды с неоппадающими чашелистиками и 5-ю столбиками в цветке и секцию *Pashia* Koehne, включающую виды с опадающими чашелистиками и 2–5 столбиками. И до настоящего времени этот признак для многих исследователей служит критерием соотнесения вида к определенной секции. По нашему мнению, этот признак не единственный в определении родства видов, поскольку он в той или иной степени свойственен не только восточным, но и западным видам. Наши исследования подтверждают это предположение. Некоторые из 166 форм дикорастущих западных видов коллекции МОС ВИР имеют свойство опадания чашелистиков. На большинстве плодов полностью опадают чашелистики у образцов *P. caucasica* №67–37, 67–39, 69–70, 169–73, 69–98, 67–230, *P. Salicifolia* №69–68 (таблица) и у межвидовых спонтанных гибридов *P. salicifolia* x *P. caucasica* №69–55 и *P. pyraister* x *P. elaeagnifolia* №4. Собрано 20 образцов *P. caucasica* с не полностью опадающими у некоторых плодов чашелистиками.

Следует заметить, что описываемый признак имеется и у груши европейской лесной – *P. pyraister* Burgsd., что служит основанием для выделения вида *P. rossica* Danil. и включения его в секцию *Pashia*. По нашим наблюдениям, у образцов *P. rossica*, присланных из Воронежа на МОС ВИР, опадание чашелистиков в различной степени происходит лишь у части плодов. По другим признакам они не отличаются от имеющихся в коллекции образцов *P. pyraister*.

Опадание чашелистиков у части плодов отмечено нами и у культурных сортов. Данный признак обычен для китайских сортов, часто встречается у сортов Кавказа и Закавказья, имеется и у некоторых европейских сортов.

Количество столбиков в цветке. Признак характерен для некоторых восточных видов секции *Pashia* (Туз, 1972). Наиболее древние примитивные виды – *P. betulifolia* Bunge, *P. calleryana* Decne., *P. pashia* Hamilt. имеют 2–3 столбика в цветках. Виды, более продвинутые эволюционно – *P. pyrifolia* (Burm.) Nakai, *P. ussuriensis* Maxim., отличаются цветками с 5 столбиками. Некоторые восточные виды – *P. bretschneideri* Rehd., *P. phaeocarpa* Rehd., *P. serrulata* Rehd., *P. uyematsuana* Makino – имеют 3–4, иногда 4–5 столбиков в цветке. Высказано предположение, что указанные виды обладают гибридной природой.

У видов секции *Pyrus* в цветках, как правило, 5 столбиков. Нами выделены формы с меньшим числом. Так, у некоторых образцов *P. salicifolia*, собранных в Дагестане, цветки имеют только 3, иногда – 4 (№69–37, 69–39, 69–52, 69–65, 69–68), или 4–5 (№69–41, 69–54, 69–66) (таблица). Подобные образцы установлены нами и у других видов секции *Pyrus*. По 4–5 столбиков имеют межвидовые гибриды *P. syriaca* x *P. salicifolia* №35 и 64.

Опушение генеративных и вегетативных органов у видов секции *Pashia* отсутствует или слабо выражено. Однако и в этой группе имеются виды и формы с наличием густого опушения вегетативных органов ранней весной или в течение периода вегетации: *P. betulifolia*, *P. calleryana* и другие. Виды секции *Pyrus* отличаются значительной выраженностью опушения цветоносов, цветоножек, чашечки, чашелистиков, а также молодых листьев и побегов. У большинства видов этот признак проявляется весной, а у представителей подсекции *Argyromalon* (Fed.) Tuz – в течение всего периода вегетации. Большая степень внутривидовой дифференциации по признаку опушенности имеет место у среднеазиатского вида *P. korshinskyi* Litv. Многие растения вида отличаются отсутствием опушения. Так, М.Г. Попов (1928) выделил по этому признаку разновидность *P. korshinskyi* var. *glabrescens*, а В.И. Запрягаева (1964) – подвид *P. korshinskyi* subsp. *daschtidshumica*. У форм *P. salicifolia* наблюдается различная степень опушенности вегетативных и генеративных органов. Некоторые из них лишены этого признака почти полностью, что послужило одной из причин выделения их в самостоятельные виды: *P. nutans* Rubtz. и *P. eldarica* Grossh. (Гроссгейм, 1952).

Нами выделены формы некоторых западных видов, у которых признак опушения не проявляется или выражен очень слабо: *P. pyraster* №73–12, 73–13, 75–28; *P. caucasica* №64–3, 67–127, 67–196, 69–60; *P. turcomanica* №2 (таблица).

Оржавленность кожицы плодов (верхний эпидермальный слой кожицы состоит из опробковевших клеток бурого цвета). Этот признак характерен для многих восточноазиатских видов секции *Pashia*. Обнаружена встречаемость признака оржавленности кожицы плодов и у видов секции *Pyrus*. Полностью оржавленные плоды имеют формы *P. caucasica* № 69–50, 69–73, 69–86. Плоды с оржавленной кожей наблюдались у *P. salicifolia* (Туз, 1972).

Таблица. Изменчивость диагностических признаков некоторых видов рода *Pyrus* L. (МОС ВИР, 1990–1995 гг.)

Наследственно варьирующие признаки	<i>P.</i> <i>caucasica</i>	<i>P.</i> <i>salicifolia</i>	<i>P.</i> <i>elaeagnifolia</i>	<i>P.</i> <i>pyraster</i>	Образцы с нетипичными для вида признаками
1	2	3	4	5	6
П Л О Д					
Величина: < 5 г	+	+	+	+	–
5–9 г	+	+	+	+	67–4, 67–189, 69–88 (<i>P. caucasica</i>)
10–15 г	+	+	+	+	–
> 15 г	+	+	+	+	–
Форма: округлая	+	+	+	+	–
плоско-округлая	+	+	+	+	–
яйцевидная	+	+	–	–	–
конусовидная	+	–	–	–	№2, №6
Оржавленность:					
сплошная	+	+	–	+	69–50, 69–73, 69–86 (<i>P. caucasica</i>)
частичная	+	+	+	+	–
отсутствует	+	+	+	+	–
Чашечка: опадает	–	–	–	–	–
опадает у части плодов	+	+	–	+	67-37, 67-39, 69-70, 69-98 (<i>P. caucasica</i>), 69-68 (<i>P. salicifolia</i>)
не опадает	+	+	+	+	–
Ц В Е Т О К					
Опушенность завязи:					
отсутствует	+	–	–	+	73-12, 73-13, 75-28, (<i>P. pyraster</i>), 64-3, 67-127, 67-195 (<i>P. caucasica</i>)
слабая	+	–	–	–	–
сильная	+	+	+	+	–
Количество столбиков:					
5	+	+	+	+	–
4	–	+	–	–	69–41, 69–54, 69–66 (<i>P. salicifolia</i>)
3	–	+	–	–	69–37, 69–39, 69–52, 69–68 (<i>P. salicifolia</i>)

Примечание: в графах 2–5 + наличие, – отсутствие форм с указанными признаками

Разнолистность (гетерофилия). У видов секции *Pashia* первые листья сеянцев обычно лопастные или рассеченные с числом лопастей от 2–3 до 7–9. По литературным данным, разнолистность взрослых растений характерна среди восточных видов для *P. pashia* Hamilt. и разновидности *P. calleryana* – var. *Dimorphophylla*; среди западных видов – для *P. regelii* Rehd. Лопастные листья встречаются и у некоторых других видов секции *Pyrus*: *P. korshinskyi*, *P. salicifolia*, *P. elaeagnifolia*, *P. amygdaliformis* Vill., *P. nivalis* Jacq. (Драгожиская, 1964). По нашим сведениям, этот признак в различной степени проявляется у сеянцев *P. caucasica*. Лопастные листья также иногда имеются у всходов гибридов европейских сортов, полученных от направленных скрещиваний.

Масса плодов. Плоды некоторых восточных видов (*P. calleryana*, *P. betulifolia*) очень мелкие, массой 0,6–1,0 г. Мелкоплодные формы встречаются и у западных видов. Л.Л. Любимова (1977) обнаружила в Закарпатской области образцы *P. pyraster*, имеющие плоды массой 1,6 г. Нами обнаружены мелкоплодные формы *P. caucasica* №67–4, 67–189, 69–88, с массой плодов 4–7 г (таблица), тогда как у абсолютного большинства форм *P. caucasica* – 12–25 г.

У некоторых форм наблюдается сочетание нескольких нестандартных признаков; так, у *P. caucasica* №69–102 плоды оржавленные, с частично опадающими чашелистиками; *P. caucasica* №69–73 отличается теми же признаками и слабым опушением завязи; у *P. salicifolia* №69–68 в цветках 3–4 столбика, а на плодах опадают чашелистики. Имеются и другие общие признаки для, казалось бы, очень отдаленных видов. Например, гетерофилия, особенно заметно проявляющаяся в ювенильной стадии. Некоторые формы *P. caucasica* (№69–29, 69–18) и *P. salicifolia* (№69–37, 69–39) имеют очень короткий период биологического покоя и начинают вегетацию очень рано, почти одновременно с *P. ussuriensis*.

Таким образом, виды рода *Pyrus* имеют очень широкий спектр изменчивости; отмечена и активная внутривидовая дифференциация. В этой связи необходимо более осознанно подходить к вопросам систематики рода. В частности, мы считаем неоправданным включение некоторых видов (*P. rossica*, *P. mamorensis* Trab., *P. gharbiana* Trab., *P. cossonii* Rehd., *P. boissieriana* и других) с опадающими чашелистиками в секцию *Pashia*, как это предлагал А. Теро (1984).

Прежде всего, необходимо убедиться в правомерности видового статуса данных видов. На примере образцов *P. rossica* можно видеть, что кроме признака частичного опадания чашелистиков они ничем не отличаются от образцов груши европейской лесной. Признак опадания чашелистиков достаточно часто встречается и у близкого в систематическом отношении вида *P. caucasica*.

Вызывает сомнение достоверность видового статуса *P. Boissieriana*, Полученные нами образцы вида из предгорий Копетдага имеют только частично опадающие чашелистики. Указанный вид выделен в пределах ареала *P. turcomanica*, близкого к европейской лесной и кавказской груше. Сходные генотипы данных видов определяют общность признаков.

Необходимо конкретизировать диагноз указанных видов и определить степень их оригинальности.

Для уточнения статуса новых видов важно провести дальнейшее их изучение в местах произрастания и закрепить в коллекционных насаждениях. Следует организовать ряд экспедиций по Кавказу, особое внимание уделяя юго-восточным районам Армении, а также по некоторым районам Балкан и северной Африки, где указаны ареалы многих спорных видов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бандурко И.А.* Груша (*Pyrus L.*). Генофонд и его использование в селекции: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук. СПб.:1998. 36 с.
- Вавилов Н.И.* Центры происхождения культурных растений. Л., 1926. 248 с.
- Васильченко И.Т.* К вопросу о гетерофилии у представителей рода *Pyrus L.* -Груша // Ботан. журнал. 1956. Т. 41. №4. С. 549-553.
- Васильченко И.Т.* Новые для культуры виды груши. М.; Л., 1957. 106 с.
- Воронов Ю.* Материалы к познанию диких груш Кавказского края // Труды по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1924-1925. Т. 14, вып. 3. С. 73-90.
- Гроссгейм А.А.* Флора Кавказа. М.; Л., 1952. Т. 5. С. 14-17.
- Данилов А.Д.* О новом виде груши // Ботанические материалы Гербария Ботан. ин-та АН СССР. Л., 1953. Т. 15. С. 126-131.
- Драгожинская В.М.* Сортовые и видовые фонды груши и результаты их изучения // Науч. тр./МОС ВИР. Майкоп, 1964. Вып. 2. С. 35-55.
- Жуковский П.М.* Культурные растения и их сородичи. Груша. Л., 1971. С. 448-461.
- Запругаева В.И.* Дикорастущие плодовые Таджикистана. Груша. М.; Л., 1964. С. 321-390.
- Любимова Л.Л.* Дикорастущая груша Закарпатья // Раст. ресурсы. 1977. Т. 13. С. 513-518.
- Малеев В.П.* Груша - *Pyrus L.* //Флора СССР. М.; Л., 1939. Т. IX. С. 336-352.
- Попов М.Г.* Дикие плодовые деревья и кустарники Средней Азии // Труды по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1928-1929. Т. 22, вып. 3. С. 241-272.
- Рубцов Г.А.* Новые виды груши // Ботан. материал Гербария БИН АН СССР. 1941. Т. 9, вып. 2. С. 69-82.
- Туз А.С.* Груша. Биологическая характеристика и исходный материал для селекции. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук. Л., 1971. 54 с.
- Туз А.С.* К вопросу классификации рода *Pyrus L.* // Труды по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1972. Т. 46, вып. 2. С. 70-91.
- Туз А.С.* Северокавказские формы яблони и груши // Труды по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1972. Т. 49, вып. 1. С. 95-100.
- Туз А.С.* *Pyrus L.* - Груша // Культурная флора СССР. М., 1983. С. 126-234.
- Федоров А.А.* Груша - *Pyrus L.* // Деревья и кустарники СССР. М.; Л., 1954. Т. 3. С. 378-414.
- Федоров А.А.* О флористических связях Восточной Азии с Кавказом (на примере изучения рода *Pyrus L.*) // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.; Л., 1958. Вып. 3. С. 230-248.
- Challis J.S., Westwood M. N.* Numerical taxonomic studies of the genus *Pyrus* using both chemical and botanical characters// Bot. J. of the Linnean Soc. 1973. V.67. 2. P.121-148.
- Kikuchi A.* Speciation and taxonomy of Chinese pears // Collected Records of Hortic. Res. 1946. 3. P. 1-8.
- Koehne E.* Deutsche Dendrologie. Stuttgart, 1983. S. 242-246.

- Lee C.H.* A taxonomic survey of the oriental pears // Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. 1948. V.51. P. 152-156.
- Rehder A.* Manual of cultivated Trees and Shrubs hardy in North America. New York, 1921. P. 402-406.
- Terpo A.* Pyri Hungariae // Ann. Acad. Hort. et Viticult. Budapest, 1960. 256 p.
- Terpo A.* Comprehensive survey of taxonomy of species *Pyrus* // Prodr. et conserv. poires C. r. reun. ISHS, May 28-31. Paris, 1984. P. 117-122.

ЕЖЕВИКА И МАЛИНА В КОЛЛЕКЦИИ МАЙКОПСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВНИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ИМ. Н. И. ВАВИЛОВА

Л. Г. Семенова, Е. А. Добренков, Е. Л. Добренкова

Майкопская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского
института растениеводства имени Н. И. Вавилова

В работе показаны специфические климатические условия предгорной зоны Адыгеи, где собрана коллекция *Rubus L.* Из генофонда ежевики и малины выделены образцы продуктивные и устойчивые к экстремальным факторам среды данного региона для целенаправленного их возделывания.

BLACKBERRY AND RASPBERRY COLLECTION OF THE MAIKOP EXPERIMENT STATION OF THE N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF PLANT INDUSTRY

L.G.Semenova, E.A.Dobrenkov, E.L.Dobrenkova

The paper describes climatic conditions of the foothill zone of Adygea where the *Rubus L.* collection is maintained. Collection screening yielded accessions that show productivity and resistance to extreme environmental factors of the given region, and are ready for cultivation.

Введение

В современных условиях хозяйствования возрастают требования, предъявляемые к возделываемым сортам всех ягодных культур. Предпочтения отдаются сортам с крупными и качественными плодами, урожайным и устойчивым к стресс-факторам.

Методика и материалы исследований

На Майкопской опытной станции ВНИИР им. Н. И. Вавилова (МОС ВИР) среди коллекций ягодных культур важное место отведено генофонду

ежевика и малины (*Rubus L.*). Ежевика представлена 21 сортами, в основном американской селекции, 24 дикими видами и 13 экологическими формами, собранными в экспедициях по Северному Кавказу и Закавказью; малина – 35 сортами различного географического происхождения. Каждый образец коллекции изучался ряд лет по основным хозяйственно-ценным признакам согласно методическим указаниям (1999), что дает возможность определить наиболее продуктивные с высоким качеством плодов, а специфические погодные условия предгорной зоны Республики Адыгея позволяют выделить устойчивые образцы к экстремальным факторам среды.

МОС ВИР расположена в широкой долине реки Белая. Агроклиматические ресурсы характеризуются сравнительно теплым, влажным климатом, являются местом столкновения различных систем атмосферной циркуляции. Ранней весной, а также в малоснежные зимы восточные ветры могут вызывать пыльные бури, при снеге – низовые метели. Южные циклоны вызывают резкие потепления и обильные осадки. Теплое полугодие характеризуется западными и восточными ветрами, это обуславливает устойчивую погоду. В этот период западные и южные циклоны вызывают обильные ливневые осадки с грозами и градом. По средним многолетним данным, малоснежная, умеренно-холодная и мягкая зима начинается в конце ноября. Абсолютный минимум температуры воздуха в январе может достигать $-29,0^{\circ}\text{C}$ (1964, 2006 гг.), а на поверхности почвы -35°C (2006 г) $-40,2^{\circ}\text{C}$ (1950 г). Снежный покров неустойчив. Безморозный период составляет около 200 дней. С ноября по март количество пасмурных дней составляет 70-80 дней. Из-за частых чередований морозных периодов и оттепелей (до $+10^{\circ}\text{C}$) возрастает риск подмерзания ягодных культур. В весенний период характерны резкие перепады температур. Так, в марте 2006 г. после потепления до $+23,9^{\circ}\text{C}$ в I декаде температура воздуха резко снизилась до $-4,4^{\circ}\text{C}$ и 9 дней отмечено с морозом и снежным покровом до 13 см. В апреле уже вероятны засушливые явления, хотя дней 5 возможны заморозки до -2°C . В летние месяцы осадки выпадают до 500 мм и чрезвычайно неравномерно, часто носят кратковременный, ливневый характер с грозами и градом. Во второй половине сезона почти ежегодно наблюдаются засушливые периоды. Запасы воды в почве нередко падают до уровня труднодоступных. Максимальная температура воздуха в июле $+40^{\circ}\text{C}$, а в отдельные особо жаркие годы может достигать $+45^{\circ}\text{C}$. Общее число дней с летними сушеями составляет до 60 дней. Осень характеризуется устойчивой теплой, сухой, солнечной погодой. Во II половине октября отмечаются первые заморозки. Дожди носят продолжительный обложной характер. Сумма температур воздуха за период с температурами выше $+10^{\circ}\text{C}$ в предгорьях составляет 3000-3400 $^{\circ}\text{C}$. Среднее годовое количество осадков составляет 830-850 мм, а в отдельные годы достигает 1000 мм. Почвы под коллекционными образцами малины и ежевики светло-серые, горно-

лесные, тяжёлого механического состава, с низким содержанием гумуса, реакция почвенной среды кислая (рН – 5-6).

Результаты исследований

Анализ результатов наблюдений, полученных за последние 5-10 лет, позволил выявить образцы ежевики и малины для данного почвенно-климатического региона, обладающие относительно стабильной по годам и высокой продуктивностью (4,0-5,0 балла). Это сорта ежевики Блэк Сэтин, Гималая, Смутстем, Торнфри; малины – Бабье лето, Дельбар Магнифик, Каролина, Пересвет, Скромница, Кинг × Английская, Чилийская × Магнум Бонум. Из диких видов по данному признаку отличаются ежевики *R. abnormis*, *R. candicans*, *R. mischzenkoi*.

Для возделывания ягодных культур в предгорных зонах Северного Кавказа необходимо иметь довольно полную характеристику устойчивости сортов, особенно интродуцированных, к таким неблагоприятным факторам среды, как резкая смена длительных оттепелей и возвратных морозов, низкие температуры воздуха в бесснежные зимы, поздние весенние заморозки, засуха, суховеи, воздействие высоких экстремальных для растений температур воздуха. В настоящее время доказано экспериментально, что характер и степень повреждений стресс-факторами зависит от биологических (адаптивных) свойств сорта. За последние 10 лет значительный вред ежевике и малине в Адыгее нанесли январские морозы 2006 г., когда длительная оттепель в I декаде при абсолютном максимуме температуры воздуха +13,5⁰С сменилось резким похолоданием в III декаде до – 29,0⁰С. Такой январь наблюдался только в 1964 и 1977 гг. Причем, на поверхности почвы температура понижалась до – 35,0⁰С, а из-за незначительного снежного покрова промерзание почвы местами доходило до 27 см. Под влиянием таких экстремальных условий зимы в начале вегетации у растений появились первые признаки повреждений и проявились сортовые различия. У таких образцов ежевики, как Команч, Рейвен, *R. origon*, *R. tomentosa*; малины – Ремонтантная, Кумберленд, Гусар, Пересвет, Беглянка, Скромница, Спутница, Метеор, Журавлик, Солнышко, Бабье лето, Берлин засохла только верхняя часть стебля и почки, расположенные на нём. Отставание коры от древесины, подсыхание ¾ части стебля было обнаружено у ежевик Сильвон, Тейберри, Лаутон, Майес, Мак Дональд, *R. georgicus*, *R. llaydianus*, *R. mischzenkoi*, *R. moschus*; малины – Алый парус, Дельбар Магнифик, Ллойд Джордж, *R. idaeus* (к-8390).

Оценка состояния этих растений в I декаде мая показала следующее. Большая часть образцов из коллекции ежевики начали интенсивно отрастать. Исключение составили сорта Чероки, Киттатини, и дикие виды *R. dolichocarpus*, *R. lanuginosus*, состояние которых было оценено на 3 балла. У многих сортов малины в начале мая (фаза бутонизации и начала

цветения) ростовая активность была ослаблена. По состоянию растений выделялись только сорта Скрамница, Спутница, Кумберленд, Арбат и дикий вид *R. idaeus* (к-12897).

В этот год на 4-5 баллов плодоносили сорта ежевики Торнфри, Блэк Сэтин, Орегон, Смутстем; дикие виды *R. moschus*, *R. abnormis*, *R. apiculatus*; сорта малины – Ремонтантная, Кумберленд, Скрамница, Спутница, Турнер, Шунтукская, Бвбье лето, Кинг × Английская, Чилийская × Магнум Бонум, Каролина, Аленушка. Единичные плоды образовались на сортах малины Журавлик, Солнышко, Фамус Дельбара, Ллойд Джордж, Берлин. Такие образцы ежевики, как Лаутон, Эри, Майес, Ловеттс Бест, Рейвен, *R. caucasicus*, *R. sangvineus*, *R. cyri*, *R. leptostemon*, *R. dolichocarpus*, *R. lanuginosus* оказались бесплодными.

Многолетние наблюдения за состоянием растений после поздних весенних заморозков (до – 4-5 °С) позволили сделать вывод, что большинство образцов ежевики из коллекции МОС ВИР являются устойчивыми к данному фактору среды. Повреждение плодовых почек отмечалось только у сортов Лаутон, Чероки и диких видов *R. dolichocarpus*, *R. lanuginosus*. Малины повреждаются в большей степени, чем ежевики. В основном балл повреждений составляет 2-3. Незначительное подмерзание почек (до 1 балла) установлено у сортов Арбат, Генералиссимус, Гусар, Кумберленд, Пересвет, Скрамница, Спутница.

В предгорной зоне Адыгеи в конце июля-августе почти ежегодно наблюдаются засушливые периоды, сопровождающиеся воздействием на растения высоких температур воздуха. Внешними признаками повреждений от действия стрессовых условий среды у ежевик является краевой ожог нижних листьев (Блэк Сэтин, Сильвон, Торнфри, Агавам), в средней и нижней частях побега раннее пожелтение или подсыхание листьев (Киттатини, Максуэл Эрли, Тейберри, Чероки, *R. argutus*, *R. caesius*, *R. caucasicus*), молодые листья на верхушках побегов скручиваются вверх по центральной жилке (Дерроу, Киттатини, Команч, Лаутон, Ловеттс Бест, Мак Дональд, Максуэл Эрли, Эри), засыхают плодоносящие ветви (Флинт, Чероки, *R. abnormis*, *R. apiculatus*, *R. ibericus*, *R. lanuginosus*, *R. lloydianus*). Однако визуально общее состояние этих растений в засуху и жару оценивается на 4,0-4,5 балла. В тех же условиях на многих образцах внешних повреждений не наблюдалось (Рейвен, *R. cyri*, *R. discernendus*, *R. dolichocarpus*, *R. georgicus*, *R. ibericus*, *R. juzepczukii*, *R. kudagorensis*, *R. laciniatus*, *R. mischzenkoi*, *R. leptostemon*, *R. origon*, *R. sangvineus*, *R. tomentosus*, *R. ulmifolius*).

Малина засуху и жару переносит хуже, чем ежевика, и требует дополнительных поливов. Отличия наблюдаются и по внешним признакам повреждений. В неполивных условиях выращивания у сортов Аленушка, Алый парус, Берлин, Дельбар Магнфик, Ллойд Джордж, Чилийская × Магнум Бонум все листья преждевременно желтеют и засыхают; у сортов Бабье лето, Журавлик, Каролина, Метеор, Пересвет, Скрамница, Солнышко, Спутница, Турнер, Фамус Дельбара, Шунтукская, Таруса,

Вислуха × Английская, Кинг × Английская это наблюдается только в средней и нижней части побегов; у сортов Беглянка, Гусар, Журавлик, Каролина, Метеор, Пересвет, Ремонтантная, Скромница, Солнышко, Спутница, Турнер, Шунтукская, Вислуха × Английская, Кинг × Английская верхние листья на молодых побегах скручиваются вниз по центральной жилке. Измельчание молодых листьев на верхушках побегов проявляется у сортов Кумберленд и Скромница; у сорта Олаф засыхают верхушки побегов; у сорта Молинг Промис побеги засыхают полностью. За все годы наблюдений по визуальной оценке наиболее засухо- и жаростойкими из малин показали себя сорта Гусар, Кумберленд, Скромница, Турнер.

Заключение

Многолетнее изучение коллекционных образцов ежевики и малины в предгорной зоне Республики Адыгея позволили выделить среди них наиболее продуктивные, а также морозоустойчивые, засухо- и жаростойкие, что дает возможность совершенствовать сортимент данных культур в современных условиях хозяйствования.

ЛИТЕРАТУРА

Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур/Под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНОФОНДА ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР МАЙКОПСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВНИИР ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

Л. Г. Семенова

Майкопская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского
института растениеводства имени Н. И. Вавилова

Генофонд ягодных культур МОС ВИР представлен земляникой (350 образцов, 10 дикорастущих видов), ежевикой (19 сортов, 32 дикорастущие формы), смородиной чёрной и красной (104 сорта, 4 вида), золотистой (3 сорта) и малиной (22 сорта, 1 вид).

В данной работе отражены результаты многолетних исследований только по некоторым показателям: срокам созревания, урожайности, крупноплодности, товарности, качеству плодов (биохимическая, технологическая оценка), а также зимостойкости, устойчивости к болезням и вредителям, засухе жаре. Для юга России выделены перспективные образцы из коллекции ягодных культур.

A STUDY OF MAIN AGRONOMIC TRAITS OF BERRY CROPS GENETIC DIVERSITY AT THE MAIKOP EXPERIMENT STATION OF VIR

L.G. Semenova

Promising accessions from the berry crop collection (strawberry, currant, blackberry, raspberry) were selected for the conditions of the Southern Region of Russia. The article presents the results of long-term studies on main characteristics of productivity, plant resistance to abiotic and biotic environmental factors as well as fruit quality.

На данном этапе развития садоводства требуются сорта ягодных культур, способные в конкретных природных условиях давать высокие регулярные урожаи с высококачественными плодами. Краснодарский край и Республика Адыгея в основном благоприятны для возделывания этих растений, но характеризуются напряженными гидротермическими условиями (частые засухи различной длительности, жара, суховеи, резкие

перепады температур в зимне-весенний период), а также распространением вредителей и болезней, что в конечном итоге определяет продуктивность и качество плодов.

Ягодные культуры коллекций МОС ВИР представлены земляникой, ежевикой, малиной и смородиной. Коллекция земляники (род *Fragaria* L.) насчитывает 350 образцов, в т. ч. 288 сортов, 22 гибрида отечественной и зарубежной селекции, относящихся к виду земляника ананасная (крупноплодная). Видовая коллекция состоит из 9 дикорастущих видов (земляника бухарская, чилийская, тибетская, мускатная, восточная, лесная, виргинская, зеленая, равнинная), представлена 27-ю экологическими формами и 13 гибридами. В коллекции ежевики (род *Rubus* L.) 19 сортов из США и 20 дикорастущих видов (32 экологические формы), собранные в основном в экспедициях по Кавказу (уклоняющаяся, горная, остроколючная, острая, сизая, белесоватая, кавказская, длинноплодная, грузинская, курийская, щетинистая, иберийская, разрезная, мелкотычинковая, месхийская, несская, кровавокрасная, Мищенко, Ллойда, Юзепчука). В коллекции малины (род *Rubus* L.) сохранилось только 22 сорта и 1 вид – малина обыкновенная. Смородина (род *Ribes* L.) представлена более 90 сортами черной (вид *R. nigrum* L.), 24 красной и белой (вид *R. rubrum* L.) и 3 сортами золотистой (вид *R. aureum* Porsch.).

Все образцы ягодных культур, поступающие в коллекцию, изучают в течение 3-5 лет на продуктивность, а также проводят фенологические наблюдения и морфологические описания по общепринятой методике. По мере необходимости визуально оценивают их устойчивость к абиотическим факторам среды. Устойчивость растений к основным болезням и вредителям, распространенным в регионе, определяют также визуально по 4 - балльной шкале. Химический состав плодов, качество свежих плодов и продуктов их переработки (варенье, компот, желе) изучают в течение 3 лет по принятым в ВИРе методикам. В результате для юга России выделены и рекомендованы сорта с ценными показателями.

Основной интерес в сортовой коллекции земляники представляют раннеспелые, крупноплодные, транспортабельные сорта Веснянка, Десна, Кардинал и др. Из позднеспелых тонким вкусом, ароматом и очень красивыми нежными плодами выделяется сорт Золушка Кубани. Высокую и стабильную по годам урожайность показали сорта Веснянка, Кардинал, Десна, Алая, Чернобровка, Шунтукская, Батыр, Шапсугская, Белруби, Гласа, Кавалиер, Горелла, Кульвер, Тракторист, Универсал 2 и другие сорта, а также вид *F. vesca* L. и мелкоплодный ремонтантный сорт Rugen.

Большинство сортов имеют обычную для культуры транспортабельность. По данному признаку выделились сорта земляники Кардинал, Веснянка, Ташкентская, Батыр, Бэрчет, Предгорная, Шапсугская, Аверик, Кульвер, Профьюжен, Эстафета.

Зимостойкость растений определяли путем полевых наблюдений по 5-балльной шкале. Наибольшие повреждения наблюдали в суровые и малоснежные зимы, а также во время весенних заморозков в период

цветения земляники и других ягодных культур. Слабой зимостойкостью характеризуются сорта Кавалер, Адыгейская ранняя, Спаркл, Редкоут и другие, а из дикорастущих видов – *F. chiloensis* Ehrh. и близкий к землянике род Лапчатка (*Potentilla* L.). Повышенную зимостойкость отмечали у сортов Веснянка, Кульвер, Редглоу, Ленинградская поздняя, Любовь Поволжья, Поздняя Загорья, Зенга Зенгана, Казахстанская, Поздняя Кубани, Чернобривка, Алая, Венгерка крупноплодная, Тракторист, Универсал 2 и у дикорастущего вида *F. orientalis* Los. Как морозостойкий и продуктивный выделен сорт Зенит.

Сорта Чернобривка, Хумми Гранде, Хумми Триска, Идун, Веденсвилл, Марифика, Профьюжен, Эстафета, Кардинал отличаются приятным вкусом свежих плодов, а продукты их переработки имеют высокие дегустационные оценки.

Как устойчивый к болезням и вредителям, проявляет себя мелкоплодный, безусый, ремонтантный сорт Рюген с нежными и очень ароматными плодами.

Среди малораспространенных ягодных культур ежевика считается весьма ценной. Плоды ее обладают приятным вкусом, тонким устойчивым ароматом, сочностью и могут быть широко применены в консервной промышленности Северного Кавказа.

Источниками ценных признаков для различных селекционных программ могут служить следующие образцы ежевики: наиболее урожайные и зимостойкие – сорта Лаутон, Киттатини, Эри, Гималайская, вид – ежевика разрезная; обладающие комплексной устойчивостью к грибным болезням (бурой ржавчине и антракнозу) – сорта Торнфри, Смутстем, Флинт и видообразцы – кровавокрасная, длиноплодная; по химическому составу плодов – сорта Изобильная, Эри, Торнфри и виды – ежевика кавказская, щетинская, Ллойда; с высокими вкусовыми качествами продуктов переработки – сорта Максвелл Эрли, Гималайская, Смутстем, Киттатини, из дикорастущих видов – кавказская, уклоняющаяся, иберийская, Мищенко; раннеспелые – сорта Дэрроу, Изобильная, гибрид между ежевикой и малиной Техас, вид – месхийская; позднесозревающие – виды кровавокрасная, грузинская.

Из малин, недавно поступивших в коллекцию, интерес представляет сорт Бабье Лето ремонтантного типа, урожайный, с красивыми плодами, сбалансированным вкусом и относительно устойчивый к основным болезням, а также раннеспелые, урожайные с крупными плодами сорта Алёнушка, Алый парус, Фамус Дельбара, Кумберленд, хорошо показавшие себя и в переработке (компот, варенье).

Из смородин по комплексу признаков выделяются сорта Ойбин, Лакомка, Катюша, Машенька, Багира, Чёрный Жемчуг, Орловский вальс, Зуша. Сорта Орловский вальс, Дачница, Ажурная, Экзотика и Лентяй имели особенно крупные и красивые плоды. Кроме того, сорт Дачница получил самый высокий балл оценки вкуса свежих плодов.

В последнее время возрастает спрос производителей, перерабатывающих предприятий и садоводов любителей на сорта несущие не только хозяйственно-ценные признаки, но и обладающие повышенной устойчивостью к комплексу экологических стрессов в вегетационный период. Так, 1986, 1990 и 1998 гг. отличались от остальных лет длительной летней засухой и действием на растения высоких температур (более 40 °С). В июле-августе 1998 г. температура на поверхности почвы иногда достигала 62 °С, а влажность почвы на глубине 20-35 см снизилась до 8-15% от ПВ. Визуальная оценка состояния растений и изучение их водообмена позволили выделить наиболее устойчивые образцы. Сравнительно высокой засухо- и жаростойкостью отличались сорта Итурупская, Южанка САС ВИР, Холидей, Женева, Гера, Десна, Пэрыт, Redgauntlet, Сочинская ранняя, Былинная, Кармен, Кардинал, а из видов – *F. bucharica* Lozin. Они имели повышенную водоудерживающую способность листьев, низкую транспирацию, были в тургоре, а молодые листья сохранялись зелеными. Однако усообразование у всех сортов было приостановлено и в зиму растения вошли ослабленными. Сильно пострадали большинство растений ежевики, малины, смородины и крыжовника. Наблюдали почти полное сбрасывание листьев, особенно с плодоносящих побегов, очень раннее подсыхание и пожелтение нижних листьев на растущих побегах, а молодые верхние листья сильно измельчались. Плоды запекались и теряли свой товарный вид. У поздних образцов ягодных культур мелкие плоды завязывались редко, а у некоторых образцов полностью высыхали цветоносы. Среди всех коллекционных ягодных культур наилучшее состояние было отмечено у ежевики, сильно пострадали земляника и малина. Смородина, особенно красная, почти полностью сбросила листья, отмечена высокая гибель побегов. Сравнительно засухо- и жаростойкими в этих условиях к осени были выделены растения сортов ежевики Торнфри, Смутстем, Майес, а из видов – *R. cyri* Juz., *R. tomentosus* Borkh., *R. ibericus* Juz., *R. laciniatus* Willd.; малина - Шунтукская и Кумберленд; смородина черная - Зуша, № 77, Сентябрьская Даниэльса, Элита ЦГЛ № 11, Лакомка и *Ribes floridum americanum*; смородина красная – Кавказская и крыжовник Красень.

ВКЛАД ДАГЕСТАНСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВИР В ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

А.А. Альдеров

Дагестанская опытная станция ВНИИР им. Н.И. Вавилова

В статье приведены итоговые материалы исследований с момента создания Дербентского опорного пункта до настоящего времени, включая мобилизацию, сохранение и комплексное изучение генетических ресурсов, а также некоторые генетические аспекты в связи с проблемой внутри-, межвидовой и межродовой гибридизации, теории сопряженной эволюции растения-хозяина и паразита. Обобщены результаты работ по систематике пшеницы и изучению механизмов ее эволюции (характеристике видового и внутривидового разнообразия родов-доноров по биологии цветения, выявлению природы ломкости колоса и степени вымолачиваемости зерна).

THE CONTRIBUTION OF THE DAGESTAN EXPERIMENT STATION OF VIR TO STUDIES OF PLANT GENETIC RESOURCES

A.A. Alderov

Dagestan Experimental Station of Vavilov Institute of Plant Industry

The article describes results of investigations since the moment of Derbent Experimental Station foundation till now. Development of Vavilov's ideas for mobilization, conservation, complex study, elaboration of agroecological classification, some aspects of genetic compatibility in view of the problem of intra- and interspecific and intergeneric hybridization, flowering biology, theory of host – parasite interaction evolution, development of researches in applied and comparative wheat genetics, and general fragments of investigations in other cereal, vegetable, fruit and grapevine crops are presented.

С момента создания Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства обязательным условием его функционирования Н.И. Вавилов считал наличие широкой сети опытных станций и опорных пунктов в различных агроэкологических условиях на территории нашей страны для поддержания интродуцированного растительного материала из

различных районов земного шара. Так, в 1935 г. он лично организовал Дербентский опорный пункт (ныне Дагестанская опытная станция ВИР). Первый посев был произведен осенью 1935 г. К основным задачам исследований относились: поддержание; размножение; пополнение мировой коллекции пшеницы путем экспедиционных сборов; агробиологическое изучение; агроэкологическая классификация пшеницы; развитие теории иммунитета; исследование вопросов методологии подбора исходных форм для гибридизации; выявление закономерностей формообразования при гибридизации отдаленных эколого-географических групп; межвидовые и межродовые скрещивания с целью выявления некоторых аспектов теории гибридизации; снабжение селекционных учреждений исходным материалом и селекция.

10 июля 1936 года газета "Дагестанская правда" опубликовала статью под названием "Академик Вавилов в горном Дагестане" – интервью корреспондента Г. Марковского с Н.И. Вавиловым. Несмотря на усталость и поздний час, академик Н.И.Вавилов принял корреспондента и в трехчасовой беседе рассказал о целях приезда. "Моя основная задача" – заявил тов. Вавилов, - "это посещение опытной станции в Дербенте, где высеяны мировые коллекции пшеницы, собранные научными экспедициями института растениеводства, как за границей, так и в СССР. На станции ведутся подробные исследования всех сортов, произрастающих в советских республиках, и, в частности, на Кавказе. Кроме того, станция подготавливает специальный труд о земледелии в горном Дагестане". Остановившись на результатах экспедиции 1935 г., Н.И. Вавилов сказал: "Дагестан входит в основную область видообразования важнейших видов культурных растений - пшеницы, ячменя и других культур. Многие из сортов, культивируемых в Дагестане, представляют большой практический интерес для советской селекции. Пшеницы из районов Цунти, Кумуха, Кураха оказались исключительно ценными для нашего северного земледелия". В Ботлихе особое внимание им было уделено горному садоводству. "По интенсивности использования каждой пяди земли Ботлих напоминает интенсивные районы Италии и Испании, так называемые сады-поля и сады-огороды".

Н.И. Вавилов в 1935, 1936 и 1937 гг. не только бывал в Дагестане и посещал опорный пункт, но и сам принимал активное участие во всех намеченных им исследованиях. Важно отметить слова М.П. Ананьевой, личной лаборантки Н.И. Вавилова на опорном пункте: "Н.И. Вавилов считал Дербентский опорный пункт своим детищем и самой любимой базой для исследований зерновых культур и глубоко уважал простой, хлебосольный, гостеприимный и в то же самое время – очень бедный Дагестанский народ". Сотрудники, работавшие на опорном пункте, а в последующем на опытной станции, глубоко осознавали масштабность и планетарное значение проводимых исследований, направленных на благо всего человечества.

Так, Дербентский опорный пункт и в последующем - опытная станция, как писал Н.И. Вавилов, был базой для постоянно действующей экспедиции

по сбору растительных ресурсов по Северному Кавказу, Закавказью и сопредельных территориях, прилегающих к Азербайджану, Армении и Грузии. За период с 1935 г. по настоящее время осуществлено свыше 40 экспедиций с участием не только сотрудников станции и ВНИИ растениеводства, но и из зарубежных стран (Польша, Чехословакия, Германия, Япония и Англия). Собран уникальный материал, значительно пополняющий мировую коллекцию зерновых культур, и в первую очередь пшеницы. В составе экспедиционных отрядов принимали участие различные специалисты, которые привлекали в мировую коллекцию генофонд овощных, кормовых, плодовых культур и винограда. Сбор и мобилизация были и остаются самой важной научной задачей, эта задача успешно выполняется.

Второй, не менее важной задачей, поставленной перед станцией, было размножение, поддержание и изучение мировых генетических ресурсов пшеницы. В последующем, в связи с объективной необходимостью и научной целесообразностью, перед станцией стали задачи привлечения к исследованиям не только пшеницы, но и других зерновых, овощных культур и винограда. Практически вся мировая коллекция пшеницы, эгилопсов и тритикале поддерживается и изучается на Дагестанской опытной станции ВИР. Результатом выполненных исследований с данными культурами является 10 докторских диссертаций, свыше 30 кандидатских диссертаций и изданные монографии: "Руководство по апробации с.-х. культур", "Определитель настоящих хлебов", "Мировые ресурсы хлебных злаков. Пшеница", "Законы естественного иммунитета к инфекционным заболеваниям", "Культурная флора. Пшеница", "Пшеницы мира", "Устойчивость пшеницы к бурой ржавчине", "Генетика короткостебельности тетраплоидных пшениц", «Внутривидовое разнообразие ячменя культурного по устойчивости к шведской мухе», "Теоретические и прикладные аспекты исследований генетических ресурсов рода *Triticum* L.", а также множество каталогов и научных публикаций.

Самое главное практическое достижение в плане развития идеи Н.И. Вавилова о возрождении отечественного растениеводства – созданные на станции и в стране выдающиеся сорта пшеницы с использованием исходного материала, выделенные на станции и разосланные всем селекционным опытным учреждениям России и стран СНГ (80% созданных в нашей стране сортов пшеницы получены с участием образцов мировой коллекции).

Как отмечал Н.И. Вавилов: "Все колоссальное многообразие пшениц, всестороннее их изучение как морфологически, так и цитогенетически позволяет распределить его в сравнительно ограниченное число видов и подвидов, из которых каждый в свою очередь дифференцируется на большое или меньшее количество эколого-географических групп ботанических разновидностей и растений и т.д.". Специальные параллельные посевы, проводимые Н.И. Вавиловым в Дербенте, Пушкине и

Москве, преследовали цель разработки агроэкологической классификации всех представителей рода *Triticum* L.

Итоговым результатом этих исследований явилась созданная им агроэкологическая классификация пшеницы и система видов, основанная на трех уровнях пloidности ($2n=14$, 28 и 42) с подразделением на виды дикорастущей и культурной пшеницы. В дальнейшем, в работах, выполненных на станции М.М. Якубцинером, В.Ф. Дорофеевым и А.А. Филатенко, были развиты основные идеи, положенные в систему рода *Triticum* L.

По современной классификации отечественных тритикологов (Культурная флора. Пшеница, 1979) род *Triticum* L. представлен 25 естественными видами, из которых четыре имеют диплоидный набор хромосом ($2n=14$), 13 – тетраплоиды ($2n=28$) и 8 – гексаплоиды ($2n=42$). Данное разнообразие видов отображено четырьмя геномными формулами: A^uB – род эммеров, куда входят все культурные тетраплоиды, в том числе и твердая пшеница; A^bG – тетраплоидный дикорастущий вид *T.araraticum* Jakubz., *T.timopheevii* (Zhuk.) Zhuk. и *T.militinae* Zhuk. et Migusch.; A^uBD – гексаплоидные культурные виды и самый распространенный вид – мягкая пшеница; A^bA^bG – *T.zhukovskyi* Men. et Ericz. Предполагается, что донором генома A^u была *T.urartu* Thum. ex Gandil., A^b *T.boeoticum* Boiss., B – *Ae.longissima* Schn, G – *Ae.speltoioles* Tausch., D – *Ae. tauschii* Coss.

Рассматривая видовой потенциал рода *Triticum* L., а также других родов, Н.И. Вавилов всегда интересовался вопросом об их генетической совместимости (скрещиваемость, завязываемость гибридных зерен, их всхожесть, а также плодовитость потомства). Первые же исследования, начатые на опорном пункте еще в 1936-1937 гг., затрагивали эти вопросы. Было установлено, что при гибридизации пшениц – *T. durum* с *T. dicoccum*, *T. aestivum* с *Ae. ventricosa* результаты их генетической совместимости различны. Эти данные, наряду с полученными при внутривидовой, межвидовой и межродовой гибридизации других культур, были использованы Г.Д. Карпеченко в целях классификации видов по степени их генетической близости. Впоследствии такие скрещивания были разделены на конгруэнтные и инконгруэнтные, т.е. скрещивания, при которых наборы хромосом исходных родительских форм соответствуют друг другу и дают плодовитое потомство, и на скрещивания, когда наборы хромосом родительских пар не соответствуют друг другу и дают частичное или совсем бесплодное потомство.

Значительные исследования по изучению совместимости представителей рода *Triticum* L. при внутри- и межвидовой гибридизации на станции были выполнены М.И. Винедиктовым, Э.Д. Эммерихом (1964), Э.Ф. Мигушовой (1965), А.А. Филатенко (1969) и др. Они получили огромный экспериментальный материал, подтверждающий лучшую скрещиваемость пшениц одного уровня пloidности, по сравнению с межвидовыми разнохромосомными формами, а также роль материнской формы в завязываемости и жизнеспособности гибридных семян при гибридизации пшениц различных уровней пloidности. Так, во всех

случаях, при скрещивании 28- и 42-хромосомных пшениц, когда материнским компонентом служили гексаплоидные пшеницы, завязываемость гибридных зерен была ниже, чем в обратной комбинации, но всхожесть всегда выше в первом случае. Данное положение в настоящее время является правилом по межвидовой гибридизации, но следует отметить, что подобные исследования являлись пионерскими.

Различия по показателям скрещиваемости, завязываемости и выполненности гибридных зерен в зависимости от направления скрещивания имеет огромное значение не только при межвидовой гибридизации пшениц одного уровня плоидности, но и при более отдаленной гибридизации. Так, исследования, выполненные Н.А. Наврузбековым по гибридизации диплоидных видов пшеницы *T. boeoticum*, *T. monococcum*, *T. sinskajae* с геномом A^b и *T. urartu* с геномом A^u между собой, а так же с *Ae. tauschii* и с *Haynaldia villosa* L. впервые показали существенное значение цитоплазмы материнского компонента в гибридизации. Учитывая высокие показатели скрещиваемости, завязываемости и всхожести гибридных зерен при гибридизации *T. urartu* с *Ae. tauschii*, когда материнским компонентом служил *T. urartu*, он предпринял попытки создания новой тетраплоидной формы пшениц с геномом $A^u D$. В 1984 г., был создан амфиплоид с геномной структурой $A^u D$. Наряду с такой формой на станции было синтезировано множество амфидиплоидов, в том числе и новый октоплоидный вид *T. flaksbergerri* Navr.

Триумфом претворения в жизнь идеи Н.И. Вавилова об использовании отдаленной гибридизации в деле создания практически значимых форм явилось получение межродовых отдаленных гибридов тритикале путем скрещивания представителей родов пшеницы и ржи. В России Дагестанскую станцию можно считать пионером в создании и внедрении в производство этой культуры. Мировая коллекция тритикале в 1966 г. была представлена 96 образцами. В настоящее время она включает около четырех тысяч образцов разных уровней плоидности, причем тетраплоидный уровень коллекции полностью сформирован из материала, созданного на станции У.К. Куркиевым и А.К. Абдуллаевой. Значительная часть мировой коллекции тритикале пополнена сортами, полученными сотрудниками путем синтеза новых форм с использованием различных схем скрещивания и видового потенциала родов *Triticum* L. и *Secale* L. Создан ряд сортов тритикале кормового направления – ПРАГ 3, ПРАГ 4, Узор, Дружба и другие, районированные как в России, так и в странах СНГ. Множество сортов тритикале, включенных в Госреестр селекционных достижений России, получены с участием исходного материала, выделенного и созданного на станции.

С давних пор внимание исследователей, в том числе и Н.И. Вавилова, привлекало эволюционное становление рода *Triticum* L. Раскрытие тайны происхождения пшеницы убедительно показало, что полиплоидный ряд пшеницы является продуктом интрогрессивной спонтанной гибридизации представителей диплоидного ряда близкородственных родов *Triticum* и

Aegilops в местах их совместного произрастания в Переднеазиатском генцентре происхождения пшеницы. В этой связи особый интерес представляло исследование биологии цветения пшениц и эгилопсов в Дагестане, входящем в упомянутый выше генцентр происхождения пшеницы. При этом требовалось выяснить ряд вопросов, связанных с особенностями цветения разных видов в пределах трех уровней плоидности у родов *Triticum* и *Aegilops*. В этом плане заслуживает внимания выявленная В.И. Берлянд-Кожевниковым, В.И. Жуковым и др. закономерность возрастания доли облигатных самоопылителей с повышением уровня плоидности пшеницы. Представители видов трехгеномного уровня, куда входит и мягкая пшеница, характеризуются самой высокой склонностью к самоопылению, а диплоидного уровня – наименьшей, что, вероятно связано с более разнообразной сбалансированной генетической структурой 42 хромосомных пшениц. Культурные голозерные виды тетраплоидных пшениц по биологии цветения ближе к мягким пшеницам, а виды *T. dicoccoides* и *T. araraticum* – к диплоидным видам, и как бы являются базовыми для дальнейшего усложнения геномов A^uB и A^bG .

Изучение характера цветения эгилопсов, проведенное Р.Л. Богуславским, показало, что для них, как и для пшеницы, характерны открытое хазмогамное и закрытое клейстогамное цветение. Он показал, что у эгилопсов открытое цветение происходит как у пшеницы благодаря первичному лодукулярному и вторичному цветению, обусловленному разрастанием завязи. По способу опыления эгилопсы также подразделяются на перекрестноопыляющиеся, факультативные самоопылители и самоопыляющиеся. Вместе с тем цветение эгилопсов имеет ряд особенностей, связанных с темпом развития, продолжительностью открытого цветения, ритмом цветения и пыльцевым режимом.

Среди геномов пшеницы полиплоидного ряда доноры генома А. (*T. boeoticum*, *T. urartu*), а также донор генома В (*Ae. speltoides*) – перекрестники, донор генома D (*Ae. tauschii*) – самоопылитель. Таким образом, изучение различных аспектов биологии цветения пшеницы и эгилопсов позволило выявить ряд вопросов, затрагивающих динамику суточного ритма, типы цветения, характер цветения в пределах колоса, пыльцевой режим, реакцию на изоляцию, а также определить, что лежит в основе широко распространенного в природе явления – спонтанной гибридизации, которое имеет место не только у представителей родов *Triticum* и *Aegilops*, но распространено практически у всех цветковых растений и играет важную роль в формо- и видообразовании.

Установлено, что для протекания спонтанной гибридизации необходимы два условия:

- открытое лодукулярное (первичное) цветение, сопровождающееся вторичным цветением путем разрастания завязи, в случае когда при первичном цветении не происходит опыления;

- взрывной характер лодулярного цветения с выбросом огромной массы пыльцы в воздух. Оба эти фактора и соответствующие

благоприятные условия имеют место при цветении эгилопсов и пшениц в условиях южно-плоскостной зоны Дагестана.

После открытия ЦМС в 1953 г. (Кихара) появились реальные предпосылки для создания гибридной пшеницы, для чего были особенно необходимы знания биологии цветения пшеницы. В 1960 гг. в мире начались исследования по созданию стерильных аналогов распространенных сортов мягкой и твердой пшеницы и восстановителей их фертильности. Селекция гибридной пшеницы основана на неспособности материнских форм (стерильных аналогов) воспринимать свою стерильную пыльцу и способности отцовских форм (восстановителей фертильности) обеспечивать огромную массу пыльцы в питомнике размножения материнских форм, т.е. нужно было обеспечить перекрестное опыление. Изучением этих вопросов на станции были заняты Д.Ф. Танцюра, В.Д. Кобылянский, А.И. Бороданенко и другие ученые, которые создали стерильные аналоги, восстановители фертильности и исследовали биологию их цветения. Для решения проблемы гибридной пшеницы созданные восстановители фертильности во многом не отвечали требованиям, так как голозерные культурные виды – *T. durum* и *T. aestivum* являются самоопылителями, а выявленные у них уровни открытого цветения не обеспечивали получения достаточного количества гибридных семян.

После двадцатилетнего перерыва, с начала 1960 гг. на станции были возобновлены исследования по генетике и прежде всего в плане развития концепций Н.И. Вавилова и П.М. Жуковского "О сопряженной эволюции растения-хозяина и паразита». Проблема взаимоотношений растения-хозяина и паразита достаточно сложна, но исследования различных ее аспектов в меняющихся условиях окружающей среды, а также в очагах, примыкающих к центрам происхождения пшеницы, каким является Дагестан, имели важное значение, и для их проведения имелись все необходимые условия.

Выполненные исследования по устойчивости к грибным болезням позволили определить изменчивость поражения грибными болезнями мягкой и твердой пшеницы в условиях вертикальной зональности Дагестана, выявить определенные закономерности динамики вирулентности популяции бурой ржавчины, установить распределение устойчивых образцов и генов устойчивости по ареалам видов рода *Triticum* L. и разработать концепцию селекции на устойчивость к бурой ржавчине на территории России и сопредельных стран.

Расширены представления о способах проявления специфичности взаимодействия паразита и хозяина. Получены интересные данные, свидетельствующие о возможности эволюционного преодоления паразитом остаточного эффекта генов устойчивости до полной ее потери. Выявлено влияние элементарных эволюционных факторов на процессы, протекающие при формообразовании растений, и на популяции паразита. Впервые показано, что большинство устойчивых к бурой ржавчине сортов мягкой и твердой пшеницы защищены геном *Lr23*, и в этой связи

разработана стратегия использования вертикальной устойчивости, которая предполагает использование разных генов. Значительно обогащены представления о генетической природе устойчивости к бурой ржавчине у пшеницы, выявлено множество ранее неописанных эффективных генов устойчивости и выделен ценный исходный материал для селекции на устойчивость. Выявлено генетическое разнообразие пшеницы и ячменя по эффективной устойчивости к болезням и показаны реальные возможности его расширения. Крупный вклад в разработку этих вопросов на станции внесли В.М. Берлянд-Кожевников, И.П. Шитова, И.Т. Одинцова, Л.А. Михайлова, А.П. Дмитриев, Л.Г. Тырышкин и другие ученые.

Значительное место в исследованиях станции занимают вопросы частной и сравнительной генетики пшеницы, ячменя и тритикале и других культур. Как известно, исходной идеей сравнительной генетики стало положение, сформулированное Н.И. Вавиловым, о наличии параллельных гомологичных и аналогичных рядов изменчивости у различных групп растений и животных. В этой связи, чтобы создать основу для сравнительной генетики, нужно, прежде всего, развивать частную генетику отдельных видов. Учитывая важность этой проблемы и неразработанность многих вопросов частной генетики тетраплоидных видов пшеницы, на станции была создана лаборатория частной генетики тетраплоидных пшениц, где ставились задачи исследований видового потенциала 28-хромосомных видов и прежде всего твердой пшеницы, изученной в значительно меньшей степени, чем мягкая.

Исследованиями были охвачены такие признаки тетраплоидных пшениц, как высота растений, крупнозерность, устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе, тип развития, пленчатость и ломкость колосового стержня и солеустойчивость.

Выполненный комплекс генетических исследований тетраплоидных пшениц (А.А. Альдеров) показал, что в общей системе изменчивости высоты растения рода *Triticum* L. они не уступают представителям других уровней пloidности и характеризуются богатым спектром наследственных вариантов по длине стебля – от 35 до 185 см.

Использование генетических систем совместимости рода *Triticum* позволило расширить наследственный потенциал низкорослых форм твердой пшеницы путем интрогрессии генов, контролирующих низкорослость мягкой пшеницы Tom Pause и диплоидной линии *T. sinskaja*. Высота растений различных видов тетраплоидных пшениц контролируется разными генами, среди которых наиболее важны специфическая система *Rht*-олигогенов, гены гибридной карликовости и комплексные факторы типа S. Данные генетические системы существенно дополняются генами с малым, но существенно значимым эффектом. Результаты генетического анализа подтвердили, что многие низкорослые сорта твердой пшеницы содержат рецессивный аллель гена *Rht1*. У ряда образцов тетраплоидных видов выявлены гены, неаллельные *rht1*, и в этом отношении заслуживают особого внимания гены *rhtx1* и *rhtx2*. Так, при изучении эффективного влияния различных генов низкорослости на селекционно-ценные признаки,

определяющие продуктивность, выявлено, что практически все гены, контролирующие низкорослость, наряду с уменьшением высоты растения снижают массу 1000 зерен, т.е. крупность зерна. Только гены *rhtx1* и *rhtx2* не обладают таким отрицательным плеiotропным эффектом.

Показано, что селекционная ценность генов, определяющих высоту растений, различна в зависимости от агроэкологических условий выращивания. Для условий орошения и подзимнего посева южноплоскостной зоны Дагестана наиболее целесообразно сочетание генов *rht1* с *rhtx1* или *rhtx2*. Для богарных предгорных и горных условий Дагестана наиболее эффективны *rhtx1* и *rhtx2*, которые снижают высоту на 15-20 см, не оказывая плеiotропных эффектов на другие урожайобразующие признаки. Заслуживает внимания характер изменчивости элементов продуктивности высоко- и низкорослых форм тетраплоидных пшениц, у которых обнаружен параллелизм в изменчивости, что позволяет успешно использовать уже накопленный материал и для целей селекции низкорослых сортов.

Таким образом, системный подход к изучению высоты растений тетраплоидных пшениц, включающий исследования внутривидовой изменчивости, изучение генетического контроля, взаимодействия генов, их интрогрессии и идентификации, анализ селекционной ценности отдельных генов и их сочетаний в конкретных агроэкологических условиях сферы позволяет выявить разнообразие аллелей генов и создать на их основе изогенные серии, а также линии с определенными генами для включения в генетическую коллекцию и селекционный процесс.

Продолжительность вегетационного периода – один из важнейших признаков, характеризующий адаптивность пшеницы к определенным экологическим условиям. На этот признак влияет множество факторов, среди которых наиболее важны отзывчивость на яровизацию и фотопериод. Исследованиями были охвачены два культурных вида тетраплоидных пшениц *T. durum* (твердая пшеница) и *T. dicoccum* (полба) (А.А. Альдеров, М.Х. Ибрагимова, М.С. Летинова). В результате выполненных исследований выявлено наличие четкой дифференциации образцов пшеницы, принадлежащих к данным видам: по отзывчивости на яровизацию; приуроченности по этому признаку к определенным экологическим условиям и тесной связи скорости развития с реакцией на яровизацию. Генетический контроль отзывчивости на яровизацию определяется аллелями генов *Vrn1* и *Vrn2*. Таким образом, по этому признаку твердая пшеница и полба также являются генетически очень близкими, но они существенно различаются по таким морфологическим признакам как пленчатость зерна и ломкость колосового стержня, характерным для полбы, и голозерности, с неломким колосом – для твердой пшеницы. Изучению этих признаков были посвящены исследования Н.А. Наврузбекова, который охватил не только тетраплоидные, но и виды пшеницы остальных уровней пloidности. На основе выполненных исследований установлено, что пленчатые виды пшеницы различаются по ломкости колоса не только друг от друга, но и в пределах популяций

одного и того же вида. На диплоидном уровне легкость обмолота колоса и прочность колосового стержня обусловлены плейотропным эффектом рецессивного гена *Sr*, а доминантный аллель данного гена определяет морфологическое строение колоса *T. boeibicum*, *T. monosocum*. На тетраплоидном уровне обнаружены две группы голозерных пшениц, различающихся по генетическим системам легкого обмолота – моногенный и полигенный. Моногенная характерна для *T. persicum* и возможна у *T. militinae*. У *T. durum* и *T. turanicum* легкость обмолота – полигенна, у *T. turgidum* определяется двумя рецессивными генами. Генетический контроль различий в отношении рассматриваемых признаков определяется, как минимум, аллелями двух генов.

Значительные площади, занимаемые зерновыми культурами в нашей стране, а также в Дагестане (Прикаспийская плоскостная зона), подвержены засолению, что серьезно препятствует внедрению в производство твердой пшеницы. Генетический потенциал твердой пшеницы практически не исследован на солеустойчивость, хотя по распространению и значимости она занимает второе место после мягкой пшеницы. Выполненные А.З. Шихмурадовым исследования в этом плане показали, что внутривидовой потенциал *T. durum* представлен как устойчивыми, так и неустойчивыми образцами. Размах изменчивости по этому признаку очень широк для эффективного отбора образцов, представляющих интерес для селекции. Кроме того, выявлено огромное внутривидовое разнообразие по этому признаку. Изучение характера наследования и генетического контроля солеустойчивости выделенных линий показало, что устойчивость к засолению, как и многие адаптивные физиологические признаки, наследуются доминантно, и различия между устойчивыми и неустойчивыми признаками определяются аллелями одного, двух и трех генов.

Аналогичные вышеприведенным исследования в настоящее время успешно проводятся также в лаборатории генетических ресурсов ячменя, овса и тритикале. В ближайшем будущем мы планируем овладеть многими вопросами частной генетики представителей родов *Triticum* L., *Hordeum* L., *Avena* L. и новой синтетической природы *Triticale*, что послужит хорошей основой для развития сравнительной генетики зерновых культур.

Значительное место в структуре станции занимают овощные, малораспространенные и зеленные культуры, виноград и плодовые культуры. На станции создана хорошая ампелографическая коллекция, включающая в себя 350 сортообразцов и коллекция плодовых культур – 130 сортов.

Коллекция цветной капусты поддерживается и изучается на станции с 1958 г. Состав овощных культур очень разнообразен, и по многим культурам на станции совместно с сотрудниками института созданы сорта салата, пекинской и цветной капусты.

В настоящее время на станции функционируют три научных подразделения: отдел частной генетики и генетических ресурсов пшеницы; лаборатория генетических ресурсов ячменя, овса и тритикале; лаборатория

генетических ресурсов овощных, плодовых культур и винограда. Научно-техническим персоналом, аспирантами, соискателями, проводившими работу на Дербентском опорном пункте, а в настоящем на станции, сделано все возможное и невозможное, чтобы претворить в жизнь великие идеи Н.И. Вавилова. С высоко поднятой головой можно сказать, что задания выполнены и мы впредь будем делать все, чтобы доказать величие идей Н.И. Вавилова и Всероссийского института растениеводства.

ИЗУЧЕНИЕ И СЕЛЕКЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА КУБАНСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВИР

Г.А. Теханович

Кубанская опытная станция ВИР за 84 года своей истории стала тем местом, где идеи ее основателя – Н. И. Вавилова по стратегии изучения и использования растительных ресурсов получают дальнейшее развитие в селекции. На станции работала и внесла неоценимый вклад в систематику, частную генетику, селекцию зерновых, зернобобовых, технических, овощных, плодовых и кормовых культур огромная плеяда крупных ученых прошлого и современности: Е. Н. Синская, П. П. Лубенец, М. И. Хаджинов, И. В. Кожухов, В. С. Сотченко и многие другие.

В работе с мировыми коллекциями основное внимание обращается на сохранение, изучение образцов, выявление источников и доноров, создание и восстановление сортов и родительских форм гибридов, их размножение и внедрение в производство. Селекционное направление работы станции – традиционно сильное. В реестре селекционных достижений за 2006 г. значилось 36 сортов и гибридов станции по 16 культурам.

STUDY OF PLANT RESOURCES AT THE KUBAN EXPERIMENT STATION OF VIR AND THEIR USE IN BREEDING

G.A.Tehanovich

During the 84 years of its history, the Kuban Experiment Station of VIR has evolved into the site where the ideas of its founder N.I. Vavilov on the strategy of plant genetic resources research and utilization are being developed and applied to breeding practice. An outstanding contribution to plant taxonomy, special genetics and breeding of cereal, leguminous, industrial, vegetable, fruit and forage crops was made by a large group of prominent scientists, all of whom worked at the Station in the past or present times. Among them were E.N. Sinskaya, P.P. Lubenets, M.I. Khadzhinov, I.V. Kozhukhov, V.S. Sotchenko and many others.

The work with the global collections primarily concentrates on conservation and analysis of germplasm accessions, identification of breeding sources and donors, development and regeneration of cultivars and hybrid parents, their reproduction and release into market production. Traditionally strong are the Station's breeding activities: 36 cultivars and hybrids of 16 crops produced by the Kuban Station were listed in the Register of Breeding Achievements for 2006.

Во все времена благополучие той или иной страны определяло наличие продовольствия и, в частности, хлеба. Это хорошо понимал основатель Кубанской опытной станции ВИР Николай Иванович Вавилов, организовавший ее в 1924 г. как основную базу Бюро по прикладной ботанике и новым культурам (так назывался ранее Всесоюзный, а ныне Всероссийский институт растениеводства).

В те трудные годы важнейшей проблемой являлось создание и внедрение в производство новых высокоурожайных сортов, приспособленных к разным условиям выращивания, особенно к засушливым. Такие сорта можно было получить в те годы при наличии соответствующего исходного материала. Н.И. Вавилов разработал стратегию использования растительных ресурсов мира на основе их мобилизации из различных стран для выявления наиболее ценных при испытании в контрастных агроэкологических условиях.

Многочисленные экспедиции Н.И. Вавилова и его соратников в разные регионы мира позволили собрать уникальный растительный материал. Встала задача организации станций по сохранению, изучению и размножению коллекций, использованию их в селекционной практике и в производстве. В письме от 5 ноября 1925 г. к Дмитрию Николаевичу Бородину, работавшему в США и заведовавшему Нью-Йоркским отделением Бюро прикладной ботаники, Н.И. Вавилов писал: «Одно из самых больших дел нынешнего года – открытие большого Северо-Кавказского отделения на станции Отрада Кубанская. Местные органы пошли всецело навстречу, выделив прекрасный участок около станции в 360 десятин с оборудованием, постройками. Уже работают три трактора. Это будет главная множительная станция по полевым культурам».

Сравнивая настоящее и прошлое тех лет, поражаешься дальновидности ученого в обеспечении продовольственной безопасности страны, которая и ныне, в XXI веке не потеряла своего значения.

Анализируя деятельность станции, следует выделить четыре основных периода в ее истории: довоенный, послевоенный, период перестройки и реформ, период возрождения. Довоенный период связан с организацией и становлением станции как научного учреждения. Уже в 1926 г. научный персонал состоял из трех штатных лаборантов, 16 командированных сотрудников и 21 практиканта. К концу 20-х годов получила развитие научно-техническая база станции, разрабатывается и совершенствуется методика изучения мировых коллекций. Были опубликованы труды по истории различных культур, их происхождению и распространению, систематике. Определены биологические и хозяйственные особенности важнейших видов культурных растений. Среди трудов, имеющих фундаментальный характер в селекции растений, наиболее значимыми являются работы основателя станции Н.И. Вавилова: «Генцентры происхождения культурных растений», «Ботанико-географические основы селекции», «Проблема иммунитета», «Селекция как наука».

Известны труды сподвижника Н.И. Вавилова и продолжателя его идей, крупнейшего специалиста в области прикладной ботаники Петра Михайловича Жуковского. Его научная деятельность началась с Малоазиатской экспедиции в Турцию в 1925–1927 гг. Было доставлено в коллекцию более 10 тыс. образцов семян зерновых, зернобобовых, технических, кормовых, овощных и других культур. Он принимал непосредственное участие в изучении собранного материала на станции. В результате выделены ценные формы мягкой и твердой пшеницы, ржи, высокобелковые формы ячменя, овса, гороха, нута, устойчивые к антракнозу формы фасоли, урожайные вики, нежностебельная люцерна, высокосахаристые дыни. Результаты изучения отражены им в капитальной монографии «Земледельческая Турция». П.М. Жуковский написал фундаментальный труд «Культурные растения и их сородичи», которая является настольной книгой многих ученых. За учебник «Ботаника» он удостоен звания лауреата Государственной премии первой степени.

Деятельное участие в работе станции принимала Евгения Николаевна Синская. Результаты исследований отражены в капитальных работах: «Видообразование люцерны и других растений», «Селекция кормовых культур», «Историческая география культурных растений», «Однолетние кормовые культуры Юга СССР». Изречение Синской: «... Научное исследование должно начинаться там, где кончаются наши знания» и сейчас актуально. Оценивая ее талант, Н.И. Вавилов подчеркнул: «Евгения Николаевна – богом меченая».

Ученик Е.Н. Синской – Лубенец Платон Панасович работал на станции с кормовыми культурами. Он участвовал в экспедициях по сбору кормовых трав (люцерна, эспарцет, овсяница и др.) на Северном Кавказе, в Закавказье, Средней Азии, Поволжье. Им создан ряд сортов люцерны, костреча, эспарцета, написана монография «Люцерна» и другие работы по кормовым травам.

Как известно, наш край – хлебный. Для изучения пшеницы Н.И. Вавилов пригласил Евдокию Федоровну Пальмову. Ею созданы выдающиеся сорта (Мелянопус 69, Гордеиформе 189), которые отнесены к шедеврам отечественной селекции. Посевные площади сорта Мелянопус достигали 3,5 млн. га. За период работы на станции она изучила более 5 тыс. образцов пшеницы разного географического происхождения, выделила наиболее ценные для селекции и возделывания в производстве. По результатам изучения коллекции в 1935 г. опубликована работа «Введение в экологию пшениц».

Евдокия Ивановна Николаенко изучила большой набор эфиопских пшениц. Впервые была установлена связь окраски зерна с его качеством и географическим распределением растений. Ею написана важная работа: «К генетике иммунитета пшениц к мучнистой росе». С использованием материалов исследований в 1935 г. опубликована известная работа Н.И. Вавилова «Научные основы селекции пшениц».

Мировое разнообразие коллекции ячменей изучал первый директор станции Орлов Александр Алексеевич, в последующем - Ф.Х. Бахтеев и А.Я. Трофимовская. Были созданы сорта ярового и озимого ячменя (Армавирский 593, Кубанец, Спартан, Народный 9). Разработана систематика и классификация видов ячменя.

Особое место принадлежит Енкену Вадиму Борисовичу. Вначале он работал с коллекцией ячменя, а затем по предложению Н.И. Вавилова изучал сою. Он разработал систематику сои, принципы селекции и семеноводства, создал ряд сортов, написал монографию «Соя».

По кукурузе на станции работала целая плеяда видных ученых: Михаил Иванович Хаджинов, Иван Васильевич Кожухов, Гайфутдин Салахутдинович Галеев, Владимир Семенович Сотченко.

И.В. Кожухов опубликовал научную работу «Кукуруза в СССР». Одним из первых в стране изучил, размножил и использовал самоопыленные линии для выведения отечественных гибридов кукурузы.

Заметный след в деятельности станции оставил М.И. Хаджинов – крупнейший специалист по кукурузе. Он всесторонне изучил генетику культуры. Выдвинул идею широкого использования явления ЦМС в семеноводстве гибридной кукурузы.

По плодовым культурам важная работа проводилась Петром Николаевичем Богушевским в 1926-1930 гг. Он обследовал плодовые сады левобережной Кубани, а также дикорастущие породы плодовых Северо-Кавказского края. В результате была собрана большая коллекция семечковых, косточковых, орехоплодных, ягодных культур. По материалам экспедиций им написана история развития садоводства отдельных районов и сделан обзор сортимента плодовых культур. Предложены практические рекомендации по подбору сортов, созданию групповых садов на территории края, по организации сбыта и переработки плодов.

Анатолий Валерьянович Гурский, известный ученый – лесовод, работал на станции в 1926-1930 гг. и 1938-1939 гг. Он заложил дендрологический питомник, насчитывающий 120 видов древесных пород, с увлечением изучал их корневые системы. Он осуществил экспедиции во многие районы Кавказа и Средней Азии, привлек в коллекцию богатый материал. Уделял особое внимание созданию лесозащитных полос путем использования различных видов деревьев. Они до сих пор напоминают нам о том, что здесь работал талантливый ученый. Впоследствии Ф.К. Чапурин и С.А. Захарченко опубликовали результаты исследований о выделившихся ценных видах, пригодных для полезащитных и парковых насаждений.

Григорий Иванович Батух провел значительную работу по закладке помологического питомника, коллекции столовых и технических сортов винограда, насчитывающей свыше 300 сортов. В середине 60-х гг. Г.И. Батух заложил школу привитых саженцев пирамидальных дубов. Он оставил добрую память на многие годы, создав насаждения пирамидальных дубов. И, действительно, эти дубы сейчас поражают своей красотой и напоминают нам о человеке, подарившем людям прекрасное.

В послевоенный период очень успешной была работа по селекции гибридной кукурузы академика ВАСХНИЛ Г.С. Галеева. В сотрудничестве с М.И. Хаджиновым в 1964 г. был завершен перевод 15 районированных гибридов кукурузы на стерильную основу. За эти достижения и за внедрение в производство высокоурожайных гибридов кукурузы Г.С. Галееву и М.И. Хаджинову была присуждена Ленинская премия. В 70-е годы по инициативе Г.С. Галеева организовано творческое объединение селекционеров «Север» (ТОСС), которое способствовало развитию селекции раннеспелой кукурузы. В нем объединились усилия многих научных учреждений, расположенных в различных регионах страны. Талант Г.С. Галеева ярко проявился в создании целого направления - селекции кукурузы на раннеспелость. В результате совместной работы в СССР на 1989 г. районировано 15 гибридов, в ГДР-3. За разработки по селекции раннеспелых гибридов кукурузы и расширение зоны ее возделывания в центральных и северных регионах страны Г.С. Галееву и В.С. Сотченко была присуждена Государственная премия.

Станция осуществляла широкое международное сотрудничество с Институтом зерновых культур в Бернбурге-Хадмерслебене (Германия), Институтом селекции и семеноводства в Загребе (Югославия), Институтом сельского хозяйства в Мартонвашаре (Венгрия). На основе международного сотрудничества создано 8 гибридов кукурузы разных групп спелости.

После ухода из жизни Г.С. Галеева работа по селекции кукурузы не прекратилась. Ее продолжает его талантливый ученик директор Всероссийского НИИ кукурузы, академик В.С. Сотченко

Особое место принадлежит Ефрему Сергеевичу Якушевскому – крупнейшему специалисту по сорговым культурам. Им разработаны принципы селекции сорго, приемы апробации сорго в СССР, технология возделывания и использования сорго. Он создал около 30 сортов зернового, сахарного, веничного сорго, проса, могоара и других культур. Создана наиболее удобная классификация сорго, которой в настоящее время пользуются многие селекционеры. Он уделял большое внимание изучению гетерозиса сорговых культур на основе использования цитоплазматической мужской стерильности, совершенствовал методику селекции гетерозисных гибридов. В начале 60-х годов в производство внедрен первый отечественный гибрид зернового сорго, полученный на стерильной основе – КОС-1. С культурой сорго работали также директора станции Виноградов Зосим Сергеевич и Андрияш Николай Васильевич. Свой весомый вклад в селекцию сорго-суданковых гибридов (Новатор, Сордан и др.) внес Шепель Николай Андреевич.

На станции проводится большая работа с техническими культурами. Видную роль в ее организации сыграл Купцов Александр Иванович. Н.И. Вавиловым и Е.В. Эллади была разработана внутривидовая систематика льна. Яков Моисеевич Стам предложил оригинальную методику оценки фузариозоустойчивости льна. Было выведено шесть сортов льна масличного, один из которых – Крупносемянный 3 высевают и в настоящее

время. По клещевине значительный вклад внесла Гали Михайловна Попова, в особенности, в области систематики. Станция – пионер в создании гибридных сортов, из которых Гибрид ранний является первым в стране и наиболее ценным для механизированной уборки. Он создан Подкуйченко Георгием Васильевичем.

Заметный след в организации научно-исследовательской работы и семеноводства оставил Федор Карпович Чапурин, руководивший станцией в 1952-1970 гг. Он подробно изучил коллекцию столовых и технических сортов винограда. В результате были выделены и размножены перспективные сорта: Мускат венгерский, Мускат розовый, Молдавский ранний, Кара бурну, Тайфи розовый, Чауш черный, Чауш белый и другие. Чапурин Ф.К. занимался также подбором плодовых культур (лучших сортов яблони, груши, сливы, черешни, алычи, вишни), лично участвовал в закладке плодового сада.

Важные исследования по кукурузе проводил В. С. Сотченко, который проявил высокие организаторские способности и деловые качества. Владимир Семенович с 1965 по 1973 гг. работал научным сотрудником, а с 1976 по 1987 гг. – директором станции.

Большая работа проведена Мережко Анатолием Федоровичем, в особенности, по выявлению и созданию доноров селекционно ценных признаков пшеницы. Им разработана и опубликована значимая работа по изучению коллекций «Система генетического изучения исходного материала для селекции растений».

Следует отметить главного агронома экспериментального хозяйства Мартынова Давида Яковлевича, много лет проработавшего на станции. Под его руководством ежегодно размножались семена высших репродукций перспективных и районированных сортов и гибридов селекции станции. Хорошо поставленная семеноводческая работа обеспечивала быстрое внедрение их в производство.

Третий период в деятельности станции связан с перестройкой и реформами в стране. Это было время, когда из-за недостатка средств на научно-исследовательские работы сокращали финансирование, что привело к нежелательным последствиям в судьбе станции. В итоге с 1993 по 1997 гг. коллектив был разделен. На базе станции были созданы фирмы: КОС МАИС, Внедрение, НИКАС, Семена, Элита Кубани. Станция лишилась основных средств, составляющих основу материально-технической базы, квалифицированных кадров (как научного, так и инженерно-технического персонала). Были обесценены достижения станции по ряду культур, полученные в результате многолетней научно-исследовательской работы. Утрачена возможность заработать от производства и реализации семян высших репродукций, так как земля, имущество и техника были переданы фирмам в аренду. Стоимость поддержания коллекционных образцов, их обслуживание за счет аренды резко возросла. Этот опыт не дал для станции положительных результатов. Возникли многочисленные долги, которые

поставили станцию в труднейшее положение и экономическую зависимость от фирм.

В конце 1997 г. на основании решения дирекции ВИР арендные отношения с фирмами прекратились, а земля и невыкупленные основные средства были возвращены станции.

Начался новый период – возрождения и восстановления утраченных позиций. Основное внимание было обращено на работу с мировыми коллекциями (сохранение, изучение, выявление источников, доноров, создание и восстановление сортов и родительских форм гибридов, их размножение и внедрение в производство).

В настоящее время на станции ежегодно высевается для поддержания (сохранения всхожести) 12-14 тыс. образцов зерновых колосовых (пшеница, ячмень, овес и рожь); зернобобовых (соя, нут, чина, вигна); кукурузы, сорго, просо, просовидных (чумиза, могоар и пайза); кормовых трав (люцерна, эспарцет, донник, овсяница, кострец и ежа); технических и масличных (подсолнечник, клещевина, лен, сафлор, арахис и кунжут); бахчевых (арбуз, дыня и тыква). Кроме поддержания в живом виде, по ряду культур проводится изучение, которое составляет 2-3 тыс. образцов в год.

Сохраняя и изучая коллекцию, сотрудники станции за последние годы выявили и создали источники и доноры наиболее важных селекционно-ценных признаков, которые используются при выведении новых сортов и гибридов не только на станции, но и в других научно-исследовательских учреждениях.

Продуктивная работа ведется в группе подсолнечника, которую возглавляет Рожкова Валентина Тимофеевна. Совместно с Гавриловой Верой Алексеевной создана богатейшая генетическая коллекция, которая используется во всех направлениях селекции.

Расширена работа по межвидовой гибридизации дикорастущего подсолнечника с культурным. При этом используется 13 видов многолетнего дикорастущего подсолнечника. В результате получен межвидовой гибрид ВИР-114 х *H. giganteus* с полной устойчивостью к фомопсису на фоне сильнейшей эпифитотии. Выделено 7 линий, которые получены на основе межвидовых гибридов, восстанавливающих фертильность пыльца в первом поколении на 100% и обладающих хорошей комбинационной способностью. Из образцов французской селекции выделено 8 линий с полной полевой устойчивостью к ложной мучнистой росе (ЛМР). В условиях жесткой эпифитотии выделено 7 толерантных к фомопсису образцов, из них 6 - самоопыленные линии селекции станции: ВИР 184, ВИР 365, ВИР 130, ВИР 249, ВИР 448, ВИР 449.

Созданы два ультраскороспелых донора восстановления фертильности пыльца к ЦМС *petiolaris*: ВИР 771 и ВИР 772. Вегетационный период от всходов до созревания составляет, соответственно, 76 и 77 дней (стандарт - 99 дней).

Совместно с Белгородской опытной станцией ВНИИМК создан раннеспелый гибрид подсолнечника Вейделевский 83. Районированы три сорта декоративного подсолнечника: Солнышко, Красавчик, Икар.

В группе зерновых колосовых культур проводятся исследования по выделению источников ценных признаков для селекции новых сортов. Выявлены формы, устойчивые к пыльнице и к ряду болезней. Созданные Анурьевым Виталием Александровичем новые линии озимой мягкой пшеницы (КОС 91, КОС 220, КОС 1947, КОС 2161) проходят производственное испытание на полях станции.

На станции выведен сорт овса Валдин 765 (автор – Танцюра Дмитрий Федосеевич), который допущен к использованию в четвертом и пятом регионах Российской Федерации. Сорт обладает высокой адаптивностью, раннеспелый, универсального использования, с высокими крупными качествами и урожайностью 6-7 т/га.

Бойко Владислав Николаевич создал исходный материал для селекции скороспелых гибридов кукурузы на основе современных методов гаплоидии и генетического маркирования. Получены новые уникальные скороспелые автодиплоидные линии кукурузы с комплексом селекционно-ценных признаков – ГЛК (гаплоидная линия Кубанская): ГЛК 15/31; 09/17, 12/06, 17/24, 05/29, 11/20. Они обладают раннеспелостью, интенсивным начальным ростом, ускоренной влагоотдачей зерна при созревании, устойчивостью к полеганию, высокой продуктивностью.

На основе комплексного изучения коллекции сорго Радченко Евгением Евгеньевичем выделены устойчивые к злаковой тле коллекционные образцы и селекционные линии, на основе которых созданы доноры устойчивости к этому опасному вредителю. По комплексу признаков отобраны лучшие образцы сахарного сорго. Большая работа проведена руководителем группы сорго Малиновской Еленой Васильевной по идентификации и инвентаризации видовых форм сорго для формирования стержневой коллекции, размножению районированных и перспективных сортов и линий сорго.

В группе технических культур под руководством Питько Алены Григорьевны созданы сорт арахиса Отрадокубанский и сафлора Спартак. Передан в Государственное сортоиспытание новый сорт льна масличного Кубанский 27.

Развернуты исследования по оценке коллекции сои и нута в группе зернобобовых культур. На основе изучения коллекции Некрасовым Александром Юрьевичем выделены перспективные образцы сои и нута. Находится в Госсортоиспытании новый среднеранний сорт сои универсального использования Светлана и сорт нута пищевого использования ВИР-32.

В группе бахчевых культур, руководимой Елацковой Анной Генриховной, проводится работа по расширению разнообразия исходного материала. Выделены образцы из Китая и Японии с желтой окраской коры и мякоти плода. Среди них отобраны формы, имеющие различную по

интенсивности желтую окраску мякоти с нежной и зернистой консистенцией с хорошими и отличными вкусовыми качествами. Впервые получена форма арбуза, сочетающая желтую окраску коры и желтую мякоть. Выделены линии арбуза и дыни с генетическими маркерами для использования в гетерозисной селекции.

Наличие нового исходного материала позволяет расширить возможности его использования. В настоящее время в производстве практически отсутствуют позднеспелые сорта арбуза и дыни. Выведение таких сортов вызвано необходимостью продления периода потребления. Необходимы сорта, удобные для возделывания. В 2006 г. на основе кустовой рассеченнолистной линии (КРЛ 732) создан и передан в госсортоиспытание позднеспелый сорт арбуза Святослав, имеющий кустовой тип растения. Выделена компактная предельно кустовая форма крупноплодной тыквы Кустовая 11 с небольшими по массе (2,0-3,0 кг) порционными плодами. На ее основе создан и передан на ГСИ сорт Малышка.

В 2006 г. передано на ГСИ 4 сорта селекции станции: лен масличный Кубанский 27, арбуз Лидер и Святослав, тыква Малышка. Находились на ГСИ 5 сортов: соя Светлана, нут ВИР 32, арбуз Черный принц, кабачок Буратино, тыква Красавица. Прошли ГСИ и рекомендованы для включения в Госреестр селекционных достижений на 2007 г. 3 сорта: кабачок Негритенок и Буратино, тыква Красавица. В целом в Госреестре селекционных достижений на 2006г. находилось 36 сортов и гибридов 16 культур.

На станции проводится значительная работа по созданию и сохранению генетических коллекций подсолнечника, льна масличного, кукурузы, бахчевых культур. Установлен генетический контроль наиболее важных морфолого-биологических и хозяйственно-ценных признаков. Получены ценные линии для различных направлений селекции.

Безусловно, мировая коллекция ВИР – фундамент современной селекции. Благодаря ей, на основе новейших технологий создаются уникальные сорта и гибриды по многим сельскохозяйственным культурам с комплексом хозяйственно-ценных признаков. Идеи Николая Ивановича Вавилова по стратегии изучения и использования растительных ресурсов получают дальнейшее развитие в селекции.

ЛИТЕРАТУРА

Научное наследство. Николай Иванович Вавилов. Из эпистолярного наследия. 1929-1940 гг. Москва, 1987. Т. 10. 491 с.

ВОЛГОГРАДСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВИР - 75 ЛЕТ

Т.И. Кириосова, А.А. Грушин
Волгоградская опытная станция ВИР, г. Краснослободск

Дается краткое описание истории опытной станции и ее структурных подразделений. Обобщены результаты научно-исследовательской работы за 75 лет. Приводятся результаты экспедиций по мобилизации генетических ресурсов в зоне Нижнего Поволжья, Дагестана, Закавказья, Средней Азии и в Испании. В 42 экспедициях были собраны 2270 образцов плодово-ягодных и 416 овощных культур. Экспедиция в Испанию пополнила коллекцию института 4987 образцами. Описаны достижения селекционеров станции и приводятся списки выведенных ими сортов овощных и плодовых культур. Всего на станции были выведены 50 сортов и гибридов овощных и 101 сорт плодовых культур. Показаны наиболее значимые, защищенные авторскими свидетельствами и патентом научные разработки, осуществленные в лабораториях иммунитета, физиологии и биохимии: способы определения и повышения жаростойкости растений, методы поиска термпротекторов, идентификации айвово-яблоневых гибридов, прогноза развития болезней растений.

75 YEARS OF THE VOLGOGRAD EXPERIMENT STATION OF VIR

T.I.Kirnosova, A.A.Grushin
Volgograd Experiment Station VIR, Krasnoslobodsk

A brief description of the history of the Experiment Station and its structural divisions is given. The results of research work for 75 years are generalized. The results of collection missions targeting on genetic resources in the Volga region, Dagestan, Transcaucasia, Central Asia and in Spain are presented. Forty-two expeditions have collected 2270 accessions of fruit and berry and 416 of vegetable crops. The collection mission to Spain has added 4987 accession to the VIR collections. Achievements of breeders are described, and the developed varieties of vegetable and fruit crops are listed. All in all, 50 varieties and hybrids of vegetable and 101 varieties of fruit crops have been developed at the Station. The most significant certified and patented scientific achievements of the laboratories of immunity, physiology and biochemistry are shown: e.g., the methods for determining and increasing heat resistance in plants, for searching for termprotectors, for identifying quince-apple hybrids, and for predicting the development of plant diseases.

Нижеволжская (Ахтубинская) овощная опытная станция была организована по решению Министерства сельского хозяйства в 1932 г. в системе Всероссийского научно-исследовательского института овощного хозяйства (ВНИИОХ). Ее создание было связано с тем, что с 1930 года началось освоение Волго-Ахтубинской поймы под овощные и плодово-ягодные культуры, для чего был основан первый овощной совхоз «Лебяжья Поляна», а в 1931 году – совхоз «Ударник» и ряд специализированных плодоовощных колхозов, а также начато строительство семи консервных заводов по переработке овощей.

Опытная станция должна была решать задачи по переводу производства овощей и плодов на научную основу. В 1933 г. к ней присоединили Иловлинскую мелиоративную опытную станцию. Основным организатором Ахтубинской опытной станции и ее первым директором был Д.Д. Брежнев, впоследствии академик ВАСХНИЛ, Герой Социалистического Труда, директор ВИР.

На станции приступили к реализации поставленных задач – разрабатывали научно обоснованные приемы агротехники выращивания овощных культур и проводили селекционные исследования.

Станции отдали часть земель совхоза «Лебяжья поляна», передали 6 одноквартирных домиков, скудный сельскохозяйственный инвентарь и 5 лошадей. Весной 1933 года были выделены 3 трактора «Интернационал».

Научные сотрудники изучали нормы и сроки поливов, дозы внесения минеральных удобрений, способы хранения овощей, их химический состав и качество, вопросы семеноводства; проводили селекционные работы с томатами, баклажанами, перцами, капустой, огурцами и луками.

С 1938 по 1958 гг. станция находилась в системе Всесоюзного научно-исследовательского института консервной промышленности (ВНИИКОП). В результате расширения тематики на станции стали заниматься сортоизучением, селекцией, семеноводством и агротехникой овощных и плодово-ягодных культур.

Главным направлением селекции томатов стало выведение сортов с повышенным содержанием сухого вещества. Были выведены сорта Брекодей 145, Ахтубинский 85 (содержание сухих веществ 5,6%) и Волгоградский 5/95 (5,1%). Сорт Волгоградский 5/95 оказался уникальным по исключительно высокой урожайности и вкусовым показателям и до сих пор пользуется популярностью как у населения, так и у производителей, особенно в южных областях России и Узбекистане.

В эти же годы были выведены и районированы сорта: томатов - Скороспелый Волжский 288, Коллективный 114, Передовик 58; баклажанов - Скороспелый 148, Консервный 10; огурцов – Рябчик 15/1, Астраханский 136; лука – Джонсон 4; капусты – Волгоградская 42 и Судья 146. Был создан плодовой питомник, и станция наряду с семенами овощных культур начала снабжать колхозы и совхозы также и посадочным материалом плодово-ягодных культур.

Во время войны в результате налетов вражеской авиации на станции были уничтожены химическая лаборатория, библиотека, теплично-парниковое хозяйство и ряд других помещений. Защищая родину, погибли 20 сотрудников станции.

В 1943 г. после годичного перерыва станция возобновила работу и через 5 лет достигла довоенного уровня.

В октябре 1958 г. она была передана в систему Всесоюзного ордена Ленина научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова. И сразу же обозначились новые задачи по мобилизации, поддержанию и изучению мировых растительных ресурсов овощных, плодово-ягодных, зерновых и кормовых культур. Продолжалась и селекционная работа.

Начиная с 1960 г. станция ежегодно организует свои экспедиции для мобилизации растительных ресурсов. Всего за время существования станции провели 42 экспедиции. Помимо районов Нижнего Поволжья и Дона, совершены экспедиции в Дагестан, Закавказье, Среднюю Азию и Испанию.

В первых поволжских экспедициях участвовали научные сотрудники ВИР – доктор сельскохозяйственных наук Ф.Д. Лихонос и кандидат сельскохозяйственных наук Ф.И. Пехото, а также сотрудники станции доктор сельскохозяйственных наук В.В. Малыченко, кандидаты сельскохозяйственных наук А.Я. Лобачев, Н.Н. Гавришов, М.С. Катаржин, Л.П. Малыченко, кандидат биологических наук Т.Г. Беляева, научные сотрудники М.И. Вовк и В.П. Калмыков.

По плодовым культурам были проведены 30 экспедиций и собраны 2270 образцов, включая дикорастущие местные формы, а также новые сорта из различных научно-исследовательских учреждений. Доставлены на станцию, размножены в питомнике и высажены в коллекцию образцов яблони – 819, айвы – 43, груши – 235, вишни – 201, сливы – 125, алычи – 18, абрикоса – 267, терна – 142, черешни – 24, земляники – 101, смородины черной – 141, смородины красной – 44, смородины золотистой – 5, малины – 38 и подвоев для семечковых и косточковых культур – 60.

Начиная с 1978 г. экспедиции стали организовывать отделы кормовых и овощных культур. В них принимали участие кандидаты сельскохозяйственных наук С.С. Катаржин, Л.П. Малыченко, К.Б. Орлова, Л.Н. Попова, З.И. Клецкова, Т.И. Кирносова, М.М. Кирносов и др. Они провели 12 экспедиций и собрали 416 образцов овощных культур.

Следует отметить некоторые из экспедиций. Так, в результате обследования Поволжья доктором сельскохозяйственных наук В.В. Малыченко были установлены центры вторичного происхождения местных сортов яблони Аниса, Мальта Багаевского, Яндыковского, Мамутовского, Боровинки Акуловской и др.

Кандидатом сельскохозяйственных наук М.С. Катаржиным была проведена одна экспедиция в Дагестан и две в Среднюю Азию. Было собрано 26 образцов диких луков, из которых 14 – длинноостроконечного. Изучение

дикорастущих луков показало, что диким предком чеснока посевного является лук длинноостроконечный. Этот лук, после перенесения в культуру, уже через два поколения, по морфологическим и хозяйственным признакам не отличался от чеснока посевного, но обладал способностью давать большое количество полноценных семян. Таким образом ученым было доказано, что чеснок в условиях Волгоградской области формирует жизнеспособные семена без каких-либо специальных приемов выращивания. Это открытие позволяет разрешить проблему оздоровления чеснока от множества болезней и вредителей, передающихся при вегетативном размножении культуры, и значительно повысить эффективность селекционной работы.

Кандидатом сельскохозяйственных наук А.Я. Лобачевым в результате экспедиционных обследований было установлено значительное разнообразие форм айвы, обладающих новыми морфологическими признаками, что позволило создать оригинальную классификацию вида с выделением новых подвидов и разновидностей. Им совместно с Р.А. Зуевой были собраны крупноплодные местные образцы айвы – Джардам, Шахта, сортообразец КЭ-72-110 и др. Особого внимания заслуживают сорта и формы универсального назначения: Совхозная, Краснослободская, Ильменная, Мягкоплодная Волгоградская.

Экспедиция в Испанию под руководством доктора с.-х. наук В.В. Малыченко (через 50 лет после последней виrowsкой экспедиции в эту страну) пополнила генофонд института 4987 образцами различных культур, в том числе: зерновых – 429, зернобобовых – 641, овощных – 967, плодовых – 1428, декоративных, лесных, лекарственных и эфиромасличных – 967 и др. В их число входили образцы пшеницы, отличающиеся высокой продуктивностью, пригодные для механизированной уборки сорта перца и томата, крупноплодные (свыше 1 кг) образцы валенсийского лука, многочисленные образцы яблони, миндаля и других плодовых культур, которые ранее отсутствовали в коллекции института. Кроме того, в коллекцию были привлечены крупносемянные формы чечевицы и бобов, безалкалоидные сорта люпина, дикорастущие виды свеклы, дикорастущие формы маслины, бесшипные сорта малины и ежевики.

В настоящее время в структуру научных подразделений ВОС ВИР входят отделы генетических растительных ресурсов – овощных, плодово-ягодных и кормовых культур, а также лаборатории биохимии, физиологии и иммунитета.

Отдел овощных культур был создан с первых дней станции. Отдел знаменит своими селекционерами: доктором сельскохозяйственных наук Н.И. Чулковым, кандидатами сельскохозяйственных наук М.С. Катаржиным, Л.Н. Поповой, К.Б. Орловой, Л.П. Малыченко, Т.И. Кирносковой, З.И. Клецковой и др. Селекционеры этого отдела создали 50 сортов и гибридов (табл. 1). Все приведенные в таблице сорта были районированы и из них самое широкое распространение по числу областей, в которых он был

районирован – 57, занимает перец острый Астраханский 147 (селекции М.С. Катаржина). Затем следует уникальный сорт томата Волгоградский 5/95, районированный в 53 областях.

В СССР в 1980 г. семенами сортов томатов, выведенных на станции, было засеяно более 30% всех площадей, отведенных под эту культуру.

Таблица 1. Сорта овощных культур, созданные на ВОС ВИР

Культура, сорт	Год создания	Селекционеры
Томаты		
Скороспелый Волжский 288	1950	С.А. Болотников
Волгоградский 5/95	1953	Н.И. Чулков
Передовик 58	1955	Н.И. Чулков
Ахтубинский 85	1955	М.С. Катаржин
Брекодей 145	1955	М.С. Катаржин
Драгоценность 341	1967	Н.И. Чулков, Д.Д. Брежнев, В.С. Чулкова, А.Н. Стрельникова
Волгоградский Скороспелый 323	1972	Н.И. Чулков, В.С. Чулкова, Л.Н. Попова, Л.П. Арина
Волгоахтубинский 455	1978	Н.И. Чулков, Л.Н. Попова, Л.П. Арина
Лебяжинский	1978	Л.Н. Попова, Н.И. Чулков, Д.Д. Брежнев, Е.Я. Глушенко
Новичок	1982	Н.И. Чулков, Д.Д. Брежнев, Л.Н. Попова, Л.П. Арина
Волгоградец	1983	Н.И. Чулков, В.И. Попов, Л.Н. Попова, Л.П. Арина
Дар Заволжья	1988	Н.И. Чулков, В.И. Попов, Л.Н. Попова
Финиш	1994	Н.И. Чулков, Л.Н. Попова, Л.П. Арина
Победитель	2000	Л.Н. Попова, Л.П. Арина
Подарочный	2000	Л.Н. Попова, Л.П. Арина
Новичок Розовый	2006	Л.Н. Попова, Л.П. Арина
Капуста		
Судья 146	1950	М.С. Катаржин
Волгоградская 42	1950	М.С. Катаржин
Волжанка 9	1986	М.С. Катаржин, Л.А. Катаржина
Лук		
Джонсон 4	1967	К.Б. Орлова, В.С. Чулкова, М.С. Катаржин
Оранжевый	1979	К.Б. Орлова, Д.Д. Брежнев, А.А. Казакова
Ахтубинец	1986	К.Б. Орлова, Т.И. Кирносова, А.А. Казакова
Волгодонец	1989	К.Б. Орлова, Т.И. Кирносова, А.А. Казакова
Волжанин	2000	Т.И. Кирносова
Кузьмичевский	2004	К.Б. Орлова, Т.И. Кирносова, М.М. Кирносов
Перец		
Астраханский 147	1943	М.С. Катаржин
Волжанин	1997	М.В. Воронина, М.С. Катаржин, А.Г. Фролова
Огурцы		
Астраханский 136	1943	М.С. Катаржин
Рябчик 15/1	1948	В.С. Чулкова
Гибрид Великолепный (F1)	1978	Э.Т. Мещеров, Л.П. Малыченко
Волгодонской 231	1989	Л.П. Малыченко, А.М. Попова
Малыш	1991	Э.Т. Мещеров, Л.П. Малыченко, А.М. Попова

Обильный	1995	Л.П. Малыченко, А.М. Попова
Морковь		
Волжская 30	1986	Л.В. Сазонова, З.И. Клецкова
Ахтубинская	1994	Л.В. Сазонова, З.И. Клецкова
Баклажан		
Консервный 10	1955	М.С. Катаржин
Универсал 6	1966	М.С. Катаржин

Отдел плодово-ягодных культур организован в 1938 г. В 2006 г. в коллекционных насаждениях станции насчитывалось 2472 образца плодово-

Таблица 2. Сорты плодово-ягодных культур, созданные на ВОС ВИР

Культура, сорт	Год созд ания	Селекционеры	Культура, сорт	Год созда ния	Селекционеры
Яблоня			Вишня		
Ахтубинское Си-мирэнко	1968	В.В.Малыченко	Приволжская	1962	»
Нижеволжское	1966	В.В.Малыченко	Гриот Волгоград-ский	1960	»
Малыченковское	1972	В.В.Малыченко, Л.Н.Баландина	Любская Поздноцветущая	1972	»
Слива			Народная	1969	»
<i>Аленушка</i>	1969	А. И. Калашни-кова	Новинка	1960	»
Ананасная	1961	»	Ультраранняя	1959	»
Ахтубинская	1968	»	Айва		
Венгерка Красно-слободская	1960	»	Бархатная	1988	<i>А. Я. Лобачев</i>
Волжанка	1965	»	Великолепная	1988	»
Волжские Зори	1961	»	Волгоахтубинска я	1981	»
Дочь Альтана	1961	»	Волгоградская Мягоплодная	1982	»
Душистая Желтая	1961	»	Волгоградская 11	1961	»
Зайнап	1960	А.И.Калашнико-ва, Т.Г.Беляева	Волгоградская 27	1961	»
Залп Авроры	1960	»	Волжская Крупно-плодная	1988	»
Звездочка	1960	»	Гибридная 49	1964	»
Золотистая	1969	»	Гибридная 84	1964	»
Зорька	1962	»	Дружная	1988	»
Институтская	1961	»	Заря	1982	»
Консервная	1969	»	Зорька	1988	»
Компотная	1969	»	Коллективная	1982	»
Краса Поволжья	1960	»	Королева Сада	1988	»
Краснослободская	1960	А.И.Калашнико-ва, Т.Г.Беляева	Краснослободска я	1964	<i>А.Я. Лобачев, А.И.Калашникова</i>
			Красавица Поймы	1988	»

Легендарная	1961	»	Красавица	1992	»
Лимонная	1961	»	Кремовая	1988	»
Нижевожская	1970	»	Крюковская	1964	»
Огни Волгограда	1970	»	Лимонка	1961	»
Плодовитая	1961	»	Лучистая	1992	»
Поздняя Испо-линская	1961	»	Любительская	1982	»

Продолжение таблицы 2

Культура, сорт	Год созда ния	Селекционеры	Культура, сорт	Год созда ния	Селекцион еры
Слива			Айва		
Пойменная	1961	»	Любовь Повол-жья	1992	»
Привет Октября	1961	»	Масленка Ран-няя	1964	»
Ренклюд Калашниковой	1961	»	Мирная	1982	»
Сливянка	1961	»	Ильменная	1964	»
Смена	1961	»	Мимоза	1988	»
Тернослива 11/6	1954	»	Награда	1988	»
Удивительная	1960	»	Находка	1988	»
Факел	1961	»	Новинка	1983	»
Фирменная	1961	»	Одуванчик	1988	»
Хорошавка	1969	»	Опушенная	1988	»
Чудесница	1961	»	Октябренок	1988	»
Шаровидная	1961	»	Октябрина	1988	»
Шамиля	1961	»	Осенняя Сказ-ка	1980	»
Школьница	1961	»	Перспективная	1988	»
Эпоха	1961	»	Поздняя	1992	»
Южанка	1961	»	Превосходная	1961	»
Юннатка	1961	»	Принцесса	1992	»
Яичная	1961	»	Россиянка	1992	»
Якуб	1961	»	Светлячок	1992	»
Вишня			Смена	1961	»
Ахтубинская Кра-савица	1960	»	Улыбка	1980	»
Александрйская	1960	»	Хорошавка	1986	»
Волжанка	1971	»	Чемпионка Лобачева	1992	»
Волжская Новь	1969	»	Янтарная	1992	»
Превосходная Волжская	1973	»	Тепловская	1976	А.Я. Лобачев, А.И.Калашник ова

ягодных культур, поддержанием и изучением которых занимаются сотрудники отдела. Селекционная работа с плодовыми культурами проводится с 1947 г. Перечень сортов, выведенных сотрудниками станции, приведен в табл. 2. К сожалению, из столь внушительного списка сортов лишь немногие из них были районированы: яблоня Малыченковское, сливы Краснослободская и Зайнап, айва Тепловская и Краснослободская.

За годы существования станции на ее участках выращено и передано хозяйствам области несколько сотен тысяч саженцев плодовых культур перспективных сортов, выделенных из коллекции.

Много лет в отделе трудились доктор сельскохозяйственных наук В. В. Малыченко, кандидаты сельскохозяйственных наук А.Я. Лобачев, А.И. Калашникова, Н.И. Гавришов, Л.Н. Баландина, кандидат биологических наук Т.Г. Беляева и многие другие. В настоящее время в отделе работают кандидат сельскохозяйственных наук А.С. Сиднин и научный сотрудник С.В. Лопанцев.

Отдел кормовых культур изучает большое количество образцов кукурузы, пшеницы, ячменя и зерновых бобовых культур. В результате выделены и широко внедрены в производство высокоэффективные сорта кукурузы для возделывания, как на зерно, так и на силос.

По люцерне, наиболее ценной кормовой культуре для Нижнего Поволжья, изучали хозяйственно-ценные признаки: урожайность семян и зеленой массы, скороспелость, содержание питательных веществ, устойчивость к болезням. Были выделены по этим признакам и рекомендованы селекционерам соответствующие доноры.

В течение ряда лет в этом отделе работали кандидаты сельскохозяйственных наук В.Г. Абраменко, Л.А. Диканева, Л.П. Малыченко, С.Г. Варадинов, Н.П. Чиганцев, О.М. Шалыгина. В настоящее время в отделе проводит работу по кормовым травам кандидат сельскохозяйственных наук М.М. Киринос.

Лаборатория биохимии проводит исследования по химической и технологической оценке коллекционного и селекционного материала овощных, плодовых, ягодных и кормовых культур. В среднем ежегодно проводили более 8 тыс. различных анализов и до 120 образцов оценивали на пригодность для различных видов консервов, соков, варенья, компотов, маринадов.

В лаборатории много лет работали кандидаты наук И.Ф. Гавришова и В.М. Глухова, на смену которым пришли кандидаты биологических наук М.Н. Ананьина и А.А. Грушин.

В лаборатории физиологии на протяжении более 30 лет проводил изучение коллекции плодовых культур к устойчивости к низким и высоким температурам и засухе кандидат биологических наук Ю.Г. Перепадя, а кандидат биологических наук А.П. Ивакин изучает овощные культуры на засухо- и солеустойчивость. В результате они опубликовали ряд каталогов, в которых приведены характеристики нескольких сотен образцов на устойчивость к указанным факторам. Кроме того, А.П. Ивакиным были осуществлены четыре методические разработки.

Лаборатория иммунитета проводит изучение коллекции овощных и плодово-ягодных культур на устойчивость к наиболее вредоносным в данной зоне болезням. В отдельные годы исследовали более 1300 образцов овощных и более 1000 образцов плодово-ягодных культур. Интересные результаты

получены по фузариозу капусты, шарке сливы, мучнистой росе яблони, пероноспорозу огурца. По этим и другим болезням выделено значительное количество источников устойчивости.

В разное время в лаборатории работали кандидаты сельскохозяйственных наук И.С. Шевченко, А.И. Лебедев, старшие научные сотрудники А.П. Тищенко и Н.С. Кардаева, кандидат биологических наук А.А. Грушин. Последние 30 лет в лаборатории проводит исследования кандидат сельскохозяйственных наук Э.Х. Суханбердина.

В совместных исследованиях сотрудниками лаборатории физиологии кандидата биологических наук А.П. Ивакина и лаборатории биохимии кандидата биологических наук А.А. Грушина были разработаны способ оценки жаростойкости растений и метод, позволяющий проводить поиск веществ, обладающих свойствами термопротекторов. Изобретенный ими способ идентификации айвово-яблоневых гибридов позволяет по изопероксидазным спектрам выявлять гибриды среди однолетних сеянцев, что значительно ускоряет селекционный процесс. Они нашли два довольно простых и дешевых химических вещества, при обработке которыми семян увеличивается жаростойкость растений. Оригинальность исследований подтверждена тремя авторскими свидетельствами на изобретение и одним патентом. Эти работы вызвали интерес у зарубежных ученых, о чем свидетельствуют 49 заявок из 19 стран мира (Франция, Израиль, США, Аргентина, Италия, Мексика, Турция, Бразилия и др.) на ксерокопии статей.

Из исследований лаборатории иммунитета заслуживают внимание исследования кандидата сельскохозяйственных наук Э.Х. Суханбердиной и кандидата биологических наук А.А. Грушина по изучению влияния факторов погоды на развитие болезней растений. Использование многолетних данных по оценке устойчивости коллекционных образцов различных культур к ряду болезней позволило выявить наиболее существенные корреляционные зависимости, построить математические модели и осуществить прогноз развития таких болезней, как мучнистая роса яблони, пероноспороз огурца, бактериальный некроз листьев груши, фузариоз разных видов капусты.

Об объеме работ, выполняемых учеными станции, можно судить по результатам за последние 20 лет (1986 - 2005 гг.). За это время коллекция пополнилась 787 образцами плодово-ягодных и 92 образцами овощных культур. Были размножено 53214 образцов и отдано для закладки в Государственное хранилище 5630 образцов.

За эти годы силами отделов растительных ресурсов изучено 20330 образцов. Проведено комплексное изучение совместно с лабораториями ВОС ВИР 10758 образцов и в результате выделены 1128 источников хозяйственно-

ценных признаков, которые переданы в ВИР. В селекционные центры страны отправлены 699 источников хозяйственно-ценных признаков для включения их в селекционный процесс.

В научной печати опубликованы 328 статей. Сделаны 1875 выездов в хозяйства Волгоградской и других областей страны для оказания научно-методической помощи по различным вопросам сельскохозяйственного производства. Прочитаны на совещаниях, конференциях, семинарах 1432 лекции и докладов для 42196 слушателей. Проведено 52 областных и районных семинаров по овощеводству и плодоводству.

В процессе первичного семеноводства произведено 4577 кг суперэлиты овощных культур. За эти годы районировано 15 сортов овощных и 4 сорта плодовых культур.

Научные достижения станции за 75 лет ее существования освещены в более чем 750 научных статьях, 11 выпусках трудов станции и трех бюллетенях ВИР. Коллективом научных сотрудников станции написаны две книги по овощеводству, восемь книг по садоводству, большое число брошюр, рекомендаций и методических указаний. Научными сотрудниками станции защищены четыре докторские и 25 кандидатских диссертаций.

Ученые станции систематически, через печать, радио и телевидение пропагандируют достижения науки, участвуют в районных и областных выставках. На международной выставке «Зеленая неделя» в 2004, 2006 и 2006 гг. (Берлин) и Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2001, 2002 и 2006 гг. (Москва) станция награждалась грамотами и дипломами.

Славилась Волгоградская опытная станция своим экспериментальным хозяйством. Например, в 1987 г., когда на станции работали более 600 человек, численность тракторного парка составляла 80 единиц техники, грузовых автомобилей - 50, а посевные площади занимали 600 га, было получено 8,1 т семян овощных культур, собрано 3852 т овощей, 85 т плодовых культур, заготовлено 420 т сенажа, заложено 3000 т силоса, выращено и продано 17000 саженцев плодово-ягодных культур. поголовье крупного рогатого скота составляло 720 голов, из них 232 дойные коровы давали по 3360 кг молока в год. Рентабельность производства в 1987 году превышала 66%.

К сожалению, сейчас для станции наступили не лучшие времена. Но будем надеяться, что сотрудники станции преодолению все трудности и внесут достойный вклад в приумножение и развитие научных традиций основоположника ВИР – Николая Ивановича Вавилова.

ДОЛГОСРОЧНОЕ ХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

LONG –TERM PRESERVATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ И КРИОКОНСЕРВАЦИИ ГЕНОФОНДА РАСТЕНИЙ В ВИР ИМЕНИ Н.И.ВАВИЛОВА

Г.И. Филипенко

Длительное и среднесрочное хранение семян при низкой температуре является безопасным и относительно недорогим методом сохранения генетических ресурсов растений. Система низкотемпературного хранения генетических ресурсов растений начала создаваться в ВИР в 50-х годах прошлого века. В 1976 г. на Кубанской опытной станции института было построено Национальное хранилище, предназначенное для хранения базовой коллекции семян. В камерах для хранения семян поддерживается температура +4°C. Семена упакованы в герметизированные стеклянные бутылочки. В настоящее время в Национальном хранилище хранится более 260 тысяч образцов семян культурных растений и их диких родичей.

Современные низкотемпературные хранилища были построены в зданиях ВИР в Санкт-Петербурге в 2000 г. В двух камерах для хранения семян (объем 437 м³) поддерживается температура +4°C, в трех других (объем 434 м³) –10°C. Семена герметично упакованы в ламинированные фольговые пакеты или стеклянные бутылочки. Сейчас в современных низкотемпературных хранилищах в Санкт-Петербурге хранится более 160 тысяч образцов семян активной коллекции и 20 тысяч образцов семян базовой коллекции семян.

Недавно в ВИР было установлено криогенное оборудование, что позволило начать работы по криоконсервации. В настоящее время 198 образцов пыльцы и 78 образцов черенков плодовых и ягодных культур хранятся в парах жидкого азота. 658 образцов черенков хранятся при низкой температуре.

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF LOW-TEMPERATURE STORAGE AND CRYOPRESERVATION OF PLANT GENETIC RESOURCES AT VIR

Filipenko G.I.

Long-term and medium-term storages of seeds at low temperature serve as a safe and relatively inexpensive method of plant genetic resources conservation. The system of PGR low-temperature storage at VIR began to be created in 50-th years of last century. In order to preserve base seed collections, the National Seed Store was constructed at Kuban Experiment Station in 1976. The temperature inside storage chambers of the National Seed Store is +4°C. Seeds are putted into glass bottles and sealed. At present more than 260 000 seed samples of cultivated plants and their wild relatives are maintained at the National Seed Store.

Modern low-temperature stores were constructed at main buildings of VIR in Saint – Petersburg in 2000. The temperature inside two of storage chambers (volume 437 m³) is +4°C, and inside another three (volume 434 m³) is –10°C. Seeds are stored in laminated aluminum foil bags or glass bottles. Nowadays more than 160000 samples of active seed collections and more than 20000 samples of base seed collections are preserved at modern low-temperature stores in Saint – Petersburg.

Cryogenic facilities have been recently installed at VIR and they are available for future developing cryopreservation. At present pollen samples of 198 accessions and shoots samples of 78 accessions of fruit and berries crops are stored in steam of liquid nitrogen. Shoots samples of 658 accessions of fruit and berries crops are stored at low temperatures.

По данным XVI Международного ботанического конгресса (США, август 1999 г.), примерно треть из существующих на планете высших цветковых растений может исчезнуть к середине XXI века [14]. Сокращение мировых генетических ресурсов растений создает угрозу продовольственной безопасности всей Земли. В ГНУ ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И. Вавилова (ВИР) собрана богатейшая коллекция растений, в которой широко представлено их мировое разнообразие. Сам Николай Иванович Вавилов в своих работах и выступлениях неоднократно говорил о роли коллекции ВИР в развитии сельского хозяйства нашей страны и о необходимости сохранения всего собранного. В частности, в 1936 г. в статье «Пути советской растениеводческой науки» Н.И. Вавилов писал: «...в нашей работе, учитывая горький опыт США, ими ныне признаваемый, приходится быть более дальновидным, так как то, что не нужно сегодня, может понадобиться завтра...» [5].

Сохранение столь обширной коллекции представляет значительные трудности. Большая ее часть, сейчас примерно 290 тысяч образцов, хранится в виде семян. Еще в давние времена, когда люди только начали заниматься земледелием, было замечено, что семена для последующего посева лучше всего хранятся в сухом, прохладном, затемненном месте, куда ограничен доступ воздуха. Таким образом, относительная влажность воздуха и влажность семян, температура в хранилище, освещенность и аэрация являются основными факторами, влияющими на сохранность семян при хранении. Однако механизм действия этих факторов на их жизнеспособность начали изучать только в XX веке [11, 15]. Кроме того, долговечность семян при хранении зависит от их видовых особенностей, и это тоже нужно учитывать при организации их хранения. В начале XX века

Юоatom было предложено разделить семена по продолжительности их жизни в условиях, которые он принимал за оптимальные, на три группы. Микробиотиками он назвал семена, продолжительность жизни которых не превышает 3 лет, мезобиотиками – семена с продолжительностью жизни от 3 до 15 лет и макробиотиками – семена с продолжительностью жизни от 15 до 100 лет и больше [2]. Сейчас, при использовании современных технологий хранения, продолжительность жизни семян всех групп значительно увеличилась, но соотношение между группами сохраняется.

Первое время образцы семян коллекции ВИР хранили только в неконтролируемых условиях: в бумажных пакетах, помещенных в жестяные коробки, прямо в лабораторных помещениях. При таком способе хранения влажность семян снижается на 2-4% по сравнению с первоначальной. Всхожесть семян в лабораторных условиях падает довольно быстро, их приходится пересевать каждые 3-5-7 лет, в зависимости от видовых особенностей. На коллективы отделов растительных ресурсов и опытных станций института ежегодно ложится огромная нагрузка, связанная с выращиванием новых репродукций десятков тысяч образцов. Частые пересевы не только требуют больших экономических затрат, но и несут опасность механического и биологического засорения, а также возможность утраты образцов под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды.

В связи с этим в 50-х годах двадцатого столетия назрела серьезная необходимость пересмотра принципов работы с коллекцией семян. Встал вопрос об организации длительного хранения образцов. Ее организации предшествовало проведение методических работ. В ВИРе в 50-е годы были заложены опыты по длительному хранению семян образцов коллекции [18]. В опыт было включено 1107 образцов 223 сортов 57 культур. Изучалось влияние на долговечность семян видовых и сортовых особенностей, степени спелости, исходной всхожести и влажности, вида упаковки. Определения всхожести проводили ежегодно. Уже после первых проверок было выявлено преимущество хранения семян, подсушенных до влажности ниже 10%, в герметичной упаковке [10]. На основании полученных результатов был организован перевод части коллекции на хранение в контролируемых, но нерегулируемых условиях. В середине 50-х годов было создано Холодное хранилище ВИР, которое разместилось на ул. Герцена (сейчас Б. Морская), 44. Это было нежилое помещение, в котором температура колебалась от +12 до + 20°C (после реконструкции 1969 г. до 90-х гг. поддерживалась температура +5 - +7°C), влажность воздуха не регулировалась. Семена хранили после подсушивания в герметически закрытой стеклянной таре. В общей сложности в хранилище было заложено более 120000 образцов семян, представлявших собой дублетный фонд, рассчитанный на более длительное хранение семян, чем в обычных условиях, и служивший для восстановления активной коллекции.

В 2000-2001 гг. была проведена ревизия дублетной коллекции, в ходе которой многие отделы обнаружили образцы, нигде более не

сохранившиеся и имевшие достаточно высокую всхожесть. Сотрудники лаборатории длительного хранения генофонда растений изучили всхожесть образцов, оставшихся от опытов, заложенных в дублетном хранилище в 50-70-е годы. Всего было проанализировано 2273 образца. 594 из них имели всхожесть выше 50%. 970 образцов семян были перезаложены на низкотемпературное хранение. Дальнейший мониторинг их всхожести позволит расширить представления о сроках жизни семян.

На материале, полученном при инвентаризации дублетного хранилища, был проведен ряд работ по изучению влияния длительного хранения семян на сортовые качества сельскохозяйственных растений. Сравнительный анализ биотипного состава у образцов ячменя, свеклы, капусты белокочанной разных лет репродукции подтвердил предположение, что при частом пересеве образцов происходит их биологическое засорение (возможно, в результате перекрестного опыления) и увеличивается вероятность технических ошибок (замена одного образца другим), а также происходит естественное изменение соотношения биотипов в полиморфных образцах, что в конечном итоге может привести к потере ценных генотипов в коллекции. Длительное хранение коллекционных образцов имеет очевидные преимущества: оно предотвращает возможность механического засорения и переопыления, а также позволяет сохранить целостность полиморфных сортов [13, 4]. На образцах пшеницы, овса было показано, что даже если всхожесть образца падает до единичных процентов, ее можно восстановить. При этом в потомстве растений, выращенных из длительно хранившихся семян, не было обнаружено отличий по морфологическим признакам, продуктивности, устойчивости к полеганию, устойчивости к болезням и вредителям от контрольных растений, выращенных из свежих семян [16, 17].

Дублетное хранилище не могло решить проблемы длительного хранения коллекции ВИР, объем которой постоянно увеличивался. В 1976 г. на Кубанской опытной станции института было построено Государственное хранилище, предназначенное для хранения базовой коллекции ВИР в контролируемых условиях. В США генетический банк был организован несколько раньше - в 1958 г., в Японии в 1976 г., в Турции и в Скандинавских странах в 1978 г. [15]. В настоящее время в мире насчитывается более 1600 Генбанков растений.

Проектом Государственного хранилища было предусмотрено хранение образцов семян в герметически закрытых стеклянных контейнерах в камерах с нерегулируемой влажностью воздуха при температуре +4°C. Всего имеется 24 камеры. Они расположены на двух подземных этажах хранилища. Общая его расчетная емкость – 400000 образцов. Закладка образцов в Государственное хранилище была начата в соответствии с инструкцией, составленной в 1971 г. в лаборатории семеноведения института на основании результатов опытов по длительному хранению образцов коллекции. В инструкции были определены требования, предъявляемые к семенам образцов коллекции, идущим на закладку. Они

должны быть физиологически зрелыми, нетравмированными, свободными от болезней и вредителей, выращенными в оптимальных условиях, с высокой всхожестью и оптимальной влажностью. В 1981 г. вышли методические указания по длительному хранению семян образцов коллекции ВИР под редакцией проф. Н.Г. Хорошайлова [12]. В этих указаниях особо была подчеркнута роль исходной влажности семян в сохранении ими жизнеспособности при хранении, определены ее оптимальные значения для разных групп культур.

Долгое время закладка мировой коллекции ВИР в Государственное хранилище шла вполне успешно. К середине 90-х гг. в него было заложено около 70% образцов базовой коллекции семян. Однако Государственное хранилище изначально было обременено недоделками, несовершенной системой охлаждения. Начались сбои в режиме хранения. Темпы закладки образцов семян в Государственное хранилище в 90-е годы резко снизились. Стало ясно, что будет удобнее и экономически выгоднее, если базовая коллекция ВИР будет храниться в Санкт-Петербурге. Тем не менее, в 1994-97 гг. была проведена реконструкция здания и технологического оборудования Государственного хранилища, направленная на поддержание заданного режима хранения.

В настоящее время в Кубанском филиале Генбанка ВИР на длительном хранении находятся 184648 образцов (уникальных — 174745), дублетном — 53473, оперативном — 13994, в других научных учреждениях — 16532; всего - 268647 образцов (отчет за 2006 г.).

90-е годы XX века стали для ВИРа трудным временем. В условиях экономической нестабильности пересев примерно 30000 образцов ежегодно оказался для института непосильным экономическим бременем. В это же время дублетное хранилище ВИР пришло в негодность и нуждалось в капитальном ремонте. Чтобы исправить положение дел, требовалось принять экстренные меры.

В 1995 г. началась закладка базовой коллекции ВИР в институте в холодильные камеры, полученные в качестве гуманитарной помощи (температура хранения -18°C и -10°C). В 1997 г. была организована временная консервация генофонда, получившая в институте название оперативного хранения, направленная на то, чтобы перевести в контролируемые условия хранения образцы семян, незаложенные на хранение в условиях низких температур. Образцы закладывали в морозильные камеры в Пушкине (также гуманитарная помощь) при -10°C и в Государственном хранилище при $+4^{\circ}\text{C}$ даже без проверки всхожести. Всего было передано на оперативное хранение 57737 образцов. Эти образцы должны быть постепенно пересеяны и заложены на длительное хранение. Однако это были временные меры, направленные на спасение коллекции.

В 1999 г. была разработана долгосрочная программа развития системы хранения генетических ресурсов растений в ВИРе, предусматривающая создание в Центре хранилища коллекции семян, удовлетворяющей

современным требованиям к генетическим банкам растений, формирование единой технологической цепочки обработки, хранения и распространения образцов семян. Современные требования к генетическим банкам растений изложены в Стандартах для генбанков [3], разработанных Советом ФАО по экологии и генетическим ресурсам и IPGRI. Стандарты основаны на многолетних экспериментальных данных, а также практических рекомендациях по длительному хранению семян, изложенных в публикациях многих зарубежных и отечественных исследователей. Первое издание стандартов для генетических банков вышло в 1974 г. В дальнейшем эти стандарты постоянно дорабатывали и переиздавали.

Согласно стандартам коллекции генетических банков растений принято подразделять на три типа: базовые, активные, дублетные.

Как правило, семена из базовых коллекций не предоставляют непосредственно пользователям. Материал из них берут только для восстановления образца, когда жизнеспособность семян снижается ниже допустимого уровня, или когда образец не может быть получен ни из какого другого источника. Базовая коллекция – «золотой фонд» генетического банка растений.

Активные коллекции содержат образцы, которые служат для восстановления, размножения, рассылки, изучения и т.д.

Дублетные коллекции представляют собой дублетные образцы базовой коллекции, которые хранят отдельно от нее, чтобы увеличить надежность хранения.

Термины «базовая» или «активная» коллекция не являются синонимами условий хранения образцов. Однако обычно базовые коллекции хранят в условиях, обеспечивающих их длительное хранение (long-term conservation). Допустимые условия длительного хранения семян: температура около 0°C и ниже, влажность семян 3 – 7 %. Предпочтительные условия длительного хранения: -18°C или ниже, влажность семян 3 – 7 %.

Активные коллекции хранят в более мягких условиях, что связано, в основном, с экономическими причинами и, отчасти, с удобством пользования. Такие условия обеспечивают среднесрочное хранение коллекций (medium-term conservation) обычно не менее 10-20 лет со всхожестью не ниже 65% от ее первоначального значения.

В соответствии с долгосрочной программой развития системы хранения генетических ресурсов растений в ВИРе в здании 42 по ул. Б.Морской были смонтированы три камеры объемом 50, 50, 334 м³. Температура в этих камерах поддерживается на уровне -10°C, семена в них хранятся после подсушивания в запаянных фольговых ламинированных пакетах. Одна из камер объемом 50 м³ предназначена для среднесрочного хранения образцов активной коллекции культур-микробиотиков. В две другие камеры закладывают на длительное хранение

образцы базовой коллекции. Кроме того, сюда были перезаложены не востребуемые пока образцы, сданные на оперативное хранение в 1997-1999 гг. Пушкинский низкотемпературный комплекс в настоящее время зарезервирован.

В здании 44 по ул. Б.Морской были собраны две камеры объемом 218 м³ с температурой +4 °С, предназначенные для среднесрочного хранения образцов активной коллекции. В качестве упаковки используется стеклянная тара и полиэтиленовые пакеты. Перевод части активной коллекции образцов семян ВИР на низкотемпературное хранение позволит уменьшить число ежегодно пересеваемых образцов и, тем самым, облегчит труд кураторов, освободит время, которое они смогут посвятить изучению коллекции.

Таким образом, в зданиях ВИР в центре Санкт-Петербурга созданы условия для длительного хранения базовой коллекции и среднесрочного хранения большей части активной коллекции, соответствующие мировым требованиям. Особенно важно, что подсушивание семян перед хранением проводится методом низкотемпературной сушки, для чего используют две камеры, в которых поддерживается температура 20°С и относительная влажность воздуха 12%. Это позволяет подсушить семена до 3-7% влажности без снижения их всхожести.

За 6 лет в новые низкотемпературные хранилища было заложено более 180 тысяч образцов мировой коллекции ВИР (табл.1).

Таблица 1. Закладка образцов семян мировой коллекции ВИР в новые низкотемпературные хранилища (по данным на 31.12.2006)

№ п./п.	Отдел ГРР	Находится на хранении в в ВИР-Центре (31.12.06)		
		среднесрочное при +4°С	среднесрочное при -10°С	длительное при -10°С
1	2	3	4	5
1.	Пшениц	10247	6925	2051
2.	Овса, ржи и ячменя	8565	9038	3733
3.	Крупяных культур	21440	6782	2096
4.	Зерновых бобовых	21598	12473	2371
5.	Овощных и бахчевых	13293	10053	4343
6.	Масличных и прядильных культур	12660	9880	3408
7.	Многолетних кормовых	4672	12493	2156
8.	Картофеля	-	1336	510
9.	Плодовых культур	-	653	107
10.	ЛДХГР	-	-	970
Всего на среднесрочном хранении		162108		
Всего на длительном хранении		21745		
Всего		183853		

К сожалению, значительная часть образцов активной коллекции до сих пор хранится еще в лабораторных условиях. Часть базовой коллекции ВИР хранится в Государственном хранилище, имеющем сейчас статус Кубанского филиала Генбанка. Условия в нем следует признать допустимыми, но не оптимальными для хранения базовой коллекции семян.

Дублетные коллекции расположены на станциях института и дублируют базовые коллекции. Размещение дублетных коллекций по станциям осуществляется по принципу эколого-географического происхождения образцов. По международным стандартам условия хранения дублетных коллекций должны обеспечивать сохранность материала в течение длительного срока и быть такими же, как и условия хранения базовых коллекций. На станциях ВИР дублетные коллекции хранятся в нерегулируемых условиях, и их поддерживают в живом виде за счет частых пересевов.

Современный генбанк не мыслим без использования современной технологии криоконсервации генофонда растений. Составной частью Генбанка ВИР является биокриокомплекс, предназначенный для длительного хранения биоматериалов (50 лет и более) в специализированных емкостях в парах жидкого азота при температуре от -196 до -100°C . Криогенный банк-хранилище расположен в переоборудованных подвальных помещениях здания 42 по ул. Б. Морской и состоит из 4-х основных блоков: машинного зала, помещения для 8 емкостей-хранилищ (ХБ - $0,5\text{м}^3$), комнаты автоматического управления и криолаборатории. Необходимым дополнением к биокриокомплексу является ресивер и система вентиляции во всех рабочих помещениях. Расчетная емкость криохранилища 80-100 тыс. образцов.

Использование криоконсервации особенно перспективно для сохранения генофонда плодовых и ягодных культур, которые из-за высокой гетерозиготности не могут быть размножены семенами. При температуре жидкого азота все процессы метаболизма в живых клетках практически прекращаются, в таком состоянии биологические объекты (почки, культура тканей, семена и т.д.) могут находиться бесконечно долго [6]. Трудность состоит в разработке режимов замораживания и оттаивания, при которых может происходить повреждение клеточных мембран и органелл кристаллами льда [1]. В настоящее время методы криоконсервации разработаны для сравнительно узкого круга культур растений. Для многих видов лимитирующими факторами остаются низкая жизнеспособность и низкая регенерационная способность растений регенерантов из тканей, прошедших замораживание.

Группа криоконсервации, образованная в рамках лаборатории длительного хранения генофонда растений в 2000 г., занимается разработкой методик низкотемпературного хранения и криоконсервации пыльцы, черенков, в некоторых случаях семян вегетативно размножаемых культур. Отработаны основные методические моменты криоконсервации

пыльцы яблони, вишни, земляники и сливы, семян диких видов яблони, груши, и картофеля, а также низкотемпературного хранения вегетативных побегов яблони, груши, вишни, сливы, смородины, крыжовника, ирги, семян груши и ежевики, пыльцы яблони. По чисто техническим причинам, только после приобретения программного замораживателя в последние годы предыдущей пятилетки началась интенсивная разработка методик криоконсервации черенков и почек плодовых культур. Первыми объектами стали вегетативные побеги черной смородины, яблони, жимолости. Определены оптимальные сроки отбора материала, подобраны режимы замораживания-оттаивания, отработаны методики контроля жизнеспособности образцов после низкотемпературного и криогенного хранения. Результаты исследований подробно отражены в годовых отчетах и публикациях [9, 7, 8]. Проведенные разработки позволили начать создание дублетной коллекции ценных образцов коллекции плодовых и ягодных культур, хранящейся в условиях низких и сверхнизких температур. На низкотемпературное хранение было заложено 658 образцов черенков плодовых и ягодных культур. Кроме того, в ходе общей приемки на низкотемпературное хранение было заложено 1120 образцов семян картофеля и плодовых культур. На хранение в парах жидкого азота заложено 198 образцов пыльцы и 78 образцов черенков плодовых и ягодных культур (отчет 2006 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Benson E.E. Plant conservation biotechnology. University of Abertay, UK, 1999. 309p.
2. Ewart A.J. On the longevity of seeds.- Proc. Roy.Soc.,Victoria, 1908, vol.21, part 1. 1-210 p.
3. Genebank standarts (FAO/ IPGRI 1994).
4. Алматыева Н.В., Губарева Н.К., Пендинен Г.И, Филипенко Г.И. Контроль генетической целостности коллекций растительных ресурсов, поддерживаемых ex situ . 3-й съезд ВОГиС, 2004, т.1
5. Вавилов Н.И. Избранные труды в пяти томах, «Наука», М.-Л., 1965, т.5. стр. 652.
6. Вепринцев Б.Н., Ротт Н.Н. Проблема сохранения генофонда. М. Знание.1985. 63с.
7. Вержук В.Г., Сафина Г.Ф., Тихонова Н.А., Шубин Н.А. Жизнеспособность побегов и пыльцы плодовых культур при действии низкой и сверхнизкой температуры. Сельскохозяйственная биология. 2005, № 3. С. 50-54.
8. Вержук В.Г., Тихонова Н.Г., Радченко О.Е. Криохранение плодовых культур на примере пыльцы сливы – *Prunus domestica* L. 1V Международный симпозиум “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”. Москва. Т. 1. 2005. С. 219-221.
9. Вержук В.Г., Шубин Н.А. Проблемы криоконсервации растений сельскохозяйственных культур в современный период. Тезисы доклада международной научно-практической конференции ”Генетические ресурсы культурных растений”. Санкт-Петербург. 2001. с. 18-19.

10. *Гвоздева З.В.* Руководство по длительному хранению семян коллекционных образцов различных видов растений. Л. 1968. 59 с.
11. *Крокер, Л.Бартон.* Физиология семян. М. Изд. Ин. лит., 1955. 389 с.
12. *Методические указания по длительному хранению семян.* под ред. Хорошайлова Н.Г., Л., 1981, 86 с.
13. *Морозова А.П.* Качество семян коллекционных образцов капусты белокочанной и свеклы при длительном хранении семян. Научно-информ. бюлл. ВИР, 2001. вып. 240. С. 59-61.
14. *Попов А.С., Никишина Т.В., Высоцкая О.Н., Попова Е.В.* Способы криосохранения и криобанк клеток, меристем и семян растений. Цитология. 2004. Т.46, № 9, с. 839-841. Матер. междунар. конф. "Сохранение генетических ресурсов" (С-Пб, 19-22 октября 2004 г.).
15. *Робертс Е.Г.* Жизнеспособность семян. Пер. с англ. Н.А.Емельяновой; под ред. М.К.Фирсовой. М., Колос. 414 с.
16. *Филипенко Г.И.* Влияние длительного хранения семян на всхожесть и сортовые качества пшеницы. Бюлл. ВИР. Л. 1985. вып.152. С. 23-26.
17. *Филипенко Г.И., Забегаева О.Н.* Опыт длительного низкотемпературного хранения семян коллекции овса во Всероссийском институте растениеводства им. Н.И.Вавилова. Цитология. 2004. Т.46, № 10, С. 872-873. Матер. Междунар. Конф. "Сохранение генетических ресурсов" (С-Пб, 19-22 октября 2004 г.).
18. *Хорошайлов Н.Г., Жукова Н.В.* Длительное хранение семян мировой коллекции ВИР. Бюлл. ВИР. 1978. Вып. 77.

СТРАТЕГИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА ВЕГЕТАТИВНО РАЗМНОЖАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

**Т.А. Гавриленко, С.Е. Дунаева, Э.В. Трускннов, О.Ю. Антонова, Г.И.
Пендинен, Ю.В. Лупышева; В.В. Роговая, Н.А. Швачко**

В настоящее время генбанки сохраняют генетическое разнообразие вегетативно размножаемых растений в естественных условиях (полевые коллекции), при сверхнизких температурах (криоколлекции) и в условиях *in vitro*. В крупных генбанках имеются все три системы хранения, поскольку каждая из них имеет свои преимущества и недостатки, и только их совместное использование может обеспечить надежное долгосрочное хранение генофонда вегетативно размножаемых культур. Долгосрочное хранение обеспечивают базовые коллекции, включающие полевые и криоколлекции. Наряду с полевыми, коллекции *in vitro* создаются как часть активных и дублетных коллекций и служат основой для создания криоколлекций. Активные коллекции вегетативно размножаемых растений включают полевые и *in vitro* коллекции которые сохраняются в условиях среднесрочного хранения. Современная стратегия хранения образцов вегетативно размножаемых растений в контролируемых условиях среды включает следующие этапы: оздоровление, введение в культуру *in vitro*, индексацию наличия фитопатогенов в микрорастениях, микроразмножение, генотипирование образцов, среднесрочное сохранение активных *in vitro* коллекций и закладку образцов на долгосрочное криохранение. Необходимо отметить, что круг культур, для которых разработан весь комплекс перечисленных выше методов, достаточно ограничен. Для долгосрочного и надежного сохранения агробιοразнообразия вегетативно размножаемых растений необходима дальнейшая разработка теории и методов *in vitro* и криохранения. В статье анализируется опыт сохранения генетического разнообразия вегетативно размножаемых культур в различных генбанках мира, включая ГНУ ГНЦ РФ ВИР им. Н.И. Вавилова.

A STRATEGY OF LONG-TERM CONSERVATION OF VEGETATIVELY PROPAGATED CROPS UNDER CONTROLLED CONDITIONS

**Gavrilenko T.A., Dunayeva S.E., Truskinov E.V., Antonova O.Y., Pendinen G.I.,
Lupysheva J.V., Rogovaya V.V., N.A. Shvachko**

Germplasm of vegetatively propagated crops is maintained at modern genebanks in the field, *in vitro* and cryocollections. Each method (field-, *in vitro*- and cryopreservation) has both advantages and disadvantages. By combining these preservation methods, safe long-term conservation of vegetatively propagated plants could be ensured. Base collections (which include field and cryocollections) provide long-term conservation of clonal plant germplasm. Active collections (which include field and *in vitro* collections) provide medium-term conservation. The modern strategy of clonally propagated crops conservation under the controlled conditions includes: elimination of viral and bacterial diseases, establishment of *in vitro* culture, virus indexing, micropropagation, genotyping, medium-term *in vitro* storage and long-term storage of cryocollections. However, protocols for all these methods have been elaborated for a limited number of plant species. Long-term conservation of agrobiodiversity of vegetatively propagated plants needs the theory and methods of *in vitro* and cryopreservation

to be further developed. The experience of germplasm conservation by a range of genebanks in the world, including the N.I. Vavilov Institute of Plant Industry, is discussed.

Впервые идея необходимости сбора и сохранения генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей была выдвинута в начале XX века Н.И. Вавиловым, 120-летие которого мировая научная общественность отмечает в 2007 г. К концу XX века коллекции генбанков, превратившихся в центры сохранения агробиоразнообразия насчитывали более чем 1,5 млн образцов. В настоящее время масштаб мировой экспедиционной деятельности существенно ограничен в связи со вступлением в силу международной Конвенции о биоразнообразии, согласно которой страны мира обладают суверенными правами на свои генетические ресурсы и соответственно имеют право на компенсацию при их сборе и использовании представителями другой страны. Кроме того, проблема сбора и сохранения генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей приобретает особую актуальность на фоне ускорения их генетической эрозии по причине деградации окружающей среды, стихийных бедствий, вытеснения сортов народной селекции. В связи с этим возрастает роль коллекций, сосредоточенных в национальных и международных генбанках.

Структура коллекций в генетических банках растений

В настоящее время коллекции генетических ресурсов растений принято подразделять на три типа: базовые, активные и дублетные. Базовые коллекции сохраняют в условиях, обеспечивающих их долгосрочное хранение (long-term conservation); доступ к ним предельно ограничен. Активные (рабочие) коллекции служат для восстановления, размножения, рассылки, изучения образцов и сохраняются в условиях среднесрочного хранения (medium-term conservation). Дублетные коллекции хранят отдельно от базовой коллекции с целью повышения надежности хранения.

Применительно к коллекциям вегетативно размножаемых растений различают базовые коллекции, включающие образцы, сохраняемые в естественных условиях (полевые коллекции) и образцы, заложенные на долгосрочное хранение при сверхнизких температурах (-196°C) (криоколлекции) [53]. Кριοколлекции создаются на основе двух подходов: (а) для криоконсервации используют непосредственно образцы полевых коллекций (методы апробированы для небольшого числа видов) и (б) для криоконсервации используют экспланты образцов *in vitro* коллекций. В последнем случае создаются базовые *in vitro* коллекции - IVBG (the *in vitro* base genebank) [26, 57]. Преимуществом IVBG является возможность долгосрочного хранения эксплантов оздоровленных растений. Активные (рабочие) коллекции вегетативно размножаемых растений включают полевые и *in vitro* коллекции IVAG (the *in vitro* active genebank). IVAG поддерживают при низких положительных температурах, обеспечивающих

среднесрочное хранение (medium-term conservation). Наряду с полевыми, коллекции *in vitro* создаются как часть активных и дублетных коллекций [53].

Состав и размер *in vitro* и криоколлекций определяются необходимостью оздоровления, размножения и дублирования наиболее ценных образцов полевой коллекции, а также запросами по международному обмену. При формировании *in vitro* коллекций приоритет отдается генофонду аборигенных и стародавних сортов, селекционно-ценным образцам диких родичей, уникальным экземплярам, а также образцам полевой коллекции, пораженным фитопатогенами. Образцы стержневых коллекций (core-collections), в которых максимально представлено генетическое разнообразие вида при минимизации числа образцов, обязательно сохраняются с использованием всех трех систем хранения - в естественных условиях, *in vitro* и при сверхнизких температурах.

В крупных мировых генбанках имеются все три системы хранения вегетативно размножаемых растений, поскольку каждая из них имеет свои преимущества и недостатки (табл. 1). Методы сохранения генофонда в полевых, *in vitro* и криоколлекциях взаимно дополняют друг друга, и только их совместное использование может обеспечить надежное долгосрочное хранение генетического разнообразия вегетативно размножаемых культур. По сравнению с полевыми коллекциями, *in vitro* и криоколлекции, как правило, более малочисленны (табл. 2). По данным ФАО, образцы вегетативно размножаемых культур составляют не более 10% от общего объема сохраняемых в генбанках образцов. При этом в коллекциях *in vitro* к концу 90-х годов сохранялось около 38000 образцов [50]. Следует отметить, что в настоящее время пересылку образцов рекомендуется проводить только семенами или в культуре *in vitro* [51, 52], так как особая компактность и изолированность пробирочных растений очень удобна для интродукции и обмена материала в любое время года, и удовлетворяет карантинным допускам, поскольку предотвращает перенос карантинных объектов с пересылаемым растительным материалом.

Создание активных *in vitro* коллекций (IVAG)

Для создания *in vitro* коллекций отбирают внешне здоровые растения полевых коллекций, которые являются источником эксплантов, вводимых в культуру *in vitro* (апексы побегов или меристемы). Отобранные растения тестируют на наличие вирусных, виroidных, микоплазменных и бактериальных инфекций. Для выявления этих патогенов применяют методы ПЦР-диагностики, молекулярной гибридизации, иммуноферментного анализа [5, 10]. Для обнаружения и идентификации бактериальных инфекций дополнительно используют микробиологические методы [42, 43]. Введение в культуру *in vitro* образцов полевых коллекций, представленных свободными от патогенов растениями, является наиболее

эффективным и низкозатратным способом создания IVAG. Для образцов, пораженных вирусными или бактериальными инфекциями, рекомендуется

проводить оздоровление. Растения, зараженные виридами, невозможно оздоровить, их элиминируют из коллекций.

Таблица 1. Способы сохранения генетического разнообразия вегетативно размножаемых растений – преимущества и недостатки

Способ	Преимущества	Недостатки
Естественные условия - полевые коллекции	1. Возможность изучения коллекций и возможность использования генофонда в селекционных и генетических программах.	1. Высокая вероятность потери образцов в результате накопления фитопатогенов, воздействия стрессовых абиотических факторов, урбанизации. 2. Требуют больших площадей. Высокая стоимость поддержания полевых коллекций; достаточно трудоемкие методы.
Хранение <i>in vitro</i>	1. Изоляция от патогенов и стрессовых факторов среды. 2. Компактность коллекции. 3. Освобождение от инфекций и оздоровление. 4. Удобная форма обмена. 5. Возможность массового и ускоренного размножения независимо от времени года. 6. Коллекции сохраняются в контролируемых условиях среды.	1. Относительно ограниченные сроки беспересадочного хранения. 2. Необходимо достаточно дорогостоящее оборудование. 3. Не исключена возможность генетических изменений при длительном хранении (необходимы дополнительные исследования). Риск утраты образцов в результате инфекции достаточно высок.
Крио-хранение	1. Изоляция от патогенов и стрессовых факторов среды. 2. Компактность коллекции. 3. Теоретически неограниченно долгий период хранения. 4. Теоретически минимальный уровень генетических изменений (необходимы дополнительные исследования). 5. Коллекции поддерживаются в	1. Узкий круг культур, для которых разработаны методы надежного криохранения. 2. Необходимо достаточно дорогостоящее оборудование. 3. Риск потери образцов в результате нарушения условий хранения достаточно высок. 4. Высокая стоимость закладки образцов на криогенное хранение.

	контролируемых условиях среды. Низкая стоимость хранения образцов при сверхнизких температурах.	
--	--	--

Растения, пораженные вирусными инфекциями, подвергают суховоздушной термотерапии для освобождения от термолабильных вирусов. Отросшие после термообработки молодые побеги используют для повторного тестирования на наличие вирусов. В том случае, если растения свободны от вирусной инфекции, в культуру *in vitro* вводят почки размером около 1 мм. Если растительный материал несет в себе вирусы, то для освобождения от них используют культуру изолированных апикальных меристем, уменьшая размер экспланта до 0,3 – 0,2 мм (меристема с одной парой листовых зачатков-примордиев) [39]. Мериклоны (микрорастения, полученные из меристем в культуре *in vitro*) повторно тестируют на присутствие различных патогенов, прежде чем переходить к их микроразмножению. Если не удастся освободиться от тестируемых вирусов с помощью культуры изолированных апикальных меристем, используют методы химиотерапии, основанные на введении в питательные среды химических веществ, ингибирующих развитие вирусов в растениях. Наиболее часто с этой целью употребляют химический рибавирин (виразол) (1-β-D-ribofuranosyl-1,2,4-triazole-3-carboxamide) [39]. В литературе имеются данные об антивирусных эффектах фенолкарбоновых кислот [8] и стероидных гликозидов [11].

Бактерии, ассоциированные с растениями, принадлежат более чем к 30 родам. Некоторые из них, например бактерии родов *Enterobacter* и *Bacillus*, являются патогенными исключительно в культуре *in vitro* (vitro parts) [6, 17]. Бактерии могут вызывать быструю гибель пробирочных растений, снижать их способность к микроразмножению и длительному хранению или находиться в латентном состоянии, пока не возникнут условия, благоприятные для их интенсивного размножения. При клональном микроразмножении растений часто возникает опасность появления в них внутренних бактериальных инфекций. В таком случае проводят антибактериальную химиотерапию, основанную на применении различных антибиотиков. Наиболее часто используются антибиотики: гентамицин, рифампицин, ампициллин, стрептомицин [38]. Длительное пребывание микрорастений на питательной среде с антибиотиками является нецелесообразным. Это может повысить вероятность возникновения генетических изменений, например, привести к появлению устойчивых к антибиотикам цитоплазматических мутантов. При длительном воздействии антибиотиков на бактерии также могут отбираться устойчивые штаммы, что снижает эффективность антибактериальной химиотерапии. Поэтому рекомендуется проводить предварительную идентификацию бактериальных инфекций, что позволяет выбирать наиболее эффективные антибиотики: широкого действия или комбинации специфических антибиотиков [17, 38,

42,]. Отсутствие бактериальных инфекций в микрорастениях проверяют методом отпечатков срезов стеблей на бактериальных средах. Свободные от бактериальных инфекций пробирочные растения являются основой для формирования IVAG и IVBG.

Создание активных (IVAG) и базовых (IVBG) *in vitro* коллекций

Основным методом поддержания *in vitro* коллекций является микроклональное размножение. Из известных способов микроклонального размножения растений (стимуляция развития пазушных почек, адвентивная регенерация, прямой соматический эмбриогенез и непрямой морфогенез) наиболее предпочтителен первый способ, поскольку главным требованием поддержания *in vitro* коллекций является генетическая идентичность размноженного материала. Стимуляция развития пазушных почек достигается либо удалением верхушечной почки (для растений с апикальным доминированием), либо введением цитокининов в питательные среды. Полученные микропобеги используют для дальнейшего микроразмножения, либо для укоренения. Для индукции корнеобразования микропобеги переносят на питательные среды с обедненным составом минеральных солей, либо на среды с добавлением ауксинов.

При хранении *in vitro* коллекций в оптимальных условиях роста (+20°C – +23°C) возникает необходимость частого переноса микрорастений на свежую питательную среду, что повышает стоимость хранения образцов и увеличивает риск инфицирования коллекций, особенно когда в работу вовлечены растения, не прошедшие тестирования на патогены. Для увеличения интервала между пассажами используют различные методы и приемы, основанные на замедлении роста пробирочных растений [4, 6]. Наиболее часто в качестве фактора, замедляющего рост растений, выступает пониженная температура в интервале от –1°C до +8°C (в зависимости от культуры) [38, 40, 53]. Для замедления роста *in vitro* растений некоторые исследователи изменяют фотопериод [45], снижают освещенность [9], снижают парциальное давление кислорода [15], модифицируют состав питательной среды [3, 40], используют разные материалы для закрытия пробирок или хранят образцы в полиэтиленовых запаянных пакетах вместо стеклянных пробирок [41].

Важным фактором продления срока беспересадочного хранения *in vitro* коллекций картофеля является способность растений образовывать микроклубни. Для стимулирования процесса клубнеобразования пробирочные растения переносят в условия укороченного светового дня (с 16-ти-часового светового режима - на 10-12-ти часовой). Кроме того, повышение концентрации сахарозы (40-60 г/л) в питательной среде также способствует стимуляции процесса клубнеобразования [12]. Учитывая естественный физиологический период покоя микроклубней, который искусственно продлевается за счет постоянного хранения образцов при низких положительных температурах (+2°- +5°C), а затем замедленное прорастание микроклубней в этих условиях, беспересадочный цикл хранения образцов можно продлить до 2-х- 3-х лет.

Выявлены видо- и сортоспецифичные эффекты, влияющие на

способность микрорастений к среднесрочному хранению [9, 45]. По данным генбанка США, средняя продолжительность беспересадочного *in vitro* хранения образцов различных ягодных культур колеблется от 1,2 до 2,8 лет [45].

Таблица 2. *In vitro* и криоколлекции основных вегетативно размножаемых сельскохозяйственных культур умеренного климата

Род	Страна и место хранения коллекции	Число образцов	Литература
<i>In vitro</i> коллекции			
<i>Solanum</i>	Перу (CIP)	7168	[25]
<i>Solanum</i>	Германия (IPK)	1350	[32]
<i>Solanum</i>	Россия (ВИР)	350	
<i>Allium</i>	Россия (ВИР)	20	
<i>Allium</i>	Германия (IPK)	372	[46]
<i>Fragaria</i>	США (NCGR)	более 300 (core-коллекция 153)	[30]
	Россия (ИФР)	50	[4]
	Россия (ВИР)	44	
<i>Rubus</i>	США (NCGR)	более 250 (core-коллекция 94)	[30]
	Франция (Beaucouze)	118	[21]
	Россия (ВИР)	110	
	Румыния (Pitesti-Maracineni)	56	[21]
	Словения (Ljubljana)	30	[21]
	Швейцария (Wadenswil)	20	[21]
	Англия (West Malling)	12	[21]
<i>Ribes</i>	США (NCGR)	101 (core-коллекция 53)	[30],[44]
<i>Vaccinium</i>	США (NCGR)	94	[44]
<i>Malus</i>	China (ChIP)	более 150	[44]
<i>Pyrus</i>	США (NCGR)	175	[44]
<i>Cerasus, Prunus</i>	Россия (ВИР)	63	
<i>Corylus</i>	США (NCGR)	33	[44]
Криоколлекции			
<i>Solanum, Allium</i>	Германия (IPK)	~1000 (IVBG)	[32]
<i>Solanum</i>	Перу (CIP)	355 (IVBG)	[31]
<i>Malus</i>	США (NSSL, Fort Collins)	2100, спящие почки	[37]
<i>Pyrus</i>	США (NCGR, Corvalis)	106, апексы побегов	[37]
<i>Morus</i>	NIAR, Япония	50, спящие почки	[37]

Аббревиатура в скобках:

(ВИР) – Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (Россия)

(ИФР) – Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева (Россия)

(ChIP) – Changli Institute of Pomology (Китай)

(CIP) – International Potato Center, Lima, Perú (Перу)

(IPK) – Institut für Pflanzengenetik und Pflanzenforschung (Германия)

(NCGR) – National Clonal Germplasm Repository (США)

(NSSL) – National Seed Storage Laboratory (США)

Согласно современной стратегии, долгосрочное хранение *in vitro* коллекций возможно на основе использования технологий криогенного хранения. Поскольку при температуре жидкого азота (-196°C) останавливаются все биохимические и физические процессы в клетках, криогенные технологии обеспечивают теоретически неограниченно долгое хранение растений. Свободные от патогенов образцы активных коллекций (IVAG) служат для создания базовых *in vitro* коллекции (IVBG). Процесс создания IVBG включает следующие этапы: замораживание, собственно хранение в жидком азоте, размораживание и контроль жизнеспособности образцов после хранения. При создании IVBG для криоконсервации используют экспланты, полученные из *in vitro* растений (меристемы; апексы побегов; конгломераты почек, полученные на средах с высоким содержанием цитокининов) [14, 37]. В настоящее время существует достаточно широкий набор методов для криоконсервации растительного материала: медленное замораживание (slow freezing), витрификация, инкапсуляция-дегидратация, «droplet-method» [23, 27, 37, 43, 49, 55]. Наиболее высокие показатели жизнеспособности криосохраняемого материала получены для ряда плодовых и ягодных культур при использовании методов витрификации и инкапсуляции-дегидратации [18, 27, 43, 55]; для картофеля, мяты, луков, чеснока – при использовании «droplet-method» [32, 49]. Кроме того, принадлежность образцов к определенному роду, виду и/или сорту также оказывает влияние на жизнеспособность криосохраняемого материала. Для ряда культур, например, малины, выживаемость апексов после криохранения достигает 90% [18, 27, 55].

Методы криоконсервации используются и для оздоровления растений от вирусных инфекций (криотерапия) поскольку после размораживания выживает лишь небольшое число клеток в апексах побегов. Так, после криоконсервации апексов побегов инфицированных вирусами растений банана, сливы, винограда получен свободный от вирусных инфекций материал [29, 56].

Идентификация образцов *in vitro* коллекций; проблема генетической стабильности

При хранении больших коллекций неизменно возникает проблема контроля, идентификации и документации сохраняемого генофонда. Ювенильное состояние микрорастений в коллекциях *in vitro* не позволяет использовать морфологические признаки для идентификации образцов; для этих целей широко используются белковые (изоферментные) [7, 35, 36] и ДНК [1, 16, 35] маркеры. В настоящее время в целях генотипирования

образцов *in vitro* коллекций наиболее часто используют ДНК-маркеры (SSR [1, 22], SSR и AFLP маркеры [31], RAPD [35]).

ДНК-маркеры используют также для контроля генетической стабильности образцов длительно сохраняемых в контролируемых условиях среды. В большинстве подобных работ при проведении оценки генетической стабильности образцов после хранения *in vitro* (микрорастения) или после криосохранения (меристемы, апексы, пыльца) не были выявлены генетические изменения при сравнении с контрольными растениями, представленными полевыми аналогами тех же самых образцов [33, 28, 48]. Результаты наших исследований также показали, что SSR- и RAPD-спектры пробирочных растений картофеля, длительное время сохраняемых в условиях *in vitro*, и спектры их полевых аналогов были идентичными [2]. Увеличение срока хранения микрорастений в условиях *in vitro* не вызывало изменений в спектрах ДНК. Несоответствия в ДНК-спектрах *in vivo* и *in vitro* растений одного и того же сорта, выявленные в нескольких случаях, были связаны с генетическим полиморфизмом сорта или с ошибками в поддержании образца [2]. В отдельных публикациях различия в спектрах *in vivo* и *in vitro* растений одного сорта авторы объясняли соматоклональной изменчивостью, хотя эти различия могут быть связаны и с внутрисортным полиморфизмом [28, 34]. Так, гетерогенность отдельных сортов картофеля, поддерживаемых традиционным способом в полевых условиях, была продемонстрирована с помощью RFLP-, RAPD- и SSR-анализов [13, 20, 24]. В плане дальнейшего развития методологии изучения генетической стабильности растений *in vitro* коллекций, следует уделять серьезное внимание созданию контрольных вариантов. Для этого на первоначальном этапе введения образца в культуру *in vitro* необходимо отдельно выделить ДНК у исходного «полевого» растения, являющегося донором меристем. В дальнейшем спектры ДНК мериклонов должны сравниваться с ДНК исходного «полевого» растения (контроль соматоклональных вариантов), а также с оригиналом сорта (контроль подлинности и чистоты сорта). В этом случае неоднозначность трактовки результатов генетического несоответствия *in vivo* и *in vitro* образцов может быть сведена к минимуму [2]. Следует отметить, что использование ДНК-маркеров позволяет изучить стабильность лишь отдельных локусов ДНК, однако не дает информации о стабильности всего генома. Данный подход следует рассматривать как один из этапов изучения генетической стабильности сохраняемых в условиях *in vitro* образцов. Окончательный вывод о генетической стабильности и подлинности образцов, сохраняемых в условиях *in vitro*, можно сделать после высадки материала в поле и проведения сравнительной оценки этих образцов с их полевыми аналогами по основным морфологическим признакам и агрономическим характеристикам [47, 53].

Если цикл «введение в культуру *in vitro* – микроразмножение – хранение» не включал каллусной стадии и был основан на развитии микрорастений из почек или меристем (организованных тканей), то полученные клоны, как правило, сохраняют все генотипические характеристики исходного образца. Поэтому этот способ получения микрорастений является общепринятым для создания обоих типов *in vitro* коллекций - IVAG и IVBG.

***In vitro* коллекция в ВИРе** создается на основе изложенной выше стратегии, которая в настоящее время является общепринятой для долгосрочного хранения образцов вегетативно размножаемых растений в контролируемых условиях среды. Данная коллекция формируется преимущественно на основе образцов полевых коллекций ВИР, отсутствующих в других генбанках. В последние годы в культуру *in vitro* активно вводятся образцы разного географического и экологического происхождения, произрастающие на территории России. *In vitro* коллекция ВИР включает представителей родов: *Solanum* (~350 образцов), *Rubus* (~120 образцов), *Cerasus* (65 образцов), *Ribes* (~50 образцов), *Fragaria* (35 образцов), *Lonicera* (~30 образцов), *Sorbus* (10 образцов) – всего около 700 образцов. Проводится тестирование образцов полевых коллекций и пробирочных клонов на наличие соответствующих для каждой культуры вирусных инфекций (методами ИФА), эндофитных бактериальных инфекций (стандартными микробиологическими методами). Поддержание и хранение образцов в коллекции *in vitro* ВИР осуществляется на основе стандартных приемов, принятых в генетических банках растений с учетом разработанных в ВИРе модификаций. Генотипирование аборигенных и селекционных сортов картофеля проводится на основе ядерных микросателлитных маркеров [1, 13]. Наиболее информативными для генотипирования образцов малин и ежевик оказались 3 из 12 исследованных систем: эстеразы, пероскидазы и лейцинаминопептидазы. Изоферментный анализ позволил однозначно идентифицировать 45 изученных образцов рода *Rubus* из *in vitro* коллекции ВИР [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная выше стратегия является в настоящее время общепринятой для долгосрочного хранения образцов вегетативно размножаемых растений в контролируемых условиях среды. Данная стратегия включает: оздоровление, введение в культуру *in vitro*, индексацию наличия фитопатогенов в микрорастениях, микроразмножение, генотипирование образцов, среднесрочное сохранение активных *in vitro*

коллекций и закладку образцов на долгосрочное криохранение. Необходимо отметить, что круг культур, для которых разработан весь комплекс перечисленных выше методов достаточно ограничен. Для долгосрочного сохранения агробιοразнообразия вегетативно размножаемых растений необходима дальнейшая разработка теории и методов *in vitro* и криохранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Костина Л.И., Мальшев Л.Л., Гавриленко Т.А. Генетическая дифференциация сортов картофеля с использованием SSR маркеров// Аграрная Россия. 204. № 6. 2004. С.19-24.
2. Антонова О.Ю., Трускинов Э.В., Фролова Д.В., Гавриленко Т.А. Анализ генетической стабильности образцов картофеля, сохраняемых в условиях *in vitro*// Аграрная Россия. 2004. №6. С. 25-29.
3. Высоцкая О.Н. Длительное сохранение *in vitro* коллекции растений земляники// Физ. растений. 1994. Т.41. №6. С. 935-941.
4. Высоцкий В.А., Высоцкая О.Н. Культура *in vitro* для длительного хранения ценных генотипов// Материалы Мичуринских чтений. 2002. Мичуринск. С. 12-13.
5. Гавриленко Т.А., Антонова О.Ю., Rogozina E.B. Создание устойчивых к вирусам растений картофеля на основе традиционных подходов и методов биотехнологии //В кн. "Идентифицированный генофонд растений и селекция" (под. ред. Б.В. Ригина). 2005. СПб. ВИР. С. 644-662.
6. Дунаева С.Е., Гавриленко Т.А. Коллекции *in vitro* плодовых и ягодных культур: стратегия создания и хранение// Том трудов ВИР. 2007. Т. 61 (в печати)
7. Дунаева С.Е., Кудрякова Н.В., Мальшев Л.Л., Луньшева Ю.В., Гавриленко Т.А. *In vitro* коллекция малин и ежевик и идентификация образцов по изоферментным спектрам//Аграрная Россия. 2005. № 2. С. 49-55
8. Петрова А.Д., Упадьшев М.Т. Оздоровление и размножение садовых культур *in vitro*// Садоводство и виноградарство. 2002. №4 С.12-13.
9. Романова Н.П., Ульянова Е.К. К вопросу о хранении мериклонов земляники *in vitro*// Научно-технический бюллетень ВИР. 1990. Вып. 204. С. 75-79.
10. Технологический процесс получения безвирусного посадочного материала плодовых и ягодных культур (Методические указания). 2001. Москва. 108 с.
11. Трускинов Э.В., Rogozina E.B. Оздоровление клоновой коллекции картофеля в культуре ткани// Физиология растений. 1997. Т.43. № 3. С.432-439.
12. Трускинов Э.В. Поддержание и хранение коллекционных образцов картофеля в условиях *in vitro*. 1987. Ленинград. 40 с.
13. Antonova O., Kostina L., Gavrilenko T., Schuler K., Thieme R. Proof of long-term stored potato germplasm by use of molecular markers.: Rudolf Mansfeld and Plant Genetic Resources. Schriften Genet. Ressourcen. 2003. V.18. P. 192-197.
14. Bajaj Y.P.S. Cryopreservation of plant cell, tissue and organ culture for the conservation of germplasm and biodiversity// Biotechnology in Agriculture and Forestry – Cryopreservation of Plant Germplasm I. 1995.V. 32.P. 3-18.
15. Brindgen M.P., Staby G.L. Low Pressure and Low Oxygen Storage of *Nicotiana tabacum* and *Chrysanthemum morifolium* Tissue Cultures// Plant Sci. Lett. 1981. V.22. №1. P.177.
16. Carcia M.G., Ontivero M., Diaz Ricci J.C., Castanaro A. Morphological Traits and High Resolution RAPD Markers for the Identification of the Main Strawberry Varieties Cultivated in Argentina//Plant Breed. 2002. V.121. №1. P.76-80.

17. Cassels A.S. Problems in Tissue Culture: Culture Contamination. P.31-44.//In: Micropropagation Technology and Application. Kluwer Academic Publishers. (P.C.Debergh and R.H.Zimmerman. eds.). Dordrecht. Netherlands.1991.
18. Chang Y. and Reed B.M. Cold acclimation improves the cryopreservation of *in vitro*-grown *Pyrus* and *Rubus* meristems. //Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm. Current Research Progress and Applications (F. Engelmann and H. Takagi eds.) 2000 P. 382-384.
19. Debabrata S., Swarup K. Chakrabarti, Prakash S. Naik. Slow-growth conservation of potato microplants: efficacy of ancymidol for long-term storage *in vitro*// Euphytica. 2001. V. 117. P. 133-142.
20. Demeke T., Kawchuk L. M., Lynch D. R. Identification of potato cultivars and clonal variants by random amplified polymorphic DNA analysis // American Potato Journal. 1993. V. 70. P. 561-570.
21. Directory of European Institutions Holding Crop Genetic Resources Collections. (E. A. Frison, J. Serwinski eds.) `1995. IPGRI.
22. Dougl G.,Savage, Mendum Mary Lou Prins Bernard H., Walker M.Andreu, Meredith Carole P., Simon Charles J. Simple Sequence Repeat Analysis of a Clonally Propagated Species: A Tool for Managing a Grape Germplasm Collection//Genome. 2001. V.44. №3. P. 432-438.
23. Engelmann F. Importance of cryopreservation for the conservation of plant genetic resources// Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm – Current Research Progress and Applications (F. Engelmann and H. Takagi eds.). 2000. P. 8-20.
24. Gebhardt C., Blomendahl C., Schachtschabel U., Debener T., Salamini F. and Ritter E. Identification of 2n breeding lines and 4n varieties of potato (*Solanum tuberosum*, ssp. *tuberosum*) with RFLP-fingerprints// Theor. Appl. Genet. 1989. V. 78. P. 16-22.
25. Golmirzaie A.M, A. Panta. 1997. Tissue culture methods and approaches for conservation of root and tuber crops// In: Conservation of plant genetic resources in vitro. V.1: General aspects. (Razdan V.K., E.C. Cocking eds.). Science Publishers. Inc. USA. P.123-152.
26. Golmirzaie A.M., A. Panta Advances in potato cryopreservation at CIP// Cryopreservation of tropical plant germplasm. Current research progress and application. (Florent Engelmann and Hiroko Takagieditors eds.) 2000. P. 123-152.
27. Gupta S., Reed B. Cryopreservation of shoot tips of blackberry and raspberry by encapsulation-dehydration and vitrification// Cryoletters. 2006. V. 27 (1). P. 29-42.
28. Harding K.Molecular stability of the ribosomal RNA genes in *Solanum tuberosum* plants recovered from slow growth and cryopreservation// Euphytica.1991. V.55. P. 141-146.
29. Helliot B., B. Panis, Y. Poumay, R. Swennen, P. Lepoivre, E. Frison. Cryopreservation for the elimination of cucumber mosaic and banana streak viruses from banana (*Musa* spp.)// Plant Cell Rep. 2002. V.20. P. 1117-1122.
30. <http://www.ars-grin.gov/ars/PacWest/Corvallis/ncgr>
31. <http://www.cipotato.org/gilb.htm>
32. <http://www.ipk-gatersleben.de/Internet/Forschung/Genbank/InvitroErhaltung>
33. Kumar M.B. Genetic Stability of micropropagated and *in vitro* cold-stored strawberries// MSc Thesis. Oregon State University. USA. 1995.
34. Lizarrara R., Human Z., Dodds J.H. *In vitro* conservation of the potato germplasm in the international potato center// Am. Potato J. 1989. V. 66. P. 253-267.
35. Maas H.I., Klaas. Intraspecific differentiation of garlic (*Allium sativum* L.) by isozyme and RAPD markers// Theor. Appl. Genet. 1995. V. 91. P. 89-97.
36. Nehra N.S., Kartha K.K., Stushnoff C. Isozymes as Markers for Identification of Tissue Culture and Greenhouse-Grown Strawberry Cultivars// Can. J.Plant Sci. 1991 V.71. P. 1195-1201.
37. Panis B., M. Lambardi. Status of cryopreservation technologies in plants// The role of biotechnology. Villa Gualino,Turin, Italy. March. 2005. P. 43-54.
38. Pence V.C.,Sandoval J.A. J.A., Villalobos V. M., Engelmann F. (eds.)// In vitro collection techniques for germplasm conservation 2002. IPGRI. 100p. Plant Propagation by Tissue

- Culture// Handbook and Directory of Commercial Laboratories (Edwin F.Georg. Paul D.Sherrington eds). 1984. 695 p.
39. Rao Ramanatha V, Rile Kenneth W Review. The Use of Biotechnology for Conservation and Utilization of Plant Genetic Resources.// Plant Genetic Resources Nesletter. 1994. № 97.
 40. Reed B.M. Cold Storage of Strawberries *In Vitro*: A Comparison of Three Storage Systems// Fruit Varieties Journal. 1992. V. 46 (2). P.98-102.
 41. Reed B.M., Buckley P. M. Bacteriology Handbook, 1999. NCGR, Corvallis, Or. USA, 39 p.
 42. Reed B.M, Brennan R.M and Benson E.E. Cryopreservation: an *in vitro* method for conserving *Ribes* germplasm in international genebanks// Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm. Current Research Progress and Applications (F. Engelmann and H. Takagi, eds.), 2000. P. 470-472.
 43. Reed B.M., Chang Y. Medium-and Long- term Storage of *In Vitro* Cultures of Temperate Fruit and Nut Crops// In:Conservation of Plant Genetic Resources In Vitro.Vol. 1: General Aspects, (M. K. Razdan, E.C.Cocking eds.) M/S.Science Publishers, Inc.U.S.A., 1997. P.67-105.
 44. Reed B.M *In Vitro* Culture and Cryogenic Preservation// An Operation Manual for the National Clonal Germplasm Repository, Corvallis, Or. 1999. 46 p.
 45. Report of a workshop 21-22 May. Gatersleben. Germany. 2001.
 46. Rietveld R.C., P.M Hasegawa, R.A. Bressan. Somaclonal variation in tuber disc-derived populations of potato. I. Evidence of genetic stability across tuber generations and diverse locations// Theor Appl Genet. 1991. V. 82. P. 430-440.
 47. Sarkar Debabrata, Swarup K. Chakrabarti and Prakash S. Naik. Slow-growth conservation of potato microplants: efficacy of ancymidol for long-term storage *in vitro*// Euphytica. 2001. V. 117. P. 133-142.
 48. Schafer-Menuhr A., Schumacher H.-M. and Mix-Wagner G. Long-term storage of old potato cultivars in liquid nitrogen// Comprehensive potato Biotechnology (S.M. Paul Khurana et al., eds.). 1996.
 49. Survey of existing data on *Ex Situ* collections of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture// FAO/ IPGRI. 1994a
 50. Technical guidelines for the safe movement of germplasm. Potato// FAO/ IPGRI 1998. № 19. 177 p.
 51. Technical guidelines for the safe movement of small fruit germplasm// FAO/ IPGRI. 1994. 124 p.
 52. Technical quidelines for the management of field and *in vitro* germplasm collections. IPGRI, Italy, 2004. 105 p.
 53. Wanas W.H., Collow J.A., Lindsey A.W Growth Limitation for the Conservation of Pea Genotypes// Plant Tissue Culture and its Agricultural Application. London: Butterworths. 1986. 285 p.
 54. Wang Q, Laamanen J., Uosukainen M., Valkonen J.P.T. Cryopreservation of *in vitro*-grown shoot tips of raspberry (*Rubus idaeus* L.) by encapsulation –vitrification and encapsulation-dehydration //Plant Cell Report. 2005. V. 24. P. 280-288.
 55. Wang Q, Mawassi M., Li P., Gafny R., Sela I., Tanne E. Elimination of grapevine virus (GVA) by cryopreservation of *in vitro*-grown shoot tips of *Vitis vinifera* L.// Plant Science.2003. V.165. P. 321-327.
 56. Withers L.A., Williams J.T. *In vitro* conservation. Research Higherlights. 1986. IBPGR. Rome. 21 p.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ METODICAL INVESTIGATIONS

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОТДЕЛЕ ГЕНЕТИКИ ВИР

Б. В. Ригин

В 20-30-х годах прошлого века в отделе генетики ВИР под влиянием Н.И. Вавилова сформировалось оригинальное направление исследований, отличительной особенностью которого явилась органическая связь результатов генетического анализа культивируемых видов и их дикорастущих сородичей с решением научных проблем и с задачами сельскохозяйственного производства. Эта направленность генетических исследований характерна и для современной концепции развития генетических работ, в которой нашли отражение идеи Н.И. Вавилова о методологических подходах к исследованию внутривидового полиморфизма. Концепция предусматривает изучение мутагенеза и полиплоидии как факторов возникновения новых форм растений и их использования в селекционном процессе; анализ генетических основ совместимости видов и интрогрессии ценных чужеродных генов для улучшения культивируемых видов; генетики онтогенеза. Вавиловский принцип сравнительной генетики использован при изучении устойчивости растений к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам. Особым элементом концепции является необходимость разработки генетических методов создания доноров селекционно ценных генов, а также формирование и поддержание в живом виде генетических коллекций.

MAIN DIRECTIONS OF RESEARCH AT THE GENETICS DEPARTMENT OF VIR

B. V. Rigin

In the 1920's and 30's, an original research methodology had formed under Vavilov's influence at the Department of Genetics: its characteristic feature was in linking the results of genetic analysis of cultivated and their wild relatives with solving scientific problems and problems of agricultural industry. This trend in genetic research is reflected in the modern concept of genetics development in the light of Vavilov's ideas concerning methodology for investigating interspecific polymorphism. This concept envisages studying of mutagenesis and polyploidy as the factors which have determined appearance of new plant forms and their use in breeding; analysis of the genetic background of species compatibility and introgression of valuable alien genes for improvement of cultivated species; and of genetics of ontogeny. Vavilov's concept of comparative genetics is used in the study of plant resistance to unfavourable environmental biotic and abiotic factors. This concept specially stresses the necessity to develop genetic methods for creating donors of genes possessing importance for breeding, and to compose and maintain live genetic collections.

История генетических исследований в отделе генетики Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) – крупного центра по сбору, хранению и изучению разнообразия генетических ресурсов растений, весьма поучительна: она отражает не только основные тенденции развития прикладной генетики растений в России, но и влияние на них господствующей в стране политической идеологии.

Профессору Николаю Ивановичу Вавилову исполнилось 33 года, когда он был избран заведующим Отделом (Бюро) прикладной ботаники и селекции и членом Сельскохозяйственного ученого комитета. В дальнейшем комитет был преобразован в Институт прикладной ботаники и новых культур, а затем – во Всесоюзный институт растениеводства (ВИР, ныне Всероссийский НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова). Предшественниками Н.И. Вавилова и, главным образом, Р.Э. Регелем были сформулированы основные задачи изучения и мобилизации растительных ресурсов возделываемых дикорастущих, полезных и сорных растений Российской Империи, и их практического использования. Уже в то время началось накопление различных наследственных вариантов сельскохозяйственных растений (овса, ячменя, пшеницы) и формирование коллекций отдельных культивируемых видов растений [10].

Н.И. Вавилов, развивая эти представления, впервые сформулировал центральную проблему селекции растений – необходимость изучения и поддержания практически ценной наследственной изменчивости, а также разработки генетики значимых для селекции признаков. Он активно способствовал зарождению и развитию генетических исследований в России, что оказало влияние на формирование новых концепций эволюции и методов селекции.

Основные направления генетических исследований в ВИРе начали формироваться с 1925 г., когда был организован отдел генетики; заведующим по приглашению Н.И. Вавилова стал молодой исследователь Г.Д. Карпеченко. В то время генетика была сравнительно молодой наукой. В ранний период становления генетики исследования ученых во всем мире были сконцентрированы в основном на изучении признаков морфологии, легко поддающихся точному учету. Благодаря Н.И. Вавилову и Г.Д. Карпеченко, в нашей стране определилось качественно новое направление генетических исследований возделываемых растений, а именно, должны развиваться в виде монографическое изучение культивируемых растений, изучение их отдельных признаков, свойств и, кроме того, гибридов от скрещивания отдаленных видов. К 1920 г. Н.И. Вавилов сформулировал «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» и этим заложил теоретическую базу нового научного направления исследований – сравнительной генетики видов. При этом генетические эксперименты рассматривались Н.И. Вавиловым как основа для разработки методов селекции, теории мобилизации генотипического разнообразия

культивируемых и диких видов растений и использования их для практики. Н.И. Вавилов и Г.Д. Карпеченко активно стимулировали развитие работ по частной генетике культивируемых видов растений в различных отделах растительных ресурсов ВИР [62, 63].

Экспериментальная работа в 30-е годы XX века в отделе генетики ВИР, которым руководил Г. Д. Карпеченко, была посвящена решению следующих вопросов: «1) разработка путей отдаленной гибридизации, как метода создания новых ценных форм культурных растений; 2) изучение селективного оплодотворения и 3) разработка методов экспериментального овладения наследственной изменчивостью в желательном направлении». (Отчет лаборатории генетики за 1938-1940 гг.).

В это время были получены интересные полиплоидные формы томата, картофеля, льна. Впервые экспериментально продемонстрирован крайне важный для дальнейшего развития науки факт, что колхицин не только приводит к удвоению хромосомных комплексов, но может вызывать изменение морфологии хромосом. Интенсивно изучали мутагенез растений под: воздействием γ -лучей, токов высокой частоты, химических веществ [20, 35, 81]. Однако эти направления по идеологическим мотивам не получили развитие и были прекращены.

В этот период под давлением приверженцев так называемой «мичуринской генетики» часть ресурсов отдела была отвлечена на экспериментальную проверку идей Т.Д. Лысенко. Однако направление исследований по отдаленной гибридизации, которым непосредственно занимался Г.Д. Карпеченко в течение 1927-1935 гг., не претерпело изменений. Исследования в этом направлении – одно из наиболее результативных и интересных направлений научной деятельности отдела генетики. В частности, удалось выяснить, что плохая скрещиваемость отдаленных видов в основном является следствием несоответствия хромосомных наборов скрещиваемых форм, которое может быть преодолено путем удвоения хромосомного набора у гибридов или исходных видов, а также использованием амфидиплоидных форм как посредников [19, 20, 76, 82].

Параллельно этим исследованиям развивались цитогенетические работы Г. А. Левитского, который в 1931 г. совместно с Г.К. Бенецкой впервые в мире определил аллополиплоидную природу фертильного пшенично-ржаного гибрида, названного впоследствии тритикале [74]. Открытие было подтверждено в 1935 г. в Германии М. Линдшау и Е. Охлер (M. Lindschau, E. Ochler) и в 1936 г. – в Швеции А. Мюнтцингом (A. Müntzing). С этого времени начались интенсивные исследования тритикале, которые привели к появлению первого вида культурного растения, созданного человеком.

Сотрудники отдела генетики к 40-м годам XX в. фактически вплотную подошли к решению вопросов о роли генетических механизмов интрогрессивной гибридизации и к целенаправленному изменению геномных комплексов культивируемых видов растений и генетики

регуляции мейотического деления. Такие направления экспериментальной работы были возрождены в России лишь в 60-х годах учеными новосибирской школы генетиков и сотрудниками отдела генетики ВИР.

Деятельность ученых оказала существенное влияние на частную генетику видов растений, их филогению и систематику. По большинству разделов эти работы занимали лидирующее положение как в нашей стране, так и за рубежом.

В конце 30-х гг. Т.Я. Зарубайло совместно с И.А. Костюченко [27] впервые выявили и экспериментально показали способность зерновок хлебных злаков в фазе развития до молочной, молочной и начале восковой спелости проходить яровизацию на материнском растении в условиях пониженных температур и достаточной влажности воздуха. Исследования активно поддержал Н.И. Вавилов. Он считал их «оригинальными, исключительно ценными по их перспективам и выводам и, несомненно, заслуживают самого серьезного внимания» (ЦГАНТД СПб. Фонд 318, опись 1, дело 1194, лист 111). Позднее Т.Я. Зарубайло неоднократно возвращался к этой интересной проблеме [64]. Можно утверждать, что тогда началось развитие нового раздела физиологической генетики - генетики скорости и типа развития растений. Впоследствии это направление исследований стало одним из главных в отделе генетики

В конце 30-х и начале 40-х гг. репрессии в стране явившиеся следствием существовавшей в то время идеологии, были наиболее жестоки. Научная деятельность в области генетики в ВИР исследования по наиболее перспективным направлениям прикладной генетики были совершенно прекращены.

В период с 1946 по 1964 гг. советские биологи-марксисты формально придерживались ламаркистских взглядов на проблемы эволюции и генетики. Полностью прекратились исследования по генетике и ряду других направлений биологии. В системах АН СССР, министерств высшего образования, здравоохранения и сельского хозяйства были закрыты лаборатории генетики, цитогенетики, фенотипики, органогенеза и др., уволены тысячи профессоров, преподавателей и научных сотрудников. Остались работать только те, которые перешли на позиции так называемой «передовой мичуринской биологии». Результаты своих экспериментов исследователи вынуждены были облекать в словесную формулировку господствовавшей идеологии, проявлять вынужденное стремление к единомыслию. Однако нельзя слишком строго судить ученых, вынужденных работать в то время, - не каждый способен в крайне экстремальных условиях сохранять силу духа и свои убеждения. В этой обстановке человек должен думать не только о своем благополучии, но быть ответственным за судьбу своих близких, за тех, с которыми он работает.

Постепенное возрождение генетики в ВИР началось с 60-х гг. прошлого века, когда был воссоздан отдел генетики и его заведующим стал Т. Я. Зарубайло. Если оценивать деятельность этого ученого

ретроспективно, то надо отдать должное ему как организатору прикладных генетических исследований с позиций идей Н.И. Вавилова. Во многом была не потеряна преемственность развития генетических исследований, сохранены научные традиции и использованы результаты последних достижений современной генетики в экспериментальном процессе. Его активная работа по возрождению генетики оказала существенное влияние на процесс взаимопроникновения методов генетики, физиологии, биохимии, иммунологии, систематики, филогенетики, что является характерным при всестороннем изучении многообразия наследственных вариантов растений, сосредоточенных в коллекциях ВИР.

По существу, были возобновлены основные направления генетических исследований сельскохозяйственных растений 30-40-х гг. прошлого века в ВИР, концепция которых формировалась под непосредственным влиянием Н.И. Вавилова. В частности, к ним относятся следующие задачи, правда, несколько модернизированные под влиянием накопленных к тому времени научных и практических знаний.

1. Изучение мутагенеза, алло- и автополиплоидии как факторов возникновения новых форм растений и разработка систем их использования в селекционном процессе.

2. Анализ генетических основ совместимости и сравнительной генетики видов разных систематических групп растений. Выяснение генетических и цитогенетических механизмов интрогрессии чужеродных генов и разработка путей их использования в улучшении культивируемых видов.

3. Генетический анализ процессов мейоза кукурузы и экспрессии мей-генов в микро- и мегаспорогенезе

4. Сравнительный анализ генетической структуры возделываемых видов злаков в исследованиях роста, типа и скорости развития, устойчивости растений к грибным болезням, вредным насекомым, устойчивости к морозу, высокому содержанию в почве хлорида натрия и токсичных ионов алюминия, а также разработка генетических методов создания доноров селекционно ценных генов. Составной частью этого раздела является анализ генетической детерминации отдельных этапов онтогенеза растений, их адаптивность по отношению к экстремальным биотическим и абиотическим факторам среды и роль регуляторов в индивидуальном развитии.

5. Формирование и поддержание в живом виде генетических коллекций как инструмента генетического анализа, изучение генофонда видов, в том числе как формы сохранения разнообразия культивируемых растений и их дикорастущих сородичей.

Ниже отметим некоторые успехи сотрудников отдела генетики в области названных направлений.

Н.И. Вавилов считал крайне важным познание теоретических основ мутагенеза, «имея в виду конечной целью его применение в селекции и в понимании эволюционного процесса» [8]. Наиболее активно изучать и

использовать этот процесс применительно к практически задачам начали в 40-50-гг. прошлого века. На базе отдела генетики впервые в СССР были организованы и осуществлены эксперименты в области радиационного мутагенеза у различных видов пшеницы, ячменя, овса с использованием γ -поля. Установлено влияние степени ploидности на мутабельность и чувствительность растений к γ -облучению на разных этапах органогенеза [13]. Индуцированы новые мутации морфологических и селекционно ценных признаков. Впервые экспериментально показана возможность индуцирования мутаций путем воздействия ультразвуком. [12]. Мутагенный эффект таких экзогенных факторов может быть следствием как прямого влияния на процесс мейоза, так и опосредственно, путем изменения метаболизма растения в целом. При этом может существенно возрастать частота мутирования отдельных генов.

Проведен поиск и анализ специфичности химических мутагенов (этиленимин и N-нитрозоэтилмочевина), и их зависимость от внешних факторов [47]. Экспериментально показано прикладное значение индуцированного мутагенеза [49]. Было доказано, что воздействию эндогенных и экзогенных факторов можно повысить вероятность доступных отбору хозяйственно ценных генотипов. Сформировалось мнение о целесообразности использования индуцированного мутагенеза как важного элемента селекции.

Впервые созданы новые автополиплоидные формы томата, моркови, капусты, вики [18, 53, 54]. Удвоение числа хромосом изменяет параметры признаков морфологии и продуктивности, что позволяет использовать автополиплоиды в селекционном процессе. Так, автополиплоиды моркови превосходили диплоиды по темпам роста и величине корнеплодов. Разработана уникальная система применения гаплоидов в селекции картофеля, что имеет особое значение для вида с высокой степенью гетерозиготности [3]. Экспериментально созданы гаплоидные растения и гомозиготные андрогенетические линии мягкой пшеницы в культуре пыльников и определена существенная роль агроклиматических условий выращивания донорских растений на индуцирование пыльцевых растений [55, 56].

Несколько ранее Н.И. Вавилов и Е.С. Кузнецова [6] указали на полигенную природу ярового и озимого типа развития мягкой пшеницы. В дальнейшем было выявлено пять доминантных главных генов *Vrn*, определяющих яровой тип развития мягкой пшеницы. Наличие в генотипе рецессивных аллелей всех генов *Vrn* определяет озимый тип развития растения. Для некоторых *Vrn* генов характерно явление множественного аллелизма [66]; экспрессия этих генов может зависеть от их дозы, а также от влияния модификаторов, находящихся в других хромосомах. В целом, эти обстоятельства подтверждают заключение Вавилова и Кузнецовой о типе развития пшеницы как количественном признаке [9, 83.]. Исследована сравнительная генетика скорости и типа развития *Triticum aestivum* L., *T.*

dicoccum (Schränk) Schuebl. и *T. monoccum* L. [68]. Пшенице свойственна фотопериодическая реакция, контролируемая генами *Ppd* [9, 66].

Экспериментально определена генетическая природа пшениц-двуручек, которым свойственен яровой тип развития, высокая реакция на короткий день и морозостойкость, позволяющая таким растениям переносить неблагоприятные зимние условия. Генетический контроль ярового типа развития двуручек разнообразен, сравним с таковым у мягкой пшеницы, что позволяет по-новому рассматривать систематическое положение этой группы растений [16, 66].

Эти работы соприкасаются с хозяйственно-важной проблемой скороспелости мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.), которая, возможно, зависит от экспрессии не только генов *Vrn*, *Ppd*, но и генов *per se*, определяющих скороспелость в узком смысле. Генетическими методами впервые созданы ультраскороспелые линии Рико, превосходящие по этому признаку образцы мягкой пшеницы коллекции ВИР и выколашивающиеся наравне со скороспелыми образцами ячменя. Вполне возможно, линии Рико иллюстрируют предел скорости развития растений этого вида. По сведению селекционеров, такие линии и их производные имеют несомненную ценность для селекции на скороспелость.

В монографии «Генетика онтогенеза пшеницы» [66] дан системный анализ онтогенеза пшеницы, объединены хорошо известные факты и научные идеи развития растения в русле одной концепции и рассмотрено формирование в динамике признаков и органов растения как результат реализации наследственной информации. Особое внимание уделено генетике продолжительности периода до колошения и роли генов, контролирующей реакцию растений на яровизацию и фотопериод как регуляторные механизмы онтогенеза.

Традиционными остаются исследования по отдаленной гибридизации, изучению генетических и цитогенетических механизмов совместимости видов, относящихся к различным систематическим группам, и использованию чужеродных генов для целей познания филогении и возможности создания новых хозяйственно ценных рекомбинантов, улучшения культивируемых растений.

Впервые в мире осуществлен ресинтез вида пшеницы *T. zhukovskyi* Menabde et Erizjan [78]. Изучены генетические аспекты происхождения *T. macha* Dekapr. et Menabde с использованием белковых маркеров. Создана серия межвидовых аллогексаплоидов пшеницы от скрещивания тетраплоидных видов с однозернянкой, некоторые из которых характеризуются высокой устойчивостью к грибным болезням и высоким содержанием белка в зерне [79]. В большинстве случаев такие полиплоиды оказались не константными. С целью исследования проблем сравнительной генетики и филогении экспериментально созданы и изучены новые аллополиплоиды от скрещивания диплоидных видов пшеницы *T. monoccum* L. и *T. urartu* Thum. ex Gandil. с рожью *S. cereale* L. [51, 52, 80]. Этому способствовала разработка методики культивирования гибридных

зародышей, клонального размножения F_1 с помощью культуры каллусных тканей.

Впервые аргументировано представление о наличии параллелизма скрещиваемости различных генотипов мягкой пшеницы с отдаленными видами [58], что позволило оценить роль генов *Kr* в процессах дивергенции родов трибы *Triticeae* Dum. и использовать их в интрогрессивной гибридизации. Предполагается наличие множественного аллелизма генов *Kr* [59, 61].

Среди экспериментов в этом направлении необходимо выделить исследования генетики совместимости представителей трибы *Triticeae* и познание перспектив использования генетического потенциала ржи в селекции пшеницы на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам внешней среды и скорости роста. Необходимо развитие нового перспективного направления - сравнительной генетики адаптивных механизмов различных родов этой трибы [60, 61].

Тритикале (пшенично-ржаные аллополиплоиды) генетически обособлены от родительских видов. Результативным методом увеличения их наследственной изменчивости является гибридизация тритикале разных хромосомных групп [86]. Экспериментально доказано, что тритикале, как носитель генома ржи, может быть источником новых селекционно ценных генов, контролирующих высокую морозостойкость, непоражаемость мучнистой росой, пыльной и твердой головней. Однако ни одна из хромосом ржи не обеспечивает в отдельности такой полной устойчивости, как целый геном ржи [60, 67].

Следует отметить исследования генетики системы размножения растений, которые начали появляться при Н.И. Вавилове.

В процессе репродукции высших растений ключевую роль играет мейоз. Экспериментально создана уникальная коллекция мейотических мутантов кукурузы [84]. Мейотические гены классифицированы, определено, какое из семи цитогенетических событий мейоза (инициация, конъюгация гомологов, рекомбинация, хиазообразование, сегрегация хромосом, цитокenez, второе деление мейоза) контролируется этими генами. Выявлен относительно автономный генетический контроль этих семи ключевых событий мейоза и установлен характер взаимодействия мей-генов. Большинство мутаций мей-генов кукурузы получено с использованием транспозонного мутагенеза. Важным достижением является выявление серии мутантных аллелей. Некоторые мей-гены кукурузы картированы с помощью *TB*-транслокаций и клонированы. Впервые благодаря использованию модифицированного метода вычленения семязпочки кукурузы показано, что фенотипические эффекты не всех выделенных мей-генов можно наблюдать при мегаспорогенезе [1]. Знание генетических механизмов регуляции клеточного деления будет способствовать конструированию ценных генотипов в процессе селекции, в том числе и с использованием методов биотехнологии и генной инженерии.

На примере ржи разработан результативный метод использования генов самонесовместимости в генетическом анализе. Цикл экспериментальных исследований генетики самонесовместимости ржи позволил выдвинуть новую гипотезу о возможной зависимости самостерильности растений от экспрессии целого ряда взаимодействующих гаметофитных локусов [77].

Сотрудник отдела генетики М.Н. Хаджинов в 20-х гг. прошлого века впервые в мире обнаружил влияние цитоплазмы на проявление стерильности у кукурузы, изучение которого он был вынужден приостановить к 1932 г. Эти исследования несколько опередили работы М.М. Родса (M.M. Rhoades) по характеристике феномена ЦМС кукурузы. Как известно, явление ЦМС в наши дни является одним из основных методов получения гибридов у перекрестноопыляющихся культур и практического использования гетерозиса.

В связи с большими надеждами на получение гетерозисных гибридов мягкой пшеницы (*T. aestivum*) в 70-е гг. были организованы исследования в этом направлении и в отделе генетики. Выяснена генетическая детерминация восстановления фертильности форм мягкой пшеницы с цитоплазмой *T. timopheevii* Zhuk. и, что более важно, впервые зафиксирован стерилизующий эффект цитоплазмы *T. araraticum* Jakubz. [70]. К сожалению, у пшеницы из-за особенностей ее биологии такое направление работы не получило дальнейшего развития.

Вавиловский принцип сравнительного анализа генетической структуры возделываемых видов растений использован в исследованиях устойчивости и адаптивности злаков к различным неблагоприятным факторам в условиях взаимодействия растений с окружающей средой. При этом дан сравнительный анализ изменчивости наследственных особенностей растений отдельных возделываемых видов, описан характер генетической детерминации и взаимодействия генотип-среда, сформированы признаковые и генетические коллекции, отражающие спектр изменчивости определенных наследственных вариантов, в том числе, и важных для производства.

В этом плане особо следует отметить исследования генетики короткостебельности мягкой пшеницы. На основе обширной и многоплановой экспериментальной работы дан анализ влияния конкретных генов пшеницы и их взаимодействия на высоту растений и компоненты продуктивности пшеницы в определенных градиентах экологических факторов. Охарактеризовано направление использования таких генов в селекционном процессе. Сформированы генетические коллекции идентифицированных генов и созданы доноры, сочетающие короткостебельность с крупностью зерна [14, 15, 36, 39, 48, 50].

Впервые представлен системный анализ различных аспектов короткостебельности тетраплоидных видов (*T. durum* Desf., *T. turgidum* L., *T. dicoccum* (Schränk.) Schuebl., *T. aethiopicum* Jakubz., *T. karamyshevii* Nevski.). Идентифицированы неизвестные ранее гены и сопоставлена их

экспрессия с генами короткостебельности мягкой пшеницы. Создан исходный материал для селекции и производственные сорта твердой пшеницы с оптимальной высотой и удачным сочетанием элементов продуктивности и устойчивости к факторам среды (грибным болезням, эдафическим стрессам) [2].

Генетика устойчивости растений к болезням и проблема интрогрессии генов устойчивости в идейном отношении имеет преемственность с исследованиями 20-30-х гг., с идеями Н. И. Вавилова и П. М. Жуковского о центрах происхождения возделываемых видов растений и сопряженной эволюцией растения-хозяина и паразита [7, 11].

В отделе генетики работа в этом направлении сконцентрирована на познании генетических механизмов непоражаемости пшеницы и ржи (как самоопылителя и перекрестника) грибными болезнями – видами ржавчины и мучнистой росой. Выявлено наследственное разнообразие по устойчивости среди разных видов пшеницы и подтверждено наблюдение Н.И. Вавилова [4, 5] о высокой устойчивости к грибным болезням растений диплоидных и тетраплоидных видов пшеницы. У пшеницы идентифицированы новые эффективные гены устойчивости к ржавчине и мучнистой росе [32], изучена их экспрессия в зависимости от условий среды. Впервые сделано предположение, что главные и малые гены устойчивости являются разными этапами эволюции взаимодействия хозяина и паразита [45]. Установлена фазоспецифичность для некоторых генов пшеницы: включение активности гена зависит от этапа онтогенеза [30, 31]. Поэтому механический перенос сведений о генетическом контроле устойчивости проростков на взрослую фазу растений может привести к ошибочной интерпретации данных фитопатологического и генетического анализа.

Впервые у интрогрессивной линии ИЛ1 мягкой пшеницы с использованием моносомного анализа идентифицирован и локализован ген устойчивости к мучнистой росе в хромосоме 2В, а у образца к-15560 из Дагестана - в хромосоме 7В. Последний ген является оригинальным, или новым аллелем известного гена *Pm5* [29, 87].

Одним из интересных результатов работы явилось доказательство сложной структуры генетического материала, при интрогрессии эффективных генов устойчивости к грибным болезням от *T. timopheevii*, *T. monoccum*, *Ae. speltoides* и *S. cereale* в геном мягкой пшеницы *T. aestivum* [31, 45, 71, 72,].

Создана серия устойчивых к мучнистой росе яровых и озимых интрогрессивных линий мягкой пшеницы (константные гибриды тритикале с пшеницей). Показано, что хромосомы или сегменты хромосом ржи не обеспечивают полный иммунитет пшеницы к мучнистой росе (*Erysiphe graminis* DS. f. sp. *tritici* Marchal.), характерный для ржи [28, 32]. Сравнительно быстрая потеря устойчивости сортов с геном *Pm8* (передан от ржи) показала, что интрогрессированные в геном пшеницы гены устойчивости ржи функционально не отличаются от собственных факторов

устойчивости пшеницы [32]. Однако пока недостаточно изучен генетический потенциал рода *Secale* и нет оснований для прекращения работ по интрогрессии генов устойчивости ржи в геном пшеницы.

Экспериментально подтверждены данные Н.И. Вавилова [4] о высокой устойчивости к мучнистой росе большинства образцов однозернянки *T. monosocum* [33]. Невосприимчивость однозернянки к этой болезни контролируется доминантными генами, в отдельных случаях – рецессивными и обусловлена одним, двумя или тремя олигогенами. Рецессивные гены устойчивости однозернянки отличаются от рецессивного гена *pm5*, детерминирующего непоражаемость мягкой пшеницы [33].

Приоритетные сведения получены в области генетики ржи. Экспериментально показано, что естественные популяции ржи содержат редкие биотипы – источники генов устойчивости к бурой, стеблевой ржавчине и мучнистой росе [24]. Разработан метод идентификации генов устойчивости ржи и выяснено, что непоражаемость бурой ржавчиной обусловлена как минимум 6 доминантными генами (*Lr4-Lr8*, *Lr10*), стеблевой – двумя (*Sr1*, *Sr2*) [24, 73, 75,]. Большинство идентифицированных олигогенов ржи представляет собой блоки сцепленных генов, ответственных за устойчивость к отдельным клонам гриба [23, 74]. У ржи *S. cereale* существуют генетические механизмы, обеспечивающие длительную устойчивость этой культуры к бурой и стеблевой ржавчине (30-80 и более лет) [74]. Разработаны теоретические основы нового направления селекции – создание короткостебельных, иммунных к листостебельным болезням сортов озимой ржи и стратегия селекции на устойчивость к грибным болезням. Положения этой стратегии легли в основу создания полирезистентных популяций ржи и болезнеустойчивых сортов Ника, Кировская 89, Эстафета Татарстана и Эра.

Идеи Н.И. Вавилова о методологических подходах к исследованию внутривидового полиморфизма нашли отражение в познании закономерностей устойчивости злаковых растений к различным видам тлей. Впервые на примере взаимоотношения сорго - обыкновенная злаковая тля исследован полиморфизм различных видов этого растения. Разработана система сортов-дифференциаторов для генетического изучения микроэволюционных процессов в популяциях насекомых. Идентифицированы главные гены, ответственные за высокую устойчивость растений сорго к различным популяциям фитофага. Неаллельные гены устойчивости действуют аддитивно, что важно в практическом отношении. С использованием генов *Sgr5-Sgr8*, контролирующих высокую устойчивость сорго к обыкновенной злаковой тле, создан ценный исходный материал для селекции, причем поврежденность листовой поверхности у носителей этих генов не превышает 10% [57, 88].

Важным аспектом проблемы устойчивости растений пшеницы, ячменя, тритикале к неблагоприятным экологическим факторам является их способность реагировать и адаптироваться к низким температурам и

экстремальным эдафическим факторам - засоленности почвы, высокому содержанию токсичных ионов водорода, алюминия, марганца и других ионов тяжелых металлов. Это весьма актуально для России, где значительная часть посевов зерновых находится в зоне «рискованного земледелия». В отделе генетики сделано несколько попыток продвижения в этом направлении. Так, анеуплоидный анализ был использован при генетическом изучении высокой морозостойкости мягкой пшеницы [65], феноменологический подход был применен при исследовании генетики устойчивости ячменя к эдафическим факторам. Впервые выяснены основные закономерности видового разнообразия и наследования реакции растений ячменя на высокое засоление почвы хлоридом натрия [26] и повышенное содержание токсичных ионов алюминия [69]. Идентифицированы главные гены, ответственные за эти признаки. Случаи взаимодействия как ядерных, так и цитоплазматических генов отмечены в контроле устойчивости ячменя к высоким концентрациям соли [25] и толерантности тритикале к абиотическим стрессам [86]. Однако в отдельных случаях такие особенности фенотипа растений могут быть объяснены не экспрессией ядерных и цитоплазматических генов, а эффектами взаимодействия генов ядра и цитоплазмы, а также мобильных элементов. Важным является исследование стабильности этих реакций в различных онтогенетических и экологических градиентах.

Н.И. Вавилов придавал большое значение исходному материалу в селекции и, в частности, созданию новых рекомбинантов «при скрещивании различных форм, в особенности разных эколого–географических типов». Такое направление работы явилось одним из важных в отделе генетики ВИР. Широкую известность и положительную реакцию генетиков и селекционеров получила разработка системного подхода к анализу генотипического разнообразия культивируемых видов растений и создания ценных для селекции доноров. Основными элементами концепции являются: 1) выявление селекционно ценного генотипического потенциала в виде источников ценных признаков на основе изучения полиморфизма возделываемых видов растений; 2) исследование генетической структуры наиболее важных для селекции признаков и определение селекционно ценных аллелей; 3) включение ценных идентифицированных генов в генотипы перспективных сортов и создание доноров [37, 38]. В этом направлении развернуты работы по созданию признаковой и генетической коллекции линий мягкой пшеницы (*T. aestivum*) с четко различимыми биохимическими и морфологическими признаками для маркирования хромосом. С этой целью разработана система создания эталонной коллекции мягкой пшеницы [40-44].

Сохранение самых разнообразных генов растений и их сочетаний может иметь значение для будущего развития науки и общества в целом в связи с возникновением новых требований и возможностей использования генетического потенциала растений, с применением достижений молекулярной и клеточной биологии. В определенной степени эти

соображения легли в основу разработки в ВИР многолетней программы по изучению и расширению генетических коллекций и созданию доноров селекционно ценных генов важнейших сельскохозяйственных растений. В коллективной монографии «Идентифицированный генофонд растений и селекция» [17] проанализировано современное состояние исследований полиморфизма и генетической структуры селекционно ценных признаков важнейших для России сельскохозяйственных растений. Определена значимость этих результатов для селекции. Этот труд в полной мере иллюстрирует мысли Н.И. Вавилова о направлениях исследования и значимости сохранения генетического разнообразия растений для использования в различных областях биологии и селекции растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авалкина Н.А., Голубовская И.Н., Перемыслова Е.Э. Мей-гены и женский мейоз у кукурузы//Генетика. 1992. Т. 28, № 8. С. 130-141.
2. Альдеров А.А. Генетика короткостебельности тетраплоидных пшениц. СПб. ВИР. 2001. 165 с.
3. Будин К.З., Соболева Т.И. Гибриды дигаплоидов *Solanum andigenum* с диплоидными видами *Solanum*//Генетика. 1970. № 8. С. 5-11.
4. Вавилов Н.И. Гибрид обыкновенной пшеницы (*Triticum vulgare* Vill.) с однозернянкой (*Triticum monosocum* L.)//Тр. Бюро по прикл. бот. 1913. Т. 6, № 1. С. 1-19.
5. Вавилов Н.И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. М. Тип. Рябушинских. 1919. 240 с.
6. Вавилов Н.И., Кузнецова Е.С. О генетической природе озимых и яровых растений//Изв. агр. фак. Саратовского ун-та. 1921. Вып. 1. С. 1-25.
7. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. (Применительно к запросам селекции) //Теоретические основы селекции растений. М.-Л. 1935. С.970-990.
8. Вавилов Н.И. Избранные труды, Том 5. М.-Л. 1965. С. 327.
9. Гончаров Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей. Сибирское университетское издательство. Новосибирск. 2002. 251 с.
10. Гончаров Н.П. К юбилеям заведующих Бюро по прикладной ботанике: А.Ф. Баталина, И.П. Бородина, Р.Э. Регеля.//Информационный Вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 2. С. 445-461.
11. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Систематика, география, цитогенетика, экология, происхождение, использование. Изд. «Колос» Л. 1964. 792 с.
12. Зарубайло Т.Я., Кислюк М.М. Ультразвук как мутагенный фактор //Бюллетень ВИР. 1962. № 10. С. 25-26.
13. Зарубайло Т.Я., Кислюк М.М., Кожушко Н.Н. Экспериментально полученные мутации у хлебных злаков (пшеница, ячмень, овес) под воздействием ионизирующих излучений // Генетика. 1966. № 6. С. 132-136.
14. Зарубайло Т.Я. Перспективы создания высокозимостойких короткостебельных сортов пшеницы // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1975. Т. 54. Вып. 1. С. 49-55.
15. Звейнек И.А. Взаимодействие неаллельных генов короткостебельности и их влияние на высоту растений мягкой пшеницы // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1989. Т. 128. 74-81.

16. Звейнек С.Н., Ригин Б.В., Иванова О.А. Реакция на фотопериод и яровизацию двуручек и яровых образцов мягкой пшеницы// Сб. тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1984. Т. 85. С. 42-50.
17. Идентифицированный генофонд растений и селекция. Отв. ред. Б.В. Ригин, Е.И. Гаевская./СПб. ВИР. 895 с.
18. Ионушита Р.И. Тетраплоидные формы вики, полученные воздействием колхицина/Генетика. 1969. Т. 5, № 7. С. 15-25./
19. Карпеченко Г.Д. Полиплоидные гибриды *Raphanus sativus* L. × *Brassica oleracea* L. (к проблеме экспериментального видообразования). //Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1927. Т. 17, вып. 3. С. 305-410.
20. Карпеченко Г.Д. Скрещиваемость видов и удвоение хромосомного набора. //Изв. АН СССР. 1938, сер. биол., № 3. С. 693-694.
21. Карпеченко Г.Д. Тетраплоидные ячмени, полученные действием высокой температуры.//Биол. журнал. 1938. Т. 7, № 2. С. 287-294.
22. Карпеченко Г.Д., Сорокина О.Н. Гибриды *Aegilops triuncialis* L. с рожью.// Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1929. Т. 20. С. 563-584.
23. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Вредоносность главных болезней короткостебельной ржи и методы селекции на устойчивость//Докл. ВАСХНИЛ. 1982. № 9. С. 3-5.
24. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Вредоносность патогенов ржавчины и мучнистой росы на озимой ржи и стратегия селекции болезнестойчивых сортов// Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб. ВИР. 2005. С. 572-591.
25. Коваль В.С., Ригин Б.В. Эффект взаимодействия ядра и цитоплазмы в проявлении признака солеустойчивости ячменя. //Генетические основы признаков продуктивности растений. Новосибирск. 1992. С. 110-118.
26. Коваль В.С., Ригин Б.В. Определение числа генов, контролирующих признак солеустойчивости ячменя (*Hordeum vulgare* L.)//Доклады АН. 1993. Т. 131, № 4. С. 518-520.
27. Костюченко И.А., Зарубайло Т.Я. Естественная яровизация зерна на растении в период созревания //Селекция и семеноводство 1935. № 3(11). С. 39-42.
28. Лебедева Т.В. Наследование устойчивости к мучнистой росе интрогрессивных форм мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)//Бюл. ВИР. 1976, вып. 60. С. 17-19.
29. Лебедева Т.В. Локализация гена устойчивости к мучнистой росе интрогрессивной линии мягкой пшеницы ИЛ1.// Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1982. Т. 71, вып. 3. С. 48-53.
30. Лебедева Т.В. Генетический контроль устойчивости к мучнистой росе растений мягкой пшеницы в разные периоды онтогенеза//Исходный материал и проблемы селекции пшеницы и тритикале. Сб. науч. тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1991. Т. 142 С. 88-93.
31. Лебедева Т.В. Генетика устойчивости пшеницы к мучнистой росе//Генетика. 1994. Т. 30, № 10. С. 1343-1351.
32. Лебедева Т.В. Генетика устойчивости пшеницы к мучнистой росе//Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб. ВИР. 2005. С. 527-543.
33. Лебедева Т.В., Пеуша Х.О. Генетический контроль устойчивости пшеницы (*Triticum toposossut* L.) к мучнистой росе//Генетика. 2006. Т. 42, № 1 С. 71-77.
34. Левитский Г.А., Бенецкая Г.К. Цитология пшенично-ржаных амфидиплоидов// Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1931. Т. 27. С. 241-264.
35. Лутков А.Н. Об экспериментальном получении полиплоидных гамет под влиянием низкой температуры и хлороформа. // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1937. Серия 2. № 7 С. 127-150.
36. Мережко А.Ф. Генетические основы создания сортов пшеницы с оптимальной высотой растений//Бюл. ВИР. 1989. Вып. 191. С. 7-12.
37. Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений. СПб. ВИР. 1994. 125 с.

38. Мережко А.Ф. Принципы поиска, создания и использования доноров ценных признаков в селекции растений // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб. ВИР. 2005. С. 189-204.
39. Мережко А.Ф., Писарева Л.А., Прилюк Л.В. Генетический контроль высоты растения у пшеницы//Генетика. 1986. Т. 22, № 5. С. 726-731.
40. Митрофанова О.П. К созданию коллекции генетически маркированных линий мягкой пшеницы // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1989 С. 52-57.
41. Митрофанова О.П. Анализ наследования чужеродных генов у мягкой пшеницы//Цитогенетика зерновых культур. Таллинн. 1990. С. 70-74.
42. Митрофанова О. П. Единая генетическая коллекция вида *Triticum aestivum* L. (Принципы создания)//Генетические коллекции растений. Вып. 1. Новосибирск. ИЦИГ СО РАН. 1993. С. 39-51.
43. Митрофанова О.П. Создание генетической коллекции мягкой пшеницы в России – основа дальнейшего развития частной генетики и селекции//Генетика. 1994. Т. 30, № 10. С. 1306-1316.
44. Митрофанова О.П. Мониторинг генетического разнообразия рода *Triticum* L.// Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб. ВИР. 2005. С. 219-239.
45. Одинцова И.Г., Михайлова Л.А. Горизонтальная устойчивость пшеницы к бурой ржавчине, связанная с эффективными генами вертикальной устойчивости. Сообщение 2. Специфичность взаимодействия паразита и хозяина //Генетика. 1988. Т. 24, № 9. С. 1624-1631.
46. Одинцова И. Г., Агафонова Н.А., Богуславский Р.Л. Интрогрессивные линии мягкой пшеницы с устойчивостью к бурой ржавчине, переданной от *Aegilops speltoides*//Исходный материал и проблемы селекции и тритикале. Сб. науч. тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1991. Т. 142. С. 106-110.
47. Писарева Л.А. Генетическая эффективность этиленмина в зависимости от продолжительности и температуры хранения обработанных семян ячменя//Генетика. 1975. Т. 11. С. 19-22.
48. Писарева Л.А. Методы тестирования короткостебельности растений мягкой пшеницы.//Бюл. ВИР. 1987. Вып. 174. С. 43-47.
49. Писарева Л.А. Создание новых генетических источников короткостебельности у мягкой пшеницы методом химического мутагенеза//Материалы V съезда ВОГиС им. Н. И. Вавилова. М. 1987. Т. IV, ч. 2. С. 86.
50. Прилюк Л.В. Генетический анализ короткостебельности у пшеницы. Сообщ. III. Наследование короткостебельности в старших поколениях гибридов мексиканских и отечественных пшениц//Генетика. 1980. Т. XVI, № 4. С. 708-711.
51. Прилюк Л.В., Куркиев У.К. Аллотетраплоиды *Triticum monosocum* L. × *Secale cereale* L.//Бюлл. ВИР. 1987. Вып. 174. С. 69-72.
52. Прилюк Л.В., Орлова И.Н. Гибридизация *Triticum urartu* Thum. ex Gandil.: скрещиваемость, морфологическая и цитогенетическая характеристика F₁.//Цитология и генетика. 1987. Т. 21, № 5. С. 352-356.
53. Приходько Н.И. Некоторые особенности тетраплоидной кочанной капусты.//Бюл. ВИР. 1970. Вып. 15. С.
54. Приходько Н.И. Тетраплоидная морковь//Докл. ВАСХНИЛ. 1970.
55. Приходько Н.И. Получение гаплоидных растений из пыльцевых зерен мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)// Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1980.Т. 67, вып.3. С. 75-79.
56. Приходько Н.И. Сравнительное изучение андрогенетических линий мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и исходных образцов по некоторым хозяйственно полезным признакам.//Бюл. ВИР. 1987. Вып. 174. С. 53-58.
57. Радченко Е.Е. Новые гены устойчивости сорго к обыкновенной злаковой тле//Генетика. 1995. Т. 31, № 5. С. 668-673.

58. Ригин Б.В. Параллелизм скрещиваемости представителей *T. aestivum* с различными видами растений. //Генетика. 1973. № 5. С. 163-165.
59. Ригин Б.В. Различия генотипов мягкой пшеницы по способности скрещиваться с рожью. //Сб. научн. тр. по прикл. бот., ген. и селекции. Л. 1986. Т. 99. С. 39-42.
60. Ригин Б.В. Проблема интрогрессии генов морозостойкости ржи в геном мягкой пшеницы. //Генофонд культурных растений и его использование в современной селекции. Сб. науч. тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л. 1987. С. 140-149.
61. Ригин Б.В. Генетика совместимости мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. с представителями трибы Triticeae Dum. // Генетические исследования злаковых культур. Сб. научн. трудов по прикл. бот., ген. и сел. Генетические исследования злаковых культур Л. 1989. Т. 128. С. 13-31.
62. Ригин Б.В. Г.Д. Карпеченко и развитие генетики во Всесоюзном институте растениеводства. //Генетические исследования злаковых культур. Сб. научн. трудов по прикл. бот., ген. и сел. Генетические исследования злаковых культур Л. 1989. Т. 128. С. 97-103.
63. Ригин Б.В. Становление и развитие генетики во Всероссийском институте растениеводства им. Н. И. Вавилова. //Генетика. 1994. Т.30. №10. С. 1283-1292.
64. Ригин Б.В. Трофим Яковлевич Зарубайло.//Серия «Люди науки. ГНЦ ВНИИ растениеводства СПб. 2006. 31 с.
65. Ригин Б.В., Барашкова Э.А. Генетический анализ устойчивости к морозу сорта Мироновская 808 с использованием анеуплоидов Chinese Spring. //Селекционная характеристика сортов пшеницы. Л.: ВИР. 1984. С. 23-29.
66. Ригин Б.В., Гончаров Н.П. Генетика онтогенеза пшеницы. //Итоги науки и техники. Сер. Генетика и селекция возделываемых растений. М.: ВИНТИ. 1989. 146 с.
67. Ригин Б.В., Лебедева Т.В. Взаимодействие генов пшеницы и ржи в контроле устойчивости к мучнистой росе. // Сб. науч. трудов по прикл. бот., ген. и сел. 1990. Т. 132. С. 60–64.
68. Ригин Б.В., Летишова Т.С., Ретина Т.С. Сравнительная генетика скорости развития растений видов рода *Triticum* L.//Генетика. 1994.Т. 30., № 10. С. 1326-1333.
69. Ригин Б.В., Яковлева О.В. Генетический анализ устойчивости ячменя к токсичным ионам алюминия//Генетика.2006. Т. 42, № 3. С. 301-305.
70. Скурыгина Н.А. *T. araraticum* Jakubz. – источник факторов цитоплазматической мужской стерильности пшеницы//Бюл. ВИР. 1970. Вып. 15. С. 3-5.
71. Скурыгина Н.А. Особенности интрогрессии генов устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе от *Triticum dicoccum* Schuebl. и *T. persicum* Vav. в геном мягкой пшеницы.//Бюл. ВИР. 1987. Вып. 174. С. 28-31.
72. Скурыгина Н. А. Интрогрессия генов устойчивости к грибным болезням и генетическая структура *Triticum timopheevii* Zhuk. // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1989. Т. 128. С. 21-32.
73. Солодухина О.В. Генетическая характеристика образцов ржи по устойчивости к бурой ржавчине//Генетика.2002. Т.38, № 4. С. 497-506.
74. Солодухина О.В. Гены ржи, контролирующие устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб. ВИР. 2005. С. 544-558.
75. Солодухина О.В., Кобылянский В.Д. Генетическая детерминация устойчивости ржи к стеблевой ржавчине//Генетика, 2000. Т. 36, № 5. С. 678-681.
76. Сорокина О.Н. Роль амфидиплоидов и других сбалансированных форм в отдаленных скрещиваниях. //Докл. АН СССР 1938. Т. 20, № 7-8. С. 597-600.
77. Суриков И.М. Новая гипотеза генетического контроля самонесовместимости у растений//Бюл. ВИР. 1972. Вып. 124. С. 27-29.
78. Таерин Э.В. К происхождению вида *T. zhukovskyi* Men. et. Er.// Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1964. Т. 36, вып. 1. С. 89-96.

79. *Таврин Э.В.* Аллополиплоидия и формообразование пшеницы.// Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1989. Т. 128. С. 45-52.
80. *Таврин Э.В., Прилюк Л.В.* Получение межвидовых гибридов от скрещивания мягкой пшеницы с *Triticum sinskajae* A. Filat. Et Kurk.//Генетика. 1983. Т. 19, № 8. С. 1381-1383.
81. *Хлоп М.Л.* Проблема экспериментального получения мутаций у растений под влиянием Х-лучей.// Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1936. Серия А. Соц. раст. № 18. С. 149-159.
82. *Щавинская С.А.* Восстановление плодовитости у герани (*Pelargonium radula roseum* W.) путем удвоения хромосомного комплекса. // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1937. Т. 71, сер. 2. № 7. С. 101-106.
83. *Goncharov N.* Response to vernalization in wheat: its quantitative or qualitative nature. //Cereal Research Communication. 2004. Vol. 32. No. 3. P. 323-330.
84. *Golubovskaya I.N., Avalkina N.A., Sheridan W.* Effects of several Meiotic mutations on female meiosis in Maize//Develop. Genetics. 1992. V. 13. P. 411-424.
85. *Karpechenko G.D.* Hybrids of *Raphanus sativus* L. × *Brassica oleracea* L.//J. Genetics. 1924. V. 14., No. 3
86. *Milovanović S.M., Rigin B.V., Xynias.* Genetic and breeding studies on triticale (x *Triticosecale* Wittmack). // Genetics and Breeding of Small Grains. Edit. board Stephen A. Quarrie ... et al. Belgrade: ARI Serbia, 2001. P. 235-298.
87. *Peusha H., Lebedeva T. et al.* Genetic analysis of durable powdery mildew resistance in a common wheat line. //Hereditas. V. 136. 2002. P. 201-206.
88. *Radchenko E.E., Lychagina N.S.* Genetic sorghum collection for greenbug resistance //Genetic collections, isogenic and alloplasmic lines. Novosibirsk. 2001. P. 214-216.

ПАРАДИГМЫ ОЦЕНКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ, СОХРАНЯЕМЫХ В ГЕННЫХ БАНКАХ РАСТЕНИЙ

Ю.В. Чесноков

Последние открытия, сделанные при исследовании растительных геномов, показывают, что в генных банках семян содержится огромный, поистине неисчерпаемый потенциал генетического разнообразия, наиболее полный доступ к которому может быть открыт и наиболее планомерное использование которого, на сегодня, возможно только за счет сдвига практической реализации парадигмы «поиск по фенотипу» в сторону поиска основных или ключевых генов с помощью современных молекулярно-генетических методов и посредством использования генетических карт геномов. На сегодня генетические карты сцепления, основанные на молекулярных маркерах, получены для целого ряда возделываемых растительных видов. Такие карты с успехом используются в ряде прикладных задач биологической науки, включая локализацию генетических локусов, которые обуславливают агрономически важные признаки, позиционное клонирование и сравнительное картирование генов и локусов хромосом, а также в маркерной селекции растений. Весьма существенны они и для разработки современной стратегии изучения и использования гермоплазмы, хранящейся в генных банках семян. Редкая и уникальная гермоплазма содержит много новых и полезных генов, которые могут существенно улучшить сельскохозяйственную продукцию, включая такие сложные признаки как урожайность. Однако, как указывал И.Н. Вавилов, фенотип гермоплазмы - весьма плохой показатель потенциального генетического разнообразия, заключенного в них. В этой связи стратегии и методологии поиска, используемые для нахождения и идентификации необходимых для улучшения возделываемых сортов генов, требуют принципиальных, отвечающих современному уровню знаний, изменений в парадигме исследования и использования генетических ресурсов. Библиогр. – 25 назв.

PARADIGMS OF EVALUATION AND UTILIZATION OF GENETIC RESOURCES PRESERVED IN PLANT GENE BANKS

Yu.V.Chesnokov

The last discoveries made in the course of plant genome studies showed that the potential of plant diversity preserved by seed genebanks is enormous and practically inexhaustible. The use of these resources in full measure would become possible only through shifting the practical paradigm from 'the phenotype-based search to the search of main and key genes by means of modern molecular-genetic methods, as well as by using genetic maps of genomes. The modern genetic linkage maps are based on molecular markers obtained for a number of crops. Maps of this kind are successfully used in the work on a number of applied problem of biological science, including localization of agronomically-important genetic loci, positional

cloning and comparative gene and chromosome loci mapping, as well as in marker-assisted breeding. Also, they are very important for elaborating an advanced strategy of evaluation and utilization of germplasm maintained in seed genebanks. Rare and unique germplasm contains numerous new and useful genes, which could be used in crop improvement, including such complex traits as those of yield. However, it had been mentioned by N.I.Vavilov that germplasm phenotype is a poor indicator of genetic diversity. Therefore, the strategy and methodology of search currently used to detect and identify the genes necessary for crop improvement, require fundamental changes in the paradigm of plant genetic resources evaluation and utilization.

«Фенотипическое исследование есть
первое приближение, за которым должно идти
генетическое исследование»

Н.И. Вавилов
Закон гомологических рядов в наследственной
изменчивости. 1920

Введение

Улучшение генетических свойств возделываемых культур остается наиболее перспективным, а главное, жизнеспособным подходом, с помощью которого производство пищевых и других необходимых человечеству продуктов сельского хозяйства, может коррелировать с ожидаемой скоростью увеличения народонаселения Земли [2, 6]. Совершенно очевидно, что в период бурно развивающейся глобализации для достижения ощутимых результатов в этой области, в первую очередь, необходимо использовать богатство и изобилие генетической изменчивости и разнообразия, имеющиеся в природе и помещенные в хранилища генных банков семян. До сих пор человечество на сравнительно скромном уровне использовало эти ресурсы для улучшения возделываемых растений.

Последние открытия, сделанные при исследовании растительных геномов, показывают, что в генных банках семян содержится огромный, поистине неисчерпаемый потенциал генетического разнообразия, наиболее полный доступ к которому может быть открыт, и наиболее планомерное использование которого сегодня возможно только за счет реформирования практической реализации парадигмы «поиск по фенотипу» на основе поиска основных или ключевых генов посредством современных молекулярно-генетических методов и за счет использования генетических карт геномов [5, 11, 15, 16]. Известно, что все современные молекулярно-генетические методы идентификации, выделения и локализации на хромосомах (генетических картах сцепления) генов и/или локусов количественных/качественных признаков базируются на использовании классических методов генетики и селекции, а именно, идентификации по фенотипу, и, если это необходимо, скрещивании, подборе родительских пар и т.д. [3, 15, 16]. К сожалению, до сих пор порой бытует мнение, что молекулярно-генетические исследования являются излишними, слишком дорогостоящими и не способными решить, выдвигаемые современным

сельскохозяйственным производством проблемы. Безусловно, современные молекулярно-генетические методы не являются универсальным средством, способным в одночасье решить все стоящие перед селекционерами задачи, но они являются логическим продолжением и усовершенствованием классических методов генетики и селекции на современном этапе развития биологической науки. Эти методы, в первую очередь, призваны ускорить и упростить селекционный процесс, а, как известно, прогрессивный путь развития науки (любой!) и получения новых данных лежит в комплементарном, т.е. взаимодополняющем использовании современных и классических методов исследований.

Мировые генетические ресурсы

Великий русский ученый Н.И. Вавилов был первым, кто обратил внимание на разнообразие культурных растений и их диких родичей как источник генов для улучшения хозяйственно-ценных признаков возделываемых сортов и гибридов. Он основал генный банк в виде коллекции живых семян, сфокусировав свои усилия и усилия своих сотрудников на сборе, сохранении и изучении разнообразия видов растений, в том числе, на изучении явления внутривидового полиморфизма и подмеченных при изучении форм растительного мира закономерностях, названных им законом гомологических рядов в наследственной изменчивости [1]. Н.И. Вавилов начал собирать мировую коллекцию в начале прошлого века, когда еще ничего не было известно о структуре нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), не был открыт генетический код, не был изучен молекулярно-генетический механизм передачи генетической информации, не были разработаны методы молекулярно-генетического исследования живых организмов, в том числе и растений. Хранение семян осуществлялось в обычных бумажных пакетах и жестяных коробках (о камерах и холодильниках с пониженной температурой в то время говорить не приходилось, так же как о криоконсервации и культуре клеток *in vitro*). Тем не менее, в то время это были, несомненно, прогрессивный шаг и прогрессивные методы хранения семян. На сегодняшний день в мире известно более чем 1600 коллекций семян, в которых содержится около 2,5 млн поступлений, включая дикие виды растений. Только США тратят порядка 50 млн долларов в год на сбор и сохранение имеющейся у них коллекции семян генетических ресурсов растений (ГРР). Однако, несмотря на то, что крайне важно собирать и сохранять генетическое разнообразие в генных банках, такая активность на сегодня является явно недостаточной для обеспечения гарантии будущей продуктивности сельского хозяйства. Развитие инфраструктуры и поддержание (прежде всего материально-техническое) генных банков должны быть сопряжены с возможностью активно использовать образцы ГРР, содержащиеся в хранилищах. В то же время реальность такова, что селекционеры и ученые – исследователи растений из-за упомянутых выше ограничений порой не имеют

возможности применить на практике искомые, столь нужные им, гены. Особенно наглядно это проявилось в связи с изучением и использованием комплексных полигенных признаков, таких, например, как урожайность и качество питания [12, 14]. Как результат невозможности использовать современные научно-технические методы и разработки (вследствие, например, недостаточности материально-технического обеспечения научно-исследовательских подразделений институтов и селекционных центров), призванные ускорить и упростить генетико-селекционный процесс, улучшение возделываемых растений до сих пор базируется на узком генетическом базисе. Проведенный в ряде лабораторий молекулярно-генетический сравнительный анализ на основе методов ДНК-фингерпринтинга современных сортов и их диких родственников, хранящихся в генных банках семян, подтвердил такое положение вещей [7, 9, 10].

Таким образом, если смотреть в будущее (а не в прошлое!), то необходимо думать над тем, как в современных условиях рационально собирать и поддерживать гермоплазму в генных банках семян. При этом нужно время от времени пересматривать пути реализации программ, с помощью которых это осуществляется, а также подвергать научной ревизии способы, определяющие, каким образом будут использованы сохраняемые генетические ресурсы растений. Доказательством этому служат недавние исследования по геномному картированию [7, 10], которые ясно показали, что генетическое разнообразие, хранящееся в генных банках, может быть использовано с гораздо более высоким уровнем эффективности, чем это делалось ранее. Однако, если поставить целью действительное максимально полное раскрытие и использование той генетической изменчивости, того генетического разнообразия, которые сохраняются в генных банках семян, генетики, селекционеры и, конечно же, кураторы коллекций уже сегодня должны быть готовы применить на практике отвечающую современному уровню знаний стратегию сохранения, поддержания и изучения ГРП, и быть готовыми к тому, чтобы в современных условиях использовать потенциал сохраняемых живых коллекций современными инновационными путями.

Стратегии оценки и использования гермоплазмы растений

Классическая парадигма: поиск по фенотипу. Традиционный подход к поиску имеющих хозяйственное значение генотипов – это скрининг образцов генного банка по четко различающимся в фенотипе признакам (физическое проявление). Как только линия или образец с желаемым признаком выделяется, его обычно скрещивают с коммерческим сортом (или иным подобраным селекционным образцом) для того, чтобы передать желаемый признак в культивируемый тип. Этот подход работает хорошо тогда, когда признак контролируется одним или небольшим количеством генов. Например, образцы диких видов с большим успехом были использованы в селекции некоторых просто наследуемых генов, определяющих устойчивость к некоторым патогенам и насекомым [19, 20].

Отобранные таким способом признаки устойчивости, как правило, почти всегда определяются одним доминантным геном, который практически готов к переносу в коммерческие сорта посредством отработанных классических селекционных методов. В целом, скрининг по признакам устойчивости требует инокуляции сотен или тысяч образцов тем или иным патогеном или насекомым. Результатом такого скрининга, как правило, являются одна или несколько линий, которые используются в дальнейших селекционных программах или скрещиваниях. Такая стратегия, эффективная только для определенных признаков или свойств, приводит к высвобождению небольшого количества свободной, т.е. доступной для отбора, генотипической изменчивости изучаемых образцов. Тем не менее, эта стратегия может и должна быть использована для улучшения возделываемых сортов и видов растений.

Однако большинство важных для сельского хозяйства свойств, таких, например, как урожайность, определяются не одним, а несколькими или многими генами, т.е. являются полигенными. В то же время, урожайность диких и неадаптированных образцов, найденных в банках гермоплазмы, несравненно ниже, чем у современных возделываемых сортов. Окультуривание диких растений и классическая селекция оказались очень успешны в увеличении частоты аллелей, расположенных во многих локусах генома и благотворно влияющих на урожайность. В результате селекционеры до сих пор продолжают настойчиво производить скрещивания среди близкородственных, высокоурожайных разновидностей, не будучи способными рационализировать поиск генов высокого урожая у диких низкоурожайных предков. Принимая во внимание тот факт, что на урожайность, как это было установлено предыдущими исследованиями [2, 14], влияет значительное число генов, представляется маловероятным, что современные сорта содержат лучшие аллели урожайности во всех локусах, определяющих этот признак. Много полезных аллелей, несомненно, было утеряно вследствие прохождения через «бутылочное горло», навязанное одомашниванием и связанным с современным селекционным процессом и появлением адаптированных блоков генов [2]. Таким образом, хотя дикие и редкие виды и/или разновидности растений воспринимаются как недостаточные либо бедные для улучшения большинства свойств, основанного на фенотипической оценке, вполне возможно, что целый ряд предпочтительных или искомых исследователями генов (аллелей) могут содержаться в тысячах образцах, хранящихся в генных банках семян. Если же найти эти гены, то они, несомненно, могут иметь большую ценность при улучшении возделываемых растительных видов. В этой связи стратегии и методологии поиска, используемые для нахождения и идентификации необходимых для улучшения возделываемых сортов генов, требуют принципиальных, отвечающих современному уровню знаний изменений в парадигме исследования и использования генетических ресурсов.

Современная парадигма: поиск генов. К сегодняшнему дню генетические карты сцепления, основанные на молекулярных маркерах,

получены для целого ряда растительных видов (<http://probe.nalusda.gov>). Эти карты оказались очень ценны и с успехом используются при решении ряда прикладных задач биологической науки, включая идентификацию генетических локусов, обуславливающих агрономически важные признаки, позиционное клонирование и сравнительное картирование генов и локусов хромосом, а также в маркерной селекции растений [3, 7, 10, 12, 14, 16, 18]. Наиболее сильное и глубокое влияние на дальнейшее развитие генетико-селекционных процессов молекулярно-генетические карты оказали, и, по-видимому, будут оказывать при изучении сложных или количественных признаков. Следует подчеркнуть, что за последние 10-15 лет молекулярные генетические карты сделали возможным идентификацию, картирование и изучение эффектов, которые оказывают индивидуальные локусы на контролируемые ими наследуемые количественные признаки (так называемые локусы количественных признаков; англ. QTL – quantitative trait loci). Исследование растений (преимущественно культурных) привело к некоторым интересным открытиям. До QTL - эры молекулярной количественной генетики - предполагалось, что сложные признаки определялись большим числом генов со сравнительно небольшим равным эффектом. Однако анализ QTL выявил, что хотя большинство комплексных признаков контролируется рядом локусов, эффекты действия этих локусов не равны между собой. Часто значительная доля генетической изменчивости в популяции может быть объяснена действием нескольких QTL с относительно выраженными эффектами действия. Второе существенное открытие заключалось в том, что фенотип растения есть, в лучшем случае, не что иное, как только незначительное проявление его генетического потенциала (или заключенной в нем изменчивости). Например, до сих пор считалось, что если одна линия какого-либо вида растения обладает высокой урожайностью, а другая - низкой, то можно предположить, что высокоурожайный генотип обладает большинством, если не всеми, генами, определяющими высокий урожай, а низкоурожайный родитель, наоборот, имеет мало или совсем не содержит таких генов. Вместе с тем, когда популяции, выделенные из таких скрещиваний, были проанализированы с помощью молекулярных маркеров и были идентифицированы локусы, контролирующие этот признак, то получили совершенно другую картину. Несмотря на то, что высокоурожайная линия часто содержала большое число позитивных аллелей в локусах, ассоциированных с урожайностью, однако именно худший по урожайности родитель приносил лучшие аллели почти во все выявленные локусы, определяющие этот признак [15, 22].

Эти открытия весьма существенны для стратегии использования аллелей ценных генов образцов коллекций. Согласно классической парадигме, фенотипическая оценка определяет генетическую, а значит, и селекционную ценность образца. Принимая такую стратегию оценки и использования ГРР, генетики и селекционеры невольно вводят себя в заблуждение, особенно в отношении количественных признаков.

Достаточно вспомнить феномен взаимодействия «генотип-среда» и генетическую природу организации сложных полигенных признаков растений. Это значит, что исследователи проводят скрининг образцов коллекций способом, имеющим очень большие недостатки, который практически не обеспечивает раскрытия заключенного в них потенциала генетического разнообразия. Об узости и ограниченности классической парадигмы поиска по фенотипу предупреждал и Н.И. Вавилов [1]. Он отмечал, что образцы с редкими и уникальными свойствами – это наиболее вероятный источник новых и ценных генов (генов, а не фенотипического проявления их взаимодействия друг с другом и/или с окружающей средой!), способных увеличить урожайность и другие сложные признаки, важные для сельского хозяйства. В свою очередь, молекулярно-генетические карты и методы ДНК-типирования представляют собой инструмент, с помощью которого у современных генетиков и селекционеров появляется возможность найти такие гены. Парадигма изучения и использования ГРР нуждается в принятии нового научного мышления, внимания и усилий исследователей генетических ресурсов растений по скринированию потенциала родительских пар на основе прямой и непосредственной оценки присутствия в них полезных генов. Одним из инструментов, позволяющих осуществить такой анализ, являются молекулярно-генетические карты и интегративная сила QTL-анализа при изучении взаимодействия «генотип-среда».

Практическое использование ГРР, основанное на применении молекулярно-генетических карт

Примером практического использования молекулярно-генетических карт могут служить работы, выполненные на томате и рисе [9, 13, 17, 25]. Рис – это представитель класса однодольных, включающего в себя такие экономически значимые виды растений, как пшеница, ячмень, рожь, кукуруза, сорго и просо. Томат – двудольное растение и представитель другого класса, включающего в себя: картофель, маниоку, сою, сахарную свеклу, хлопок, салат-латук, подсолнечник и целый ряд других, не менее важных и экономически значимых растительных видов. Гермоплазма томата и риса была проскринирована с помощью методов ДНК-фингерпринтинга. Стратегия оценки включала использование молекулярно-генетических карт, а также генетико-селекционные технологии, совокупность которых получила название сравнительный метод интегративного QTL-анализа [9, 13, 17, 25]. Этот метод позволял выявлять дикие и редкие аллели, активность которых должна была быть оценена в «генетическом окружении» элитных сортов. Так, молекулярные генетические карты использовались для: (1) идентификации на хромосомах позиций «диких» аллелей, перенесенных в потомство; (2) выявления интрогрессий аллелей диких видов, связанных с улучшением качественного проявления хозяйственно ценных признаков линий; и (3) выделения

генотипов таким образом, чтобы они содержали только специфичные, улучшающие качество генетического окружения «дикие QTL». Результаты реализованных молекулярно-генетических манипуляций оказались таковы, что модифицированные с их помощью линии в проведенных полевых испытаниях проявили себя даже лучше, чем оригинальные коммерческие сорта.

У томата, на котором проведены наиболее интенсивные исследования, были созданы линии, содержащие специфичные QTL дикого вида *Lycopersicon hirsutum* и превосходящие оригинальные возделываемые сорта на 48, 22 и 33% по урожайности, содержанию растворимых веществ и окраске плодов, соответственно [9]. Более того, качество этих линий было подтверждено полевым испытанием их в различных экологических зонах и в различных регионах мира [8, 17]. Степень такого улучшения становится ясной, если представить, что улучшение этих свойств традиционными селекционными методами составляет менее 1% в год. Существенное улучшение окраски плодов, являющееся следствием наличия пигмента ликопина, выглядит особенно наглядным, если принять во внимание тот факт, что дикий томат не содержит форм активного фермента последнего этапа биохимического пути биосинтеза пигмента, вследствие чего дикий томат не может синтезировать ликопин, а его плоды остаются зелеными, даже когда созреют. В то же время, дикий томат содержит гены (аллели) которые могут улучшить (усилить) ранние этапы биохимического пути биосинтеза ликопина. Это происходит при комбинировании «диких» аллелей с активными формами генов биосинтеза ликопина культивируемого томата, приводящего даже к большему уровню продуцирования пигмента у потомства межвидового гибрида. Схожим образом размер плодов был увеличен у линий культурного томата интрогрессией генов из *L. pimpinellifolium* (предок томатов с мелкими плодами), идентифицированных с помощью молекулярного картирования [24]. Эти результаты наглядно подчеркивают точку зрения, что уникальные, редкие образцы или образцы диких видов часто содержат гены, которые способны улучшить свойства растений, необходимые и важные для человека. Подобный вывод не может быть сделан только на основе фенотипического анализа, так же как на современном этапе развития генетики и селекции полезные гены не могут в полной мере быть идентифицированы и оценены без помощи современных методов ДНК-типирования, в том числе картирования QTL.

Вышеупомянутые линии были созданы посредством двустадийного селекционного процесса. Сначала были идентифицированы QTL-аллели в ДНК-типированном поколении обратного скрещивания (BC₂), а затем на основе этой информации были отобраны новые линии, содержащие специфичные QTL-аллели диких видов. Шансы выявления таких ожидаемых человеком генетических комбинаций, происходящих случайным образом, без использования методов ДНК-типирования чрезвычайно малы.

Затем геномы четырех диких видов томата были проскринированы посредством адаптированного метода QTL-анализа [8, 17, 24]. При сравнении этих видов был идентифицирован целый ряд аллельных QTL. Более 50% представляющих определенный интерес QTL-локусов, выявленных в каждом из проведенных экспериментов, как представляется, должны оставаться уникальными для каждого из тестируемых видов. Это предполагает, что последующее тестирование дикой гермоплазмы с помощью методов молекулярной селекции должно привести к открытию новых генов, а также повышает возможности создания новых сортов, содержащих комбинации полезных генов, полученных от нескольких диких генотипов-предшественников.

Интересные гибридные комбинации риса были получены в Национальном научно-исследовательском центре гибридов риса (National Hybrid Rice Research Center (NHRRC)) в Китае, который создает лучшие инбредные линии и один из наиболее продуктивных сортов риса в мире. Так, сравнительно недавно в NHRRC были проведены эксперименты для того, чтобы установить, могут ли гены из дикого низкоурожайного предка *O. rufipogon* существенно улучшить урожайность одного из наиболее продуктивных китайских гибридов риса [21, 23]. Когда метод QTL-анализа был использован для выявления аллелей диких видов в «генетическом окружении» изучаемого коммерческого китайского гибрида, то было идентифицировано два локуса количественных признаков, каждый из которых увеличивал урожайность примерно на 17% по сравнению с оригинальным гибридом. Более того, дикие аллели, выявленные в этом исследовании, как оказалось, были свободны от многих негативно влияющих эффектов, часто ассоциированных с улучшением урожайности у культивируемых разновидностей растений.

Таким образом, результаты, полученные как для томата, так и для риса, указывают на то, что образцы дикорастущих и малоизученных видов содержат много новых и полезных генов, которые могут существенно улучшить хозяйственно-ценные признаки сортов и гибридов, включая такие сложные, как урожайность. Они также продемонстрировали, что фенотип - весьма ограниченный показатель потенциального генетического разнообразия ГРР. Совершенно очевидно, что до тех пор, пока генетики и селекционеры, наряду и в дополнение к классическим методам генетики и селекции, не начнут применять молекулярно-генетические методы, такие, например, как идентификация и картирование QTL, а также методы ДНК-типирования, позволяющие локализовать на группах сцепления интересующие исследователей гены, весьма маловероятно, что можно будет по-настоящему подойти к управлению одной из составляющих улучшения сельскохозяйственной продукции (ее качеством, урожайностью, устойчивостью к заболеваниям и т.п.). Это можно сделать за счет рационального и по возможности полного использования разнообразия генетических ресурсов, сохраняемого в генных банках растений.

Стратегии отбора уникальной гермоплазмы

Если принять во внимание большое количество уникальных и редких генотипов, хранящихся в генных банках семян, ограниченное количество времени, необходимое для поиска нужного образца, а также недостаток имеющихся в наличии материально-технических средств и ресурсов, то возникает закономерный вопрос - каким принципом должны руководствоваться кураторы коллекций, генетики и селекционеры, чтобы решить, какой из образцов необходимо отобрать для того, чтобы максимально выгодно использовать предоставленный природой шанс найти и использовать новые и полезные гены? На сегодняшний день для ответа на этот вопрос необходимо проведение полномасштабных исследований с привлечением методов ДНК-типирования и молекулярно-генетического картирования сохраняемой в генных банках гермоплазмы. Однако, один принцип уже сейчас очевиден: отбор представляющих интерес образцов должен проходить таким образом, чтобы улучшать генетическую структуру, во взаимодействии с которой происходит проявление генетического потенциала отбираемого уникального образца. Генетическая уникальность каждого образца генного банка семян, по отношению ко всем другим образцам, может быть определена благодаря использованию методов ДНК-типирования [4]. Образцы с наиболее различающимся ДНК-типированием, отличным от такового, выявленного у современных генотипов, вероятнее всего, и содержат наибольшее число новых аллелей (генов). Это значит, что среди этих образцов находится тот самый генотип, который содержит наибольшее число потенциально полезных агрономически важных аллелей. ДНК-типирование уже сейчас с большим успехом применяют при отборе необходимых образцов практически у всех основных видов возделываемых культур почти во всех генных банках мира [5, 11].

Для томата и риса образцы с уникальным генотипом, использованные для проведения QTL-анализа, были отобраны на основе генетической неповторяемости по следующим критериям: (1) отбираемый образец, по отношению к современным возделываемым сортам, должен был обладать значительным количеством уникального ДНК-полиморфизма (по всему геному), и (2) каждый новый отобранный образец должен генетически отличаться (по ДНК-типированию) от всех остальных отобранных образцов. Такая стратегия, в конечном итоге, привела к отбору образцов томата и риса, представляющих настолько широкий спектр диких видов и разновидностей, присутствующих в генных банках семян, насколько это было возможно. И, что немаловажно, при каждом отборе нового или уникального образца была идентифицирована весьма высокая доля (около 50%) новых и полезных QTL-аллелей.

Как это было указано выше, одним из результатов, получаемых при проведении молекулярно-генетического картирования культурных растений, является локализация на хромосомах позиций ключевых локусов,

контролирующих урожайность и другие важные агрономические свойства. При наличии такой информации любой исследователь может разработать или предложить программу целенаправленного отбора и переноса уникальных аллелей в желаемую область генома культигена посредством селекции, возвратных скрещиваний и получения аллельных серий практически изогенных линий, которые впоследствии оценивают агрономически в полевых условиях. Такие целенаправленные исследования проводятся с меньшей потерей времени и средств, а значит, более эффективны по сравнению с исследованиями, в которых селекционеру приходится оперировать с целым геномом образцов на большем количестве материала. Недалеко то время, когда гены, лежащие в основе QTL, определяющих высокий уровень урожайности и целый ряд других свойств, будут клонированы (уже сейчас отдельные QTL для некоторых культур клонированы), и тогда с помощью таких методов, как, например, полимеразная цепная реакция, станет возможной селективная амплификация и секвенирование аллельных вариантов этих локусов для различных интересующих исследователя генотипов [3, 4]. Можно ожидать, что такие целенаправленные генпоисковые исследования будут распространены и на виды, способные к межвидовому скрещиванию, причем таким образом, что гомологичные гены одного рода или семейства возможно будет тестировать посредством методов трансгеноза с наибольшей эффективностью и представлением об их экспрессивности и пенетрантности в новом генетическом окружении.

Заключение и перспективы

На сегодняшний день генетическая и клеточная инженерия все шире и шире предлагает свои услуги по улучшению возделываемых видов растений. Но совершенно очевидно, что они пока не способны решать основные задачи, стоящие перед сельским хозяйством страны. Прежде всего это относится к улучшению таких сложных и очень важных агрономических свойств, как урожайность, устойчивость к заболеваниям и целый ряд других хозяйственно-ценных признаков. Огромные, поистине неисчерпаемые запасы генетической изменчивости, созданные эволюцией на протяжении сотен миллионов лет и сохраняемые нами в генных банках семян, - вот настоящее богатство, которое подарила человеку природа. Более 65 лет назад великий русский ученый Н.И. Вавилов указал на ценность, которую представляет для сельского хозяйства сбор и поддержание в генных банках в живом виде культурных видов растений, а также их диких родичей. Рациональное использование этих ресурсов было и остается приоритетной задачей во все времена. Но еще в 1920 г. Н.И. Вавилов совершенно справедливо предостерегал: «В одинаковых условиях разные фенотипы обуславливаются различиями генотипов. Конечно, под одинаковой внешностью и в одинаковых условиях могут скрываться иногда разные генотипы, как это показано исследованиями современной генетики.

... Генетические исследования заставляют нас быть более осторожными и не всегда судить по внешнему виду о непременном сходстве генотипического порядка. ... О вероятности генных различий при сходстве фенотипа отдельных признаков говорят факты полиплоидии, удвоения, учетверения хромосом, особенно частые у растений (пшеницы, овсы, розы, мак). ... Таким образом, фенотипическое исследование есть первое приближение, за которым должно идти генетическое исследование» (цит. по [1]). Благодаря методам ДНК-типирования и молекулярно-генетическому картированию генов, а также возможности сканирования геномов диких и культурных видов, сегодня появилась возможность приоткрыть генетикам и селекционерам скрывающийся за фенотипическим проявлением признаков поистине неисчерпаемый запас генетической изменчивости, заключенной в гермоплазме генетических ресурсов растений. И от нас зависит, сможем ли мы в полной мере использовать эту возможность и предоставляемое нам природой богатство для дальнейшей интенсификации сельскохозяйственного производства, на благо человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавилов Н.И.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. В: Н.И. Вавилов. Избранные произведения в двух томах. Ф.Х. Бахтеев (ред.). Л., Наука, Ленинградское отделение. 1967. Т. 1. С. 9-61
2. *Жученко А.А.* Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). М., Агрорус, 2004
3. *Потокина Е.К., Чесноков Ю.В.* Современные методы геномного анализа в исследованиях генетики количественных признаков//Сельскохозяйственная биология. 2005. № 3. С. 3-18
4. *Чесноков Ю.В.* ДНК-фингерпринтинг и анализ генетического разнообразия у растений//Сельскохозяйственная биология. 2005. № 1. С. 20-40
5. *Börner A.* Preservation of plant genetic resources in the biotechnology era//Biotechnol. J. 2006. V. 1. P. 1393-1404
6. *Brown L.R.* State of the World. Norton, New York. 1994
7. *Draye X., Lin Y.R., Qian X.Y., Bowers J.E., Burow G.B., Morrell P.L., Peterson D.G., Presting G.G., Ren S.X., Wing R.A., Paterson A.H.* Toward integration of comparative genetic, physical, diversity, and cytomolecular maps for grasses and grains, using the sorghum genome as a foundation//Plant Physiol. 2001. V. 125. P. 1325-1341
8. *Gur A., Semel Y., Cahaner A., Zamir D.* Real Time QTL of complex phenotypes in tomato interspecific introgression lines//Trends Plant Sci. 2004. V. 9. P. 107-109
9. *Frary A., Fulton T. M., Zamir D., Tanksley S. D.* Advanced backcross QTL analysis of a *Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii* cross and identification of possible orthologs in the Solanaceae//Theor. Appl. Genet. 2004. V. 108. P. 485-496
10. *Han Y., Gasic K., Marron B., Beever J. E., Korban S. S.* A BAC-based physical map of the apple genome//Genomics. 2007. V. 89. P. 630-637
11. *Hodkinson T.R., Waldren S., Parnell J.A., Kelleher C.T., Salamin K., Salamin N.* DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation//J. Plant Res. 2007. V. 120. P. 17-29

12. *Masojc P.* The application of molecular markers in the process of selection//Cell Mol. Biol. Lett. 2002. V.7(2A). P. 499-509
13. *McCouch S.R., Doerge R.W.* QTL mapping in rice//Trends Genet. 1995. V. 11. P. 482-487
14. *Morgante M., Salamini F.* From plant genomics to breeding practice//Curr. Opin. Biotechnol. 2003. V. 14. P. 214-219
15. *Paran I., Zamir D.* Quantitative traits in plants: beyond the QTL// Trends Genet. 2003. V. 19. P. 303-306
16. *Paterson A.H.* Genome Mapping in Plants. Academic Press. Austin, TX. 1996
17. *Paterson A.H., Damon S., Hewitt J.D., Zamir D., Rabinowitch H.D., Lincoln S.E., Lander E.S., Tanksley S.D.* Mendelian factors underlying quantitative traits in tomato: comparison across species, generations, and environments//Genetics, 1991. V. 127. P. 181-197
18. *Phillips R.L., Vasil I.K.* DNA-based Markers in Plants. Kluwer, Boston. 1994
19. *Plunknett D.L.* Gene Banks and the World's Food. Princenton Univ. Press. Princenton. NJ. 1987
20. *Sharma H.C., Pampapathy G., Dwivedi S.L., Reddy L.J.* Mechanisms and diversity of resistance to insect pests in wild relatives of groundnut//J. Ecol. Entomol. 2003. V. 96. P. 1886-1897
21. *Tan L.B., Zhang P.J., Fu Y.C., Liu F.X., Wang X.K., Sun C.Q.* Identification of quantitative trait loci controlling plant height and days to heading from Yuanjiang common wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.) [Identification of quantitative trait loci controlling plant height and days to heading from Yuanjiang common wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.)//Yi Chuan Xue Bao. 2004. V. 31. P. 1123-1128
22. *Tanksley S.D.* Mapping polygenes//Ann. Rev. Genet. 1993. V. 27. P. 205-233
23. *Thomson M.J., Tai T.H., McClung A.M., Lai X.H., Hinga M.E., Lobos K.B., Xu Y., Matrinez C.P., McCouch S.R.* Mapping quantitative trait loci for yield, yield components and morphological traits in an advanced backcross population between *Oryza rufipogon* and the *Oryza sativa* cultivar Jefferson//Theor. Appl. Genet. 2003. V. 107. P. 479-493
24. *Weller J.I., Soller M., Brody T.* Linkage analysis of quantitative traits in an interspecific cross of tomato (*Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon pimpinellifolium*) by means of genetic markers//Genetics. 1988. V. 118. P. 329-339
25. *Yano M., Sasaki T.* Genetic and molecular dissection of quantitative traits in rice//Plant Mol. Biol. 1997. V. 35 P. 145-153

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВРЕДНЫМ ОРГАНИЗМАМ

Е.Е. Радченко

Представлены основные результаты изучения генетических ресурсов зерновых культур в отделе иммунитета ВИР. Многолетние исследования позволили идентифицировать устойчивые к болезням и вредителям формы мягкой пшеницы, культурного ячменя, овса, ржи и сорго. В ряде случаев изучено наследование устойчивости, идентифицированы новые эффективные гены резистентности. Показана узость генетического разнообразия пшеницы и ячменя по устойчивости к вредным организмам. Рассматривается возможность пополнения запаса эффективных генов резистентности зерновых культур за счет интрогрессии устойчивости, а также за счет мутантных форм, созданных с помощью биотехнологических методов. Обсуждаются основные положения учения об иммунитете растений Н.И. Вавилова в свете результатов изучения генетического разнообразия зерновых культур в отделе иммунитета ВИР.

GENETIC DIVERSITY OF CEREAL CROPS FOR RESISTANCE TO HARMFUL ORGANISMS

E.E. Radchenko

General results of cereal genetic resource investigation in the Department of Plant Resistance of VIR are presented. Researches for many years resulted in identifying bread wheat, cultivated barley, oat, rye and sorghum samples with new effective genes for resistance to diseases and pests. The narrow genetic diversity in wheat and barley for harmful organism resistance has been shown. The possibility to increase the number of effective genes for resistance in cereal crops due to the resistance introgression, mutant forms created with biotechnological methods is considered. The main conclusions of N.I. Vavilov study on plant immunity are discussed in view of results of cereal genetic diversity evaluation in the Department of Plant Resistance of VIR.

«Создание устойчивых к грибным заболеваниям сортов хлебных злаков составляет одну из очередных задач современной селекции сельскохозяйственных растений. Первый шаг на пути к разрешению этой задачи – подробное изучение существующих форм

Особенность генетического контроля устойчивости растений к болезням и вредителям – взаимодействие двух сопряженно эволюционирующих систем. Возможность приспособления вредных организмов к устойчивым хозяевам обуславливает необходимость постоянного поиска новых эффективных генов и генетических систем резистентности. В настоящее время совершенно очевидно, что рациональная стратегия селекции сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням и вредителям должна предусматривать, прежде всего, расширение генетического разнообразия возделываемых сортов.

Иммунологический скрининг генетических ресурсов растений, поиск генов и полигенных комплексов, отвечающих за устойчивость растений к вредным организмам – ключевые направления работы отдела иммунитета ВИР, созданного в 1932 г. Становление отдела самым тесным образом связано с именем Н.И. Вавилова. Он создал учение об иммунитете растений, установил законы естественного иммунитета, заложил основы современной генетики устойчивости, разработал теоретические аспекты селекции сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням и вредителям.

В отделе иммунитета накоплен огромный опыт работы с генофондом растений. Лишь за последние 5 лет изучено свыше 24 тыс. образцов зерновых, зернобобовых, овощных, плодовых, кормовых культур и картофеля, а также их диких родичей, в результате чего выделено 1117 источников устойчивости к вредным организмам. Наиболее масштабные исследования в последние годы проводятся на зерновых культурах. Основные результаты можно суммировать следующим образом.

Устойчивость к вредным организмам возделываемых видов зерновых культур

Изучили устойчивость к возбудителю бурой ржавчины (*Puccinia triticina* Erikss) 3765 образцов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) из коллекции ВИР, включая высокорезистентные по литературным данным формы. В стадии 1-2 листьев к сборной популяции *P. triticina* устойчивы 202 образца, из которых 112 защищены геном *Lr26*, 17 – *Lr19*, 37 – *Lr24*, 35 – *Lr9* и 1 образец имеет ген *Lr41*.

Формы, высокоустойчивые к гемибiotрофным патогенам, не выявлены. Низкий уровень устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили (возбудитель – *Bipolaris sorokiniana* Shoem.) образца 181-5 контролируется моногенно; гены

устойчивости к двум болезням не сцеплены. Слабая экспрессия устойчивости сорта MN81330 к септориозу (*Stagonospora nodorum* Berk.) детерминирована двумя доминантными комплементарными генами.

В различных эколого-географических зонах (Северо-Запад РФ, Центральная Черноземная зона РФ, Северный Кавказ, Узбекистан) изучили 4527 образцов мягкой и твердой (*T. durum* Desf.) пшеницы по устойчивости к обыкновенной черемуховой (*Rhopalosiphum padi* L.) и большой злаковой (*Sitobion avenae* F.) тлям. Лишь 48 образцов слабо заселялись насекомыми. Достаточно высокий антибиоз (неблагоприятное воздействие растения на насекомого при питании) к обыкновенной черемуховой тле выявлен у восьми сортов яровой мягкой пшеницы.

Из 2365 изученных образцов *Hordeum vulgare* L. только 3 сорта высокоустойчивы в ювенильной стадии к карликовой ржавчине (*P. hordei* Otth.); по результатам гибридологического анализа они защищены геном устойчивости *Rph7*. Образец NB-3002 из Непала устойчив к болезни в стадии флаг-листа. Поскольку все известные гены устойчивости ячменя к карликовой ржавчине проростковые, очевидно, что этот образец защищен геном или генами устойчивости, неидентичным известным *Rph* генам.

Низким уровнем ювенильной устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости обладают 6 образцов ячменя; устойчивость во всех случаях контролируется моногенно. Высокий уровень резистентности выявлен только у 2-х сортов: NDB 112 и Morex (оба имеют ген *Rcs 5*)

В результате многолетних исследований показано, что устойчивость ржи к бурой ржавчине (*P. recondita* f. sp. *secalis*) детерминирована как минимум 6-ю доминантными аллелями генов (*Lr4*, *Lr5*, *Lr6*, *Lr7*, *Lr8*, *Lr10*), к стеблевой ржавчине (*P. graminis* f.sp. *secalis*) – как минимум 2-мя (*Sr1*, *Sr2*). Экспрессивность и эффективность генов *Lr8* и *Lr10* зависит от их аллельного состояния. Большинство идентифицированных олигогенов ржи представляют собой блоки сцепленных генов, ответственных за устойчивость к отдельным клонам гриба.

Изучили свыше 7 тыс. образцов возделываемых видов рода *Sorghum* Moench по устойчивости к обыкновенной злаковой тле (*Schizaphis graminum* Rond.). Обширный материал из Африки (первичного центра происхождения культуры), из США, Индии и стран Латинской Америки, где сосредоточены наибольшие площади сорго, представлен в подавляющем большинстве неустойчивыми формами. В то же время многие местные образцы зернового сорго, прежде всего из Китая, характеризуются высокой устойчивостью к фитофагу. Наиболее сильно в поле повреждается сахарное сорго, несколько меньше – зерновое, далее следуют веничное и травянистое сорго (суданская трава). В лаборатории оценили поврежденность *S. graminum* 100 местных сортов суданской травы и выделили 25 гетерогенных образцов, у которых устойчивые компоненты защищены высокоэкспрессивными генами, 34 образца имеют гены устойчивости со слабым фенотипическим проявлением. Лабораторное

тестирование позволило выявить высокую частоту устойчивых форм (51,8%) среди образцов коллекции веничного сорго.

В настоящее время идентифицировали 15 генов устойчивости (*Sgr1* – *Sgr15*) сорго к *S. graminum*. Дифференциальное взаимодействие с фитофагом не выявлено лишь для образцов, защищенных генами *Sgr7* – *Sgr11*. Неаллельные гены устойчивости действуют аддитивно, что важно для практики. Аллельные отношения ряда генов устойчивости, в том числе и высокоэффективных, еще не изучены, что не позволяет пока что присвоить им символы.

Таким образом, генетическое разнообразие зерновых культур по устойчивости к вредным организмам зачастую весьма невелико. Запас эффективных генов устойчивости может пополняться не только за счет изучения мировой коллекции культурных растений, но и интрогрессии устойчивости от дикорастущих родичей.

Поиск устойчивых к вредным организмам форм, пригодных для интрогрессивной гибридизации

Анализировали реакцию на заражение патогенами 847 образцов 26 видов рода *Triticum* и 1359 образцов 17 видов рода *Aegilops*. Устойчивость к ржавчине выявлена у 189 форм, к септориозу – у 12, к обыкновенной корневой гнили – у 7 и к темно-бурой листовой пятнистости – лишь у 5 образцов.

Большинство изученных образцов рода *Triticum* восприимчивы к вышеназванным болезням. Высокоустойчивы к ржавчине все коллекционные образцы *T. timopheevii*, *T. militinae*, *T. zhukovskyi* и *T. timococcum*, а также 4 образца *T. boeoticum*. Впервые показана частичная супрессия устойчивости *T. timopheevii* и *T. militinae* геномом D *Ae. tauschii* у синтетических форм *T. miguschovae* и *T. kiharae*. Только 2 образца *T. araraticum* и один – *T. timopheevii* высоко устойчивы к темно-бурой листовой пятнистости. Высокий уровень устойчивости к *S. nodorum* выявлен у образцов *T. araraticum*, *T. timopheevii* и *T. monoccum*.

Среди форм *Ae. tauschii* (донор генома D мягкой пшеницы) 8 высокоустойчивы к листовой ржавчине, причем по результатам гибридологического анализа и изучения дифференциального взаимодействия с тест-клонами возбудителя, они защищены геном *Lr41*, уже переданным в мягкую пшеницу. Лишь 2 образца *Ae. tauschii* устойчивы к листовой пятнистости при инокуляции возбудителем болезни интактных растений при повышенной инфекционной нагрузке. Гибридологическим анализом доказано наличие у образца к-1804 одного рецессивного, а у к-3683 – двух рецессивных генов устойчивости; гены образцов неидентичны. К септориозу устойчивы 6 образцов *Ae. tauschii*, причем их гены устойчивости неидентичны и не аллельны.

К листовой ржавчине устойчивы образцы диплоидных видов *Ae. aucheri*, *Ae. caudata*, *Ae. comosa*, *Ae. heldreichii*, *Ae. longissima*, *Ae. uniaristata* и *Ae. umbellulata*.

В результате тестирования 1043 образцов в условиях Дагестана и Узбекистана выявили связь между геномным составом пшеницы и устойчивостью к большой злаковой тле. Наиболее устойчивы диплоидные виды с геномами A^u (*T. urartu*) и A^b (*T. boeoticum*, *T. monococcum*). Геном D от *Ae. tauschii* обеспечивает высокую устойчивость к насекомому таких видов, как *T. kiharae* и *T. miguschovae*. Устойчивость, обусловленная геномом G (секция *Timopheevii*), преодолевается вредителями.

На основании исследований 102 образцов *T. monococcum* коллекции ВИР с помощью гибридологического анализа и метода тест-клонов выявлен значительный полиморфизм этого вида пшеницы по устойчивости к *Erysiphe graminis* DC f.sp. *tritici* Marchal., вызывающего поражение растений мучнистой росой. Устойчивость большинства образцов к популяции и клонам гриба детерминирована доминантными генами, в отдельных случаях – рецессивными и обусловлена одним, двумя или тремя олигогенами. Геном *T. monococcum* содержит разнообразные гены устойчивости к мучнистой росе и потенциально может служить источником эффективных генов в селекции культивируемых видов пшеницы на иммунитет.

Изучили ювенильную устойчивость к карликовой ржавчине у 80 образцов 5 видов рода *Hordeum*. Высоко устойчивые формы обнаружены у *H. bulbosum* (4х), *H. agriocrithon* и *H. murinum*. Два первых вида представляют интерес для интрогрессивной селекции, так как легко скрещиваются с культурным ячменем и дают фертильное потомство.

Мы не можем с уверенностью судить об устойчивости ботанических видов рода *Sorghum* к обыкновенной злаковой тле в силу того, что видовая принадлежность большинства изученных форм не определена. В большей степени обычно повреждались образцы, относящиеся к видам *S. guineense*, *S. nervosum*, *S. caffrorum*, *S. nigricans*. С другой стороны, известно, что все культивируемые виды сорго скрещиваются между собой. Поэтому, на наш взгляд, поиск жесткой связи между ботаническими видами и устойчивостью к вредителю в данном случае не имеет смысла. Изучили устойчивость в поле практически всей коллекции дикорастущего сорго (133 образца). Сильно повреждались тлей 76 образцов, то есть около 60% изученных форм. В годы массового размножения фитофага лишь 2 образца характеризовались высокой устойчивостью. В результате лабораторной оценки 110 образцов выделили 9 гетерогенных форм. Очевидно, донорами эффективных генов устойчивости к обыкновенной злаковой тле могут служить только культивируемые виды сорго.

Получение устойчивых к вредным организмам форм с помощью биотехнологических методов

Узость генетического разнообразия пшеницы и ячменя по высокоэффективной устойчивости к болезням и вредителям, а также низкая частота устойчивых форм среди близких сородичей обуславливают

необходимость разработки дополнительных методов его расширения, в частности индукции соматоклональной изменчивости.

В результате регенерации растений в культуре каллусов 2-го пассажа были получены фертильные растения пшеницы и ячменя. Регенеранты пшеницы оценивали в поколении R_2 по устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости и листовой ржавчине, ячменя – к темно-бурой листовой пятнистости. Частота устойчивых форм оказалась выше у тех исходных генотипов, которые обладали каким-либо уровнем устойчивости к конкретной болезни. В последующих поколениях провели полинейный анализ устойчивости всех выделенных устойчивых соматоклонов: семенное потомство каждого растения собирали отдельно и анализировали по пораженности болезнями. Линии, устойчивые к изучаемым болезням и дающие в потомстве только устойчивые растения, не удавалось получить вплоть до поколения R_7 . В последующих поколениях выделили стабильно устойчивые к болезням линии.

Получили 13 линий пшеницы – потомков регенерантов сорта Spica, характеризующихся полевой устойчивостью к листовой ржавчине, причем 8 из них обладают и ювенильной устойчивостью. Методом гибридологического анализа показали, что высокий уровень экспрессии признака контролируется 3-мя генами. Высокий уровень взрослой устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости проявили 14 линий пшеницы – потомков регенерантов образца 181-5, из них 6 устойчивы к сборной популяции возбудителя и высокоагрессивному штамму T в ювенильной стадии роста. Расщепление по устойчивости в комбинациях скрещиваний с восприимчивым сортом доказывает наличие у соматоклонов не менее 3-х генов, контролирующих признак.

В результате изучения взрослой устойчивости на искусственных инфекционных фонах ранее выделенных форм ячменя выделили 7 высоко устойчивых к темно-бурой листовой пятнистости соматоклонов, среди которых 4 резистентны и в ювенильной стадии роста. Высокий уровень ювенильной устойчивости контролируется не менее чем 3-мя комплементарными генами.

Показали возможность использования соматоклональной изменчивости и для получения форм зерновых культур, устойчивых к насекомым. Так, среди более 1,5 тыс. семей – потомков растений-регенерантов из каллусных культур, иницированных в культуре незрелых зародышей сорта ячменя Golden Promise, выявили 3 семьи, которые повреждались краснодарской популяцией обыкновенной злаковой тли в меньшей степени, чем исходный сорт. Выделили также 10 семей регенерантов – потомков сорта пшеницы Orofen, обладающих слабой устойчивостью к *S. graminum*. Растения не предпочитались насекомым для питания и оказывали негативное воздействие на его развитие. Предполагается, что эта устойчивость контролируется полигенно.

В целом проведенная работа позволила идентифицировать устойчивые к болезням и вредителям формы мягкой пшеницы, культурного ячменя, ржи и сорго. Генетические исследования показали, что количество генов, детерминирующих высокий уровень экспрессии резистентности, крайне мало, что в свою очередь указывает на насущную необходимость расширения генетического разнообразия по высокоэффективной устойчивости. В зависимости от особенностей культуры удельное значение того или иного способа расширения разнообразия может быть разным. Для пшеницы и ячменя – это интрогрессивная гибридизация, для сорго – поиск устойчивых форм внутри культурных видов. В случае исчерпания генофонда основное значение приобретает мутагенез, а также методы генной инженерии.

Основные выводы нашей работы полностью подтверждают положения учения Н.И. Вавилова об иммунитете культурных растений к инфекционным болезням, сделанные во время начала становления мировой коллекции нашего института. Н.И. Вавилов уже указывал на редкость устойчивых форм среди образцов мягкой пшеницы, подчеркивал огромную значимость родственных видов в создании иммунных форм культурных видов, отметил возможность и необходимость использования мутагенеза в селекции на устойчивость. Большой вклад внес Н.И. Вавилов также в развитие представлений о совместной эволюции паразита и хозяина. «Зная эволюцию данного культурного растения, ... можно предвидеть в значительной мере местонахождение интересующих селекционера иммунных форм» – указывал Н.И. Вавилов в 1940 г. в итоговом труде «Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям».

Одновременно с этим мы рассматриваем нашу работу не только как реализацию взглядов Н.И. Вавилова, но и как их углубление. Рассмотрим некоторые основные положения теории Н.И. Вавилова в свете результатов изучения генетического разнообразия зерновых культур по устойчивости к вредным организмам, полученных в отделе иммунитета ВИР.

1. «Первой и основной закономерностью, определяющей существование видов и сортов растений, иммунных к тому или другому паразиту, является специализация паразитов... Чем уже специализация паразита по родам и видам растений, тем больше шансов на нахождение иммунных форм в пределах отдельных видов».

Данное предположение, если подходить к нему буквально, вряд ли может в настоящее время рассматриваться как абсолютно правильное. Так, при изучении 3765 образцов мягкой пшеницы мировой коллекции ВНИИ растениеводства по устойчивости к листовой ржавчине (возбудитель – узкоспециализированный биотрофный патоген), септориозу (узкоспециализированный гемибиотроф) и темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили (широкоспециализированный гемибиотроф) мы не выявили связи специализации паразита и частоты

форм, защищенных «собственными» генами устойчивости мягкой пшеницы. Среди изученного сортимента 90 образцов были высоко устойчивы к ржавчине; однако методами гибридологического анализа, фитопатологического и STS анализов было показано, что все они защищены лишь 4-мя генами устойчивости *Lr* 9, 19, 24, 41 (все чужеродного происхождения). По резистентности к пятнистости идентифицирован всего один образец 181-5, устойчивость которого экспрессируется только при низкой инфекционной нагрузке патогена. Высокоустойчивые к септориозу и корневой гнили формы не выявили вообще. Аналогичная ситуация наблюдается и с устойчивостью культурного ячменя к болезням: из 2365 образцов, оцененных в лабораторных условиях, только 3 устойчивы к карликовой ржавчине (возбудитель – узкоспециализированный биотрофный патоген), причем все защищены одним и тем же геном *Rph* 7 и только 2 – к темно-бурой листовой пятнистости (ген *Rcs* 5).

В то же время, отмеченная Н.И. Вавиловым закономерность прослеживается достаточно четко, если слово «сорт» трактовать не в современном его понимании, а как синоним термина «образец какого либо вида» (что, собственно, и делал Вавилов, используя во многих случаях термин «форма»). Мы изучили устойчивость к тем же болезням у 1359 образцов 17 видов рода *Aegilops* и 846 образцов 26 видов рода *Triticum*; при этом высокий уровень устойчивости к ржавчине выявлен у 189 форм, к септориозу – у 12, к обыкновенной корневой гнили – у 7 и к темно-бурой листовой пятнистости – только у 5 образцов.

2. «Вторым основным законом, определяющим вероятность нахождения иммунных сортов и видов среди данного культурного растения, является наличие или отсутствие резкой генетической дивергенции... Наиболее контрастные различия по иммунитету выявляют растения, цитогенетически резко дифференцированные на различные виды».

Как и при анализе первого положения закономерностей естественного иммунитета, данное утверждение не может рассматриваться как приложимое к селекционным сортам. По нашим данным, устойчивость (по крайней мере, ювенильная) мягкой пшеницы к листовой ржавчине только опосредованно связана с происхождением сорта: частота устойчивых форм выше в тех регионах, где ведется целенаправленная селекция на устойчивость к данной болезни. В то же время, если речь идет об образцах разных видов, то данное положение часто справедливо; более того, как и полагал Н.И. Вавилов, может служить предпосылкой для пересмотра таксономического разграничения видов. В нашей работе все изученные формы пшениц подрода *Triticum* были восприимчивы в проростковой стадии к болезни, а среди образцов подрода *Boeoticum* выделены высокоустойчивые к ржавчине. Здесь необходимо отметить, что возможны и отклонения от данного правила. Так, известно, что часть образцов *T. araraticum* легко скрещивается с пшеницей Тимофеева (по мнению многих

зарубежных авторов, это один вид), но по устойчивости между ними наблюдается очень сильное различие.

3. «Третий основной закон распределения иммунитета заключается в соответствии реакции иммунитета к паразитическим заболеваниям с экологическим типом растения. ... Наиболее контрастные различия по иммунитету выявляются ... в наиболее контрастных условиях среды».

В наших исследованиях по устойчивости редких видов пшеницы к болезням и вредителям также обнаруживалась связь экологического типа растений с устойчивостью, например, к злаковым тлям и мучнистой росе.

Н.И. Вавилов считал, что «...иммунитет вырабатывается под влиянием естественного отбора только в тех условиях, которые содействуют развитию инфекции, и, как правило, выявляется только там, где имеется в наличии тот или другой паразит, в отношении которого отбор вырабатывает иммунитет», что несколько расходится с последующей трактовкой П.М. Жуковского о преимущественном нахождении иммунных форм на первичной родине хозяина.

Как указывалось выше, мы нашли наиболее устойчивые к обыкновенной злаковой тле формы сорго среди местных образцов из Китая, а не из Африки (первичной родины культуры). Видимо, это связано с давностью взаимоотношений насекомого и растения-хозяина. По мнению известного афидолога Г.Х. Шапошникова, вероятный центр происхождения большинства групп тлей – горные районы Манчжурско-Китайской и Индийской подобластей. Эксперименты с ячменем и овсом также показали высокую частоту устойчивых к этому фитофагу форм среди местных образцов из Юго-Восточной Азии.

4. Наши исследования подтверждают вывод Н.И. Вавилова о том, что «...групповой, или комплексный, иммунитет является вполне реальным фактом, широко распространенным в природе».

Так, выявлены образцы *T. toposossit*, сочетающие устойчивость к трем видам тлей. Литературные сведения также показывают, что *T. toposossit* обладает комплексной устойчивостью к целому ряду вредителей и болезней: злаковым тлям, пшеничному трипсу, вредной черепашке, злаковым мухам, пилильщикам, пьявице, мучнистой росе, головневым грибам, ржавчинам и др. По образному выражению Н.И. Вавилова, однозернянки являются «аккумуляторами комплексного иммунитета». Нами выделены также формы *T. timopheevii*, сочетающие устойчивость к листовой ржавчине и темно-бурой листовой пятнистости.

В то же время следует отметить, что среди коллекционных форм мягкой пшеницы и культурного ячменя комплексный иммунитет к изучаемым нами болезням практически отсутствует, хотя известны отдельные случаи передачи от родственных видов в геном мягкой пшеницы сцепленных генов устойчивости к нескольким болезням в одной транслокации.

5. В капитальном труде «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям» (1918) Н.И. Вавилов писал, что «...можно привести множество... фактов – в доказательство стойкости и неизменяемости сортового иммунитета. ..Иммунитет сортов является постоянным и во времени».

Н.И. Вавилову уже тогда были известны факты, что микроэволюция в популяциях патогенов может приводить к появлению новых внутривидовых форм, способных поражать ранее устойчивые сорта зерновых культур, так что еще в первой половине 20-го века данное положение не могло рассматриваться как абсолютное. Сведения, накопленные в последующее время, убедительно показывают, что в большинстве случаев защищенные олигогенами сорта быстро теряют устойчивость. Так, ген устойчивости пшеницы к листовой ржавчине *Lr9* потерял свою эффективность в США; широкое возделывание сортов, защищенных геном *Lr19*, привело к утрате его эффективности в Поволжье и Волго-Вятском регионе; ген *Lr24* потерял эффективность в США и Канаде вследствие возделывания сортов с этим геном устойчивости. Теоретическое обоснование этим фактам дает постулат Флора «ген для гена», следствием которого является достаточность одной мутации у патогена для появления генотипов, вирулентных к сорту, имеющему один ген устойчивости. Однако очевидно, что в случае видов растений такой потери устойчивости не происходит. Например, *T. timopheevii* и *T. monosocum* высоко устойчивы к ржавчине во всем мире. Можно предположить, что это обусловлено одной из двух возможных причин. Во-первых, для потери устойчивости необходимо возделывание сорта (или образца вида) на больших площадях для возможности накопления мутаций вирулентности у возбудителя болезни, а этого, очевидно, до сих пор не происходило для данных видов. Во-вторых, образцы данных видов могут иметь несколько высокоэффективных генов устойчивости; простой арифметический подсчет показывает, что для преодоления 3-4 высокоэффективных генов не достаточно всех уредоспор патогена на нашей планете. В пользу последнего предположения говорит тот факт, что единичные гены, интрогрессированные в мягкую пшеницу от *T. timopheevii*, неэффективны в ювенильной стадии против популяций *P. triticina* из России.

Изучение популяционной структуры вредных организмов

Крайне малое количество эффективных генов устойчивости обуславливает необходимость разработки подходов для продления срока их полезной жизни, таких как создание мультилинейных сортов, пирамидирование генов, объединение в одном генотипе главного и малых генов резистентности и т.д. Процесс адаптации вредных организмов к устойчивым сортам можно замедлить также за счет целесообразного территориального размещения доноров с различными генами устойчивости. Данный подход требует знаний о генетической структуре популяций

возбудителей болезней и вредителей, их изменчивости, связи различных популяций и субпопуляций между собой.

Для популяций *P. triticina* и *B. sorokiniana* впервые выявлена радикальная смена генетической структуры популяций в течение одного сезона вегетации, что указывает на необходимость изучения нескольких сборов патогенов ежегодно для всесторонней характеристики популяций по частотам фенотипов (формул вирулентности), а также для определения степени сходства выборок из различных ареалов обитания паразитов. Кроме того, данная работа доказывает необходимость объединения нескольких сборов патогенов для создания инфекционных фонов в лабораторных и полевых экспериментах при идентификации образцов зерновых с высоким уровнем устойчивости к болезням.

Исследование внутривидовой изменчивости злаковых тлей показало, что европейские популяции *S. graminum* относительно изолированы от азиатских популяций. Эксперименты позволяют предположить важность роли миграции в определении структуры популяций насекомого. Исследования последних лет продемонстрировали также существенную сезонную вариабельность генетической структуры краснодарской популяции тли. Необходимо длительное изучение изменчивости популяций насекомого по вирулентности к растению-хозяину для того, чтобы предложить обоснованную схему размещения сортов и гибридов сорго с разными генами устойчивости. Тем не менее, создание «нерегулярной», то есть ничем не регламентированной мозаики сортов, вполне возможно в настоящее время.

Практическая ценность результатов исследований

Сотрудники отдела иммунитета ВИР многие годы исследовали не только упомянутые выше, но и целый ряд других систем взаимодействия растение – вредный организм. В результате скрининга коллекционных образцов зерновых культур выделены источники устойчивости мягкой пшеницы к листовой ржавчине, мучнистой росе, твердой и пыльной головне, фузариозу колоса, злаковым тлям; ячменя – к карликовой ржавчине, темно-бурой листовой пятнистости, мучнистой росе, твердой и пыльной головне, сетчатой пятнистости, ринхоспориозу, злаковым тлям; ржи – к бурой ржавчине и мучнистой росе; овса – к корончатой ржавчине и обыкновенной злаковой тле; сорго – к обыкновенной злаковой тле. В ряде случаев изучено наследование устойчивости, что позволило идентифицировать новые эффективные гены резистентности.

У мягкой пшеницы и культурного ячменя получены мутанты в культуре *in vitro* (соматоклональные варианты), в потомстве которых отобраны линии, высокоустойчивые к темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили; по уровню резистентности они превышают лучшие коллекционные формы.

Для интрогрессивной гибридизации с целью создания высокоустойчивых к болезням и вредителям форм мягкой пшеницы идентифицированы образцы родов *Aegilops* и *Triticum*, устойчивые к листовой ржавчине, темно-бурой листовой пятнистости, септориозу, мучнистой росе, злаковым тлям; у некоторых форм изучен генетический контроль устойчивости.

С помощью метода ограниченных беккроссов получены линии зернового сорго F₁₀ – F₁₄ BC₁ – BC₂ с генами устойчивости *Sgr5* – *Sgr8*. Эти линии отвечают всем требованиям, предъявляемым к донорам хозяйственно-ценных признаков.

На основе использования выявленных источников устойчивости ржи к возбудителям болезней с учетом закономерностей генетики иммунитета созданы 49 доноров эффективных генов устойчивости к болезням: 5 – к бурой ржавчине, 15 – к бурой ржавчине и мучнистой росе, 6 – к бурой и стеблевой ржавчине, 23 – к группе патогенов: возбудителям бурой, стеблевой ржавчины и мучнистой росы. Доноры характеризуются максимальными показателями положительных и минимальным числом отрицательных хозяйственно-ценных признаков. Согласно результатам ретроспективного и современного иммунологического анализа у ржи существуют генетические механизмы, обеспечивающие длительную устойчивость этой культуры к бурой и стеблевой ржавчине (30–80 и более лет).

Работа частично финансировалась Российским фондом фундаментальных исследований (гранты № 02-04-48948 и № 06-04-49039).

СТРАТЕГИЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО БАЗИСА АДАПТАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Э.А. Гончарова

Проведен анализ стратегии изучения устойчивости к разным экстремальным факторам внешней среды представителей различных ботанических родов и семейств из мировой коллекции растений ВИР за последние 30 лет. Показаны физиолого-биохимические и морфо-биологические подходы с использованием которых раскрыты механизмы адаптации ценных сельскохозяйственных растений на разных уровнях организации: клеточном, организменном, органном и популяционном. Впервые сформулированы теоретические представления об общности физиологических и метаболических перестроек и предложена концепция о фазовом характере адаптации растений к разным видам стрессов. Использование эколого-географического подхода позволило разработать новую теорию и методологию управления генетико-физиологическими системами с целью создания наукоемкой технологии селекции растений XXI века.

ADAPTIVE STRATEGY OF PLANT RESOURCE INVESTIGATIONS

E.A. Goncharova

Analyzed here is the strategy of evaluating resistance to extreme environmental factors in the accessions from the Vavilov Institute's global collection, representing different botanical genera and families. The developed physiological, biochemical and morphobiological approaches made it possible to disclose adaptability mechanisms in various useful crops on different levels of organization—cellular, organismal, populational, etc. On this basis, theoretical overviews on common physiological and metabolic changes were made for the first time, and the concept of phase nature of plant adaptation to different types of stresses was formulated. Last decade's developments of these investigations on the basis of ecogenetic approach made it possible to work out a new theory and methodology to control genetic and physiological systems with the aim of producing an advanced scientific technology of the 21st century plant breeding. This research made a significant contribution to solving the tasks of breeding, genetic resources studies and plant introduction.

Знаменательные факты из истории

Разноплановые исследования физиологии растений, в том числе и их устойчивости, начатые в ВИРе в 1925 г., связаны с крупнейшим

физиологом академиком Н.А.Максимовым, который был *первым организатором и руководителем отдела физиологии растений* Всесоюзного института растениеводства им. Н.И.Вавилова.

Еще тогда, когда он был студентом Петербургского университета, его научные интересы и принципы формировались под влиянием таких талантливых ученых как А.А. Рихтер, Д.Н. Ивановский, В.И. Палладин, Л.А. Иванов и др. А в дальнейшем Н.А. Максимов сам воспитал целую плеяду известных советских физиологов – Н.В. Красовскую, Д.Ф. Сказкину, И.М. Васильева, И.И. Туманова, Б.С. Мошкова, В.И. Разумова и др. Многие поколения советских биологов и агрономов слушали его лекции по физиологии растений в вузах Краснодар, Ленинграда, Саратова, Москвы, осваивали основы этой области науки по его многократно переиздававшемуся учебнику «Курс физиологии растений».

Н.А. Максимов явился одним из основоположников новой области науки – экологической физиологии растений. Следуя заветам К.А. Тимирязева, он постоянно стремился приблизить физиологию растений к запросам сельского хозяйства и многого добился на этом пути. В этом одна из основных заслуг Н.А. Максимова как ученого.

И, наконец, значительны заслуги Н.А. Максимова как организатора научных исследований, научных коллективов. Одним из таких коллективов был отдел физиологии растений ВИР, созданный Н.А. Максимовым в 1925 г. Тогда это была первая в СССР агрофизиологическая лаборатория. В предвоенные годы лаборатория, по общему признанию, была прекрасно (для того времени) оснащена, а основные исследования коллектива лаборатории, вплоть до 1933 г. руководимого Н.А. Максимовым, а затем его соратником И.И. Тумановым, были направлены на изучение засухоустойчивости и морозостойкости растений.

Прерванные Отечественной войной исследования по физиологии устойчивости растений в отделе физиологии растений ВИР были возобновлены уже после смерти Н.А. Максимова. Однако завещанные им традиции «содружества физиологии с производством», заложенные им направления исследований были восприняты и продолжены его последователями и учениками.

Значительно позже, к 100-летию со дня рождения акад. Н.А. Максимова, под руководством проф. Г.В. Удовенко был подготовлен и вышел в свет очередной том «Трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции» (1979) [7], посвященный памяти крупного ученого.

В 1966 г., проф. Г.В. Удовенко пригласили во Всесоюзный институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (Ленинград). Там он организовал и в течение 35 лет возглавлял систематические физиолого-генетические исследования стресс-устойчивости культурных растений и их диких родичей к абиотическим стрессам. Особое внимание было обращено на различие механизмов адаптации растений на разных уровнях их организации.

Изначально научный акцент был сделан на проблему солеустойчивости. Солеустойчивость культурных растений являлась одной из важнейших проблем целого комплекса сельскохозяйственных наук. И хотя в 50-60-е годы по различным аспектам солеустойчивости сельскохозяйственных растений публиковалось большое число работ, обобщенных в ряде монографий и сводок, Г.В. Удовенко пополняет их новыми интересными данными, анализ которых был важен для дальнейшего развития этой проблемы, включающей как теоретические, так и практические ее аспекты. Г.В. Удовенко показал, что в условиях засоления у растений изменяются важнейшие для их жизнедеятельности физиологические и метаболические функции: водно-осмотический режим, белковый и энергетический обмены, фотосинтетические процессы. Однако степень изменения этих параметров у сортов и видов растений различна, что отражается на уровне снижения их продуктивности в одинаковых условиях засоления [6].

В качестве критерия оценки солеустойчивости сельскохозяйственных растений Г.В. Удовенко предлагал рассматривать отношение урожая сорта при засолении к урожаю без засоления; при разном уровне засоления почвы это отношение изменяется. Кроме того, солеустойчивость сортов и видов растений зависит от микроэволюции и экологии среды. Знание последних, по мнению Г.В. Удовенко, позволяет правильно осуществлять сорторазмещение и подбирать доноры высокой солеустойчивости для селекционных целей [6, 7, 8].

Для определения эффективности агротехнических и селекционных приемов повышения солеустойчивости растений, а также для сравнительной сортовой оценки устойчивости в интродукционных целях были разработаны и применены различные методы и подходы диагностики [7, 8].

Затем было экспериментально показано, что уровень солеустойчивости сортов и видов растений связан с экологическими условиями места их происхождения и основного ареала возделывания. Этот вывод подтвердили сравнительные исследования солеустойчивости более тысячи сортов сельскохозяйственных культур различных семейств из мировой коллекции ВИР. При этом установлено, что солеустойчивость испытываемых культур достоверно снижалась в следующем порядке: житняк > волоснец > кострец > пырей > кохия > ячмень > пшеница > рис > овес > сорго > просо > кукуруза > нут > чина > люпин > бобы > чечевица > фасоль > вика > горох > вигна > соя. Более высокая солеустойчивость злаковых по сравнению с бобовыми обусловлена, по-видимому, тем, что центрами происхождения и формирования многих из них (пшеница, ячмень, овес, просо, сорго) являются аридные районы Северной Африки и Юго-Восточной Азии со значительным распространением засоленных земель. Вероятно, в течение многовековой культуры на засоленных почвах эти растения подвергались

естественному отбору на солеустойчивость. Эволюционный процесс способствовал даже появлению небольшого числа типичных галофитов в различных трибах семейства Злаковые (*Festuca*, *Hordeum*, *Sorghum*). У бобовых (бобы, чечевица, вигна, соя) процесс приспособления к внешней среде протекал в иных условиях – чаще всего в районах с достаточным увлажнением и незначительным распространением засоленных земель (горные области Юго-Западной и Центральной Азии, горы Центральной Африки) [2, 6].

При высоких концентрациях соли в почвенном растворе различия в индивидуальной солеустойчивости растений начинают проявляться уже в фазе прорастания семян, что приводит к недружным всходам и изреженности посевов. Исследование этого явления показало его значение в формировании сортов с повышенной солеустойчивостью в процессе длительного возделывания их в районах засоленных почв.

Таким образом, в многоплановых экспериментах Г.В. Удовенко еще в 60-70-е годы была изучена физиологическая природа солеустойчивости растений, ее генетическая природа и эволюция формирования; разработаны методы диагностики и оценки по уровню солеустойчивости растительных ресурсов важнейших сельскохозяйственных культур, а также исследованы закономерности наследования признака солеустойчивости при гибридизации растений.

Физиологические механизмы адаптации растений

Актуальность и обоснованность этих исследований обусловлена следующим. Реакция растений различных сортов и видов растений на экстремальные воздействия зависит от уровня их устойчивости, количественной мерой которой (в агрономическом понимании) является степень снижения продуктивности растений в стрессовых условиях. Повышение устойчивости растений – важное звено в решении общей проблемы роста продуктивности сельского хозяйства. Основные пути активного повышения уровня устойчивости растений к экстремальным факторам – применение агротехнических приемов, увеличивающих общую устойчивость организма, и направленная селекция сортов на повышенную устойчивость. Конкретная же реализация этих путей может базироваться лишь на глубоком знании механизмов адаптации растений, действующих на различных уровнях биологической организации – клеточном, организменном, популяционном.

В 70-е годы в ВИРе под руководством Г.В. Удовенко по единой программе проводились масштабные исследования не только соле-, но и засухо-, жаро-, морозо- и холодоустойчивости растений с прослеживанием

динамики большого числа физиологических показателей. По Г.В. Удовенко, вывод о неспецифичности адаптации растений к разным неблагоприятным факторам имеет принципиально важное значение. Из него вытекает правомерность использования всего арсенала экспериментальных данных, полученных при изучении устойчивости растений к какому-либо одному стрессу, на раскрытие механизмов адаптации растений и к другим стрессам. Это дает возможность более глубокого и детального выяснения общей природы устойчивости растений, а также разработки общих принципов диагностики и приемов повышения устойчивости растений [7, 9].

На основе исследований Г.В. Удовенко, проведенных на базе генофонда растительных ресурсов ВИР, разработаны теоретические представления об общности метаболических перестроек у растений при разных видах стрессов (рис. 1, 2) и сформулирована концепция о механизмах отдельных фаз адаптации растений к стрессам.

На большом разнообразии сортов и видов сельскохозяйственных культур (пшенице, ячмене, кукурузе, бобах, фасоли, томатах, землянике, житняке, рапсе, плодовых и др.) разного уровня устойчивости в течение более 25 лет велись по единой программе одновременные исследования засухо-, жаро-, морозо- и солеустойчивости растений с изучением в динамике большого числа физиологических параметров. Анализ полученных в этих опытах однотипных результатов, подтверждаемых и литературными данными, указал на единый качественный характер изменения многих параметров у растений под влиянием разнотипных стрессов (табл. 1).

Говоря о характере реакции растений (специфическом или неспецифическом) на разные типы стрессов, необходимо четко разграничивать две категории различий этой реакции – количественную и качественную. Разные сорта и виды растений в ответ на одинаковое стрессовое воздействие в разной степени (количественно!) изменяют свои физиологические функции, хотя качественно эти изменения сохраняют аналогичный характер; то же самое имеет место и при реакции одних и тех же видов растений на разные типы стрессов. Идентичность качественной стороны физиологических изменений и говорит о неспецифичности адаптации. А количественные различия отражают реально существующий разный уровень устойчивости (т.е. ее меру) у растений. Однако иногда исследователи говорят о сорто- или видоспецифичности устойчивости, имея в виду именно количественные различия реакции растений на стресс. Отдельные реально наблюдаемые случаи качественных (специфических) различий физиологических изменений, условия их проявления и прежде

всего их функциональная значимость в общем механизме адаптации растений к экстремальным воздействиям будут рассмотрены ниже.

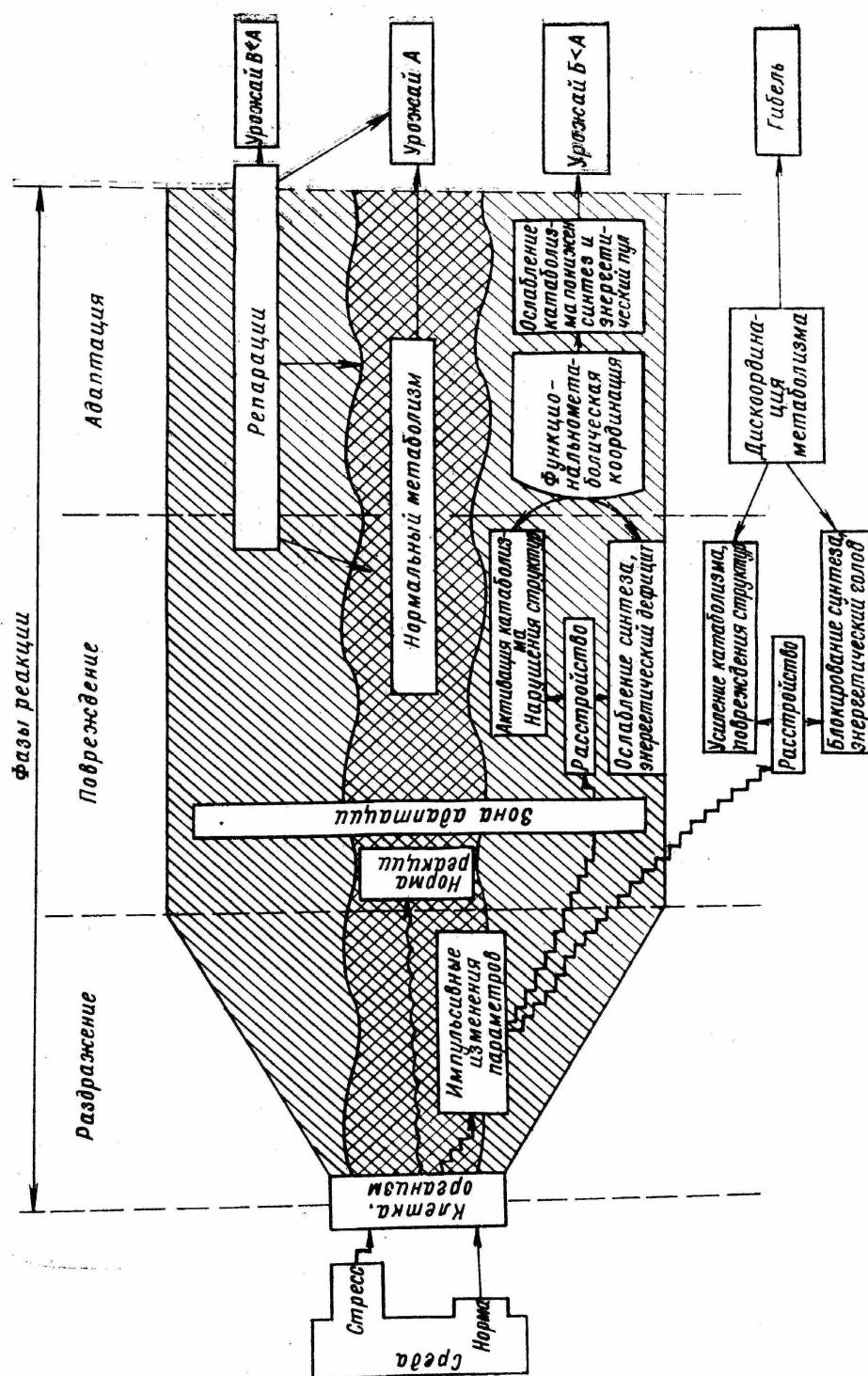


Рис. 1. Общая схема изменений метаболизма растений в условиях стрессов

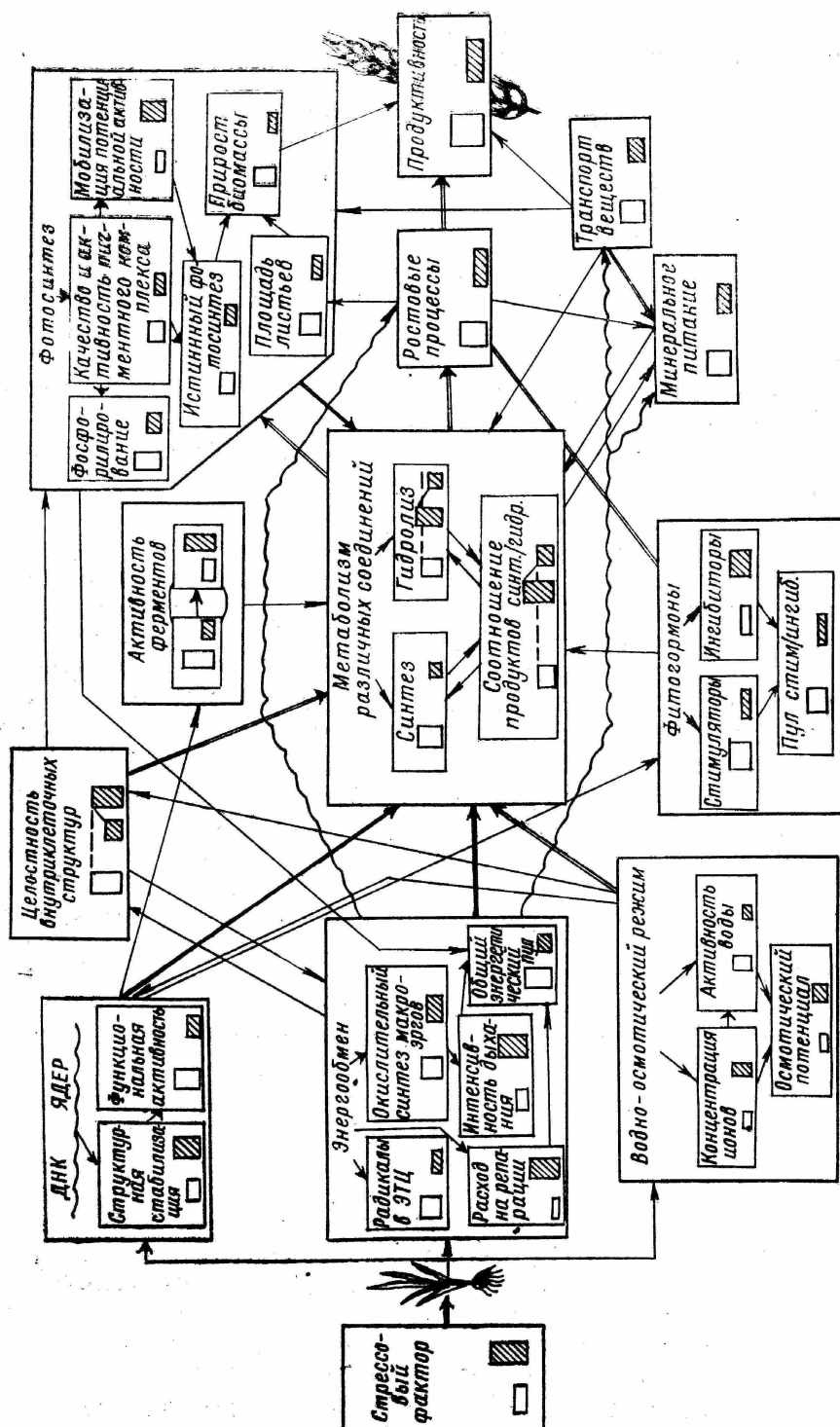


Рис. 2. Схема физиологических взаимосвязей у растений при стрессах

↑ направление стрессового влияния на функции организма



количественное соотношение параметров в норме



количественное соотношение параметров при стрессе

Таблица 1. Изменение физиологических параметров у растений в условиях стрессов (по Г.В. Удовенко, 1979 г)

Параметры	Характер изменения параметров в условиях			
	засухи	засоления	высокой температуры	низкой температуры
Концентрация ионов в тканях	Растет	Растет	Растет	Растет
Активность воды в клетке	Падает	Падает	Падает	Падает
Осмотический потенциал клеток	Растет	Растет	Растет	Растет
Водоудерживающая способность	»	»	»	—
Водный дефицит	»	»	»	—
Проницаемость протоплазмы	»	»	»	—
Интенсивность транспирации	Падает	Падает	»	Падает
Эффективность транспирации	»	»	Падает	»
Энергоэффект дыхания	»	»	»	—
Интенсивность дыхания	Растет	Растет	Растет	—
Фотофосфорилирование	Снижается	Снижается	—	Снижается
Стабилизация ядерной ДНК	Растет	Растет	—	Растет
Функциональная активность ДНК	Снижается	Снижается	Снижается	Снижается
Концентрация пролина	Растет	Растет	Растет	—
Содержание водорастворимых белков	»	»	»	Растет
Синтетические реакции	Подавлены	Подавлены	Подавлены	Подавлены
Поглощение ионов корнями	Подавлено	Подавлено	Подавлено	Подавлено
Транспорт веществ	Подавлен	Подавлен	Подавлен	Подавлен
Концентрация пигментов	Падает	Падает	Падает	Падает
Деление клеток	Тормозится	Тормозится	—	—
Растяжение клеток	Подавлено	Подавлено	—	—
Число плодоеlementов	Снижено	Снижено	Снижено	Снижено
Старение органов	Ускорено	Ускорено	Ускорено	—
Биологический урожай	Понижен	Понижен	Понижен	Понижен

При любых экстремальных воздействиях в растительном организме, как показывают многочисленные данные, наблюдаются изменения разнообразных физиологических параметров (рис. 1). Это обусловлено взаимосвязью отдельных процессов в растении и саморегулируемостью его метаболизма в целом. Однако анализ динамики изменений физиологических параметров при стрессах и характера взаимосвязей отдельных звеньев метаболизма позволяют выделить первичные (основные)

нарушения, обусловленные непосредственным воздействием стресса на клетку, вторичные отклонения, вызванные первичными нарушениями метаболических функций, и результирующие изменения ряда интегральных параметров организма.

Адаптация на клеточном уровне

К первичным нарушениям при стрессах следует отнести изменения в осморегуляции цитоплазмы, биоэнергетических процессах, структурной целостности и составе мембран и структурном состоянии (и обусловленной им функциональной активности) ядерной ДНК [7, 9].

Изменения осмотического метастабильного равновесия в клетке обуславливаются сдвигами внутриклеточной концентрации ионов, абсолютной величины осмотического и водного потенциалов, активности и подвижности воды. Обнаруживается однотипность изменений указанных параметров под влиянием различных стрессов. Так, увеличение концентрации ионов в тканях растений отмечено при засолении, обезвоживании, снижении температуры до отрицательной, повышении температуры до предельных уровней и т.д. При этих же условиях многими авторами отмечено снижение активности и подвижности воды и увеличении абсолютных значений осмотического и водного потенциалов в клетке. Сохранение же константного осмотического равновесия в клетке является важнейшим условием ее нормального функционирования, а изменение этого уровня ведет к значительным изменениям в метаболизме [7].

Наряду с этим, при стрессах резко расширяются каналы утечки энергии на репарацию поврежденных внутриклеточных структур. Это вызывает стабильно сохраняемое при стрессе снижение общего энергетического пула организма и падение энергообеспеченности всех энергозависимых процессов нормального метаболизма. Кроме того, многие авторы указывают на нарушения липид-компонентного состава, структурного состояния и целостности внутриклеточных мембран при различных типах стрессов. Это ведет к нарушению компартментализации метаболитов в клетке и дискоординации всего метаболизма [7].

При различных экстремальных условиях также отмечены факты изменения структурного состояния ДНК ядер – перехода из «раскрытого» и разрыхленного (лабильная ДНК) в плотно упакованное, «закрытое» гистонами (стабильная ДНК). Блокирование ДНК гистонами обеспечивает ее повышенную устойчивость к неблагоприятным воздействиям. Снижение функциональной активности ДНК при стрессах показано многими авторами на примере изменения скорости включения радиоизотопных меток при новообразовании НК и других контролируемых ДНК продуктов синтеза [7].

Ко вторичным отклонениям в экстремальных условиях можно отнести, очевидно, большинство физиологических изменений в клетке и целом организме. Их общей чертой является причинная зависимость от

физиологических параметров, первично повреждаемых стрессами. Наиболее важное функциональное значение среди вторичных отклонений имеют торможение белкового синтеза, увеличение концентрации фитогормонов ингибиторного характера, подавление деления и растяжения клеток.

Суммарным отражением всех первичных физиологических нарушений и вторичных отклонений являются интегрирующие изменения важных физиологических функций растительного организма: интенсивности поглощения и утилизации минеральных элементов питания, прироста общей биомассы, величины урожая семян и плодов и ряд других (Удовенко Г.В., 1979; Удовенко Г.В., Шевелуха В.С., Драгавцев В.А. и др., 1995).

Процессы повреждения и адаптации в условиях стресса не только различаются по физиологической сущности, но и разграничены по времени их проявления, а весь комплекс метаболических превращений в клетках растений в экстремальных условиях имеет фазовый характер, что отражено в предложенной Г.В. Удовенко общей схеме (рис. 2).

Для первой фазы реакции растений на стресс, названной нами фазой раздражения, характерно, как показали опыты, быстрое и резкое отклонение многих параметров от нормы с последующим, менее быстрым возвращением к норме. Такой колебательный («пружинный») эффект, наступавший уже через несколько минут после стрессового воздействия, мы наблюдали, например, для общей оводненности, концентрации хлорофилла «а» и даже ультраструктурного состояния митохондрий и хлоропластов в листьях при резком засолении прикорневого субстрата. В литературе также отмечались факты резкого и непродолжительного (импульсивного) изменения некоторых физиологических параметров у растений в ответ на экстремальные воздействия. Возможно, к этой же категории явлений относятся и так называемые биоэлектрические потенциалы действия, возникающие у растений в ответ на самые разнообразные внешние раздражения. Надо отметить, что между амплитудой и скоростью «пружинного эффекта», с одной стороны, и напряженностью стресса либо уровнем устойчивости к нему растений, с другой, наблюдается некоторая корреляция.

В физиологическом отношении изменения этой фазы, вероятно, еще не носят характера повреждений метаболических функций, а являются лишь своеобразным сигналом организму об отклонении условий среды за пределы нормы. Длительность этой фазы, как показывают опыты, ограничивается несколькими десятками минут.

Следующая за раздражением фаза повреждения, судя по экспериментальным данным, имеет длительность несколько суток. В ходе этой фазы, наряду с подавлением синтетических и других энергозависимых реакций, существенно усиливаются различные катаболические и гидролитические процессы. Это приводит к дискоординации разных звеньев метаболизма и к резкому сдвигу от нормы соотношения продуктов этих звеньев. Размеры этой дискоординации, как показывают многие

литературные данные, прямо коррелируют с уровнем напряженности стрессового фактора и в обратной степени зависят от устойчивости растений [7, 8, 9]. При достаточно сильной напряженности стресса, превышающей пороговое для организма значение, степень дискоординации метаболизма усиливается по типу цепной реакции и растение в конце концов гибнет.

Если же экстремальный фактор не превышает летального порога, то соотношение продуктов противоположно направленных метаболических процессов через некоторое время начинает вновь приближаться к норме и постепенно достигает ее значения. Этот процесс нормализации и является заключительной фазой изменения метаболизма при экстремальных условиях, т.е. фазой адаптации в узком значении этого слова. Как показал анализ динамики ряда физиологических параметров, этот интервал до начала фазы адаптации составляет несколько суток при средней напряженности стресса (порядка 50-70% от летального уровня).

Эксперименты показывают, что в экстремальных условиях интенсивность синтетических и энергосберегающих процессов в фазе адаптации и после ее завершения сохраняется на таком же низком уровне, как и в фазу повреждения.

В это же время наблюдается восстановление поврежденных и денормализованных внутриклеточных структур (мембран, органелл). Это, по-видимому, обусловлено также постепенной нормализацией соотношения процессов новообразования (обновления) и разрушения составных компонентов этих структур. И, вероятно, именно ослабление гидролитических и катаболических процессов составляет основную сущность фазы адаптации и отражает саморегулируемость метаболизма в экстремальных условиях [7].

Длительность фазы адаптации, как показывают эксперименты, также составляет значительный отрезок времени, несколько больший, чем фаза повреждения (в наших опытах при фазе повреждения 5-7 суток фаза адаптации длилась около 7-10 суток). После ее окончания растения нормально вегетируют в экстремальных условиях уже в полностью адаптированном состоянии при общем пониженном уровне синтетических, энергетических и интегральных (например, прирост биомассы) процессов.

Завершая рассмотрение фазовости процессов адаптации растений по Г.В. Удовенко, следует отметить еще ряд моментов.

В фазе раздражения и начале фазы повреждения, наряду с общими неспецифическими изменениями многих физиологических параметров, первоначально удается обнаружить и отдельные специфические реакции, отражающие характер воздействующего экстремального фактора (снижение общей оводненности тканей при засухе, повышение концентрации ионов в тканях при засолении, усиление транспирации при воздействии высоких температур и т.д.). Это и обуславливает столь распространенное мнение о специфичности реакции растений на различные типы стрессов. Однако одновременно со специфическими изменениями или непосредственно вслед

за ними в организме проявляются многочисленные неспецифические изменения, функциональная значимость которых в метаболизме сразу же приобретает решающее значение и затушевывает роль специфических нарушений. На фазе же адаптации и после ее завершения (т.е. собственно в проявлении устойчивости растений к стрессу) специфические различия в метаболизме при разных типах стрессов сглаживаются (см. табл. 1).

Далее, как показывает анализ литературных данных, большинство исследователей в своих экспериментах, ограничиваясь одно-двухразовыми определениями параметров, без учета их динамики, анализируют либо состояние растений в фазу повреждения (чаще всего), либо в фазу адаптации или после ее завершения. Это приводит к противоречивости многих выводов в области физиологии устойчивости растений. При этом данные и о повреждениях в метаболизме (первые фазы реакции), и о приспособительно-защитных реакциях (фаза адаптации) трактуются в литературе с одних и тех же позиций устойчивости, без учета принципиальных функциональных различий механизмов, действующих на разных фазах реакции растения на стресс.

Описанная выше фазовость изменений физиологических параметров экспериментально четко выявляется лишь при резком, стабильном по уровню и постоянном или достаточно длительном действии экстремального фактора. При постепенном же нарастании силы фактора (с чем мы и сталкиваемся чаще всего в природной обстановке), амплитуды изменения разнообразных параметров, также нарастая по силе, сдвигаются по времени и, накладываясь друг на друга, смазывают границы фаз и затрудняют их четкое экспериментальное разделение. Однако, общий характер метаболических изменений, как показывают исследования, при этом сохраняется [9].

Если действие экстремального фактора прекращается, сменяясь на оптимальные условия среды (увлажнение после засухи, нормализация температуры и т.д.), в организме растения включаются механизмы репарации. В общем плане они состоят из усиления всех заблокированных стрессом процессов (синтез, энергообразование и т.п.), ускоренного обновления поврежденных структур, нормализации разнообразных функций до оптимального уровня и т.д. В зависимости от того, насколько далеко зашли физиологические изменения в организме в период стрессового воздействия, репарация может быть полной или частичной, что в итоге отразится на величине конечной продуктивности растений. Естественно, что и различные функции и структуры растения в разной степени способны к восстановлению.

Касаясь длительности фаз физиологической реакции растений на неблагоприятные условия или продолжительности периода репарации после стресса, надо отметить, что они тем больше, чем выше напряженность экстремального фактора и чем ниже уровень устойчивости к нему растения. Это подтверждают многоплановые и многочисленные исследования отдела физиологии устойчивости растений ВИР при изучении

устойчивости разных сортов и видов растений к неблагоприятным воздействиям [1, 2, 6, 8, 9].

Защитные механизмы на клеточном уровне тесно сопряжены с компенсаторными изменениями интенсивности метаболических процессов. Так, при значительном падении в условиях стресса функциональной активности ДНК несколько повышается (полнее реализуется) белок-синтезирующая активность РНК, что в сумме меньше снижает уровень новообразования белков. При понижении в экстремальных ситуациях энергетической эффективности дыхания наблюдается рост интенсивности дыхания, что в известной степени восстанавливает общий пул энергопродукции в организме [7].

Наличие перечисленных механизмов (реализация потенциальных возможностей, компенсаторные изменения, шунтовые пути, защитные вещества) вносит существенный вклад в создание «запаса прочности» метаболизма, обуславливающего самую возможность адаптации растений к стрессам. Величина запаса прочности определяет ту амплитуду напряженности стресса, к которой организм в состоянии адаптироваться, т.е. определяет «зону адаптации». Сама же величина запаса прочности зависит, с одной стороны, от объема резервов в метаболизме (потенциальных, компенсаторных, шунтовых) и, с другой стороны, от уровня пределов изменения физиологических параметров, допускающего осуществление основных функций организма. Величины нормы реакции и зоны адаптации являются важными параметрами, от которых зависит уровень устойчивости растений.

Различные виды и сорта растений отличаются между собой по степени устойчивости к экстремальным условиям. При этом, как показывают наши многочисленные опыты, разные по устойчивости растения однотипно (т.е. качественно одинаково) реагируют на стрессовые воздействия, но скорость и амплитуда физиологических перестроек у них отличаются [1, 2, 8, 9].

Все это позволяет заключить, что более высокая степень устойчивости к внешнему неблагоприятному фактору обуславливается, с одной стороны, способностью растений сохранять нормальный уровень метаболизма (норма реакции) при более широком интервале значений напряженности этого фактора, т.е. обеспечивается повышенной биологической буферностью организма, а с другой стороны – большей скоростью выработки у него защитных изменений метаболизма, когда напряженность стресса выходит за пределы этих значений.

В связи со сказанным выше, возникает естественный вопрос: коррелирует ли между собой устойчивость сортов и видов растений к различным экстремальным факторам? Иными словами, являются ли, например, засухоустойчивые формы растений одновременно и жаростойкими, и солеустойчивыми и т.д.? Результаты оценки устойчивости к разным стрессам более 25 000 образцов мировой коллекции растений ВИР, проведенной в отделе физиологии устойчивости

ВИР в 1966-1986 гг., показывают, что такая корреляция отсутствует. Наряду с сортами, обладающими однотипным (высоким или низким) уровнем устойчивости к различным экстремальным факторам, имеются и формы с высокой устойчивостью к одним внешним воздействиям и низкой – к другим. Связано это с особенностями почвенно-климатических условий тех эколого-географических районов, где происходило формирование конкретных видов и сортов растений (их эволюция и селекция). Поэтому растение может быть генетически приспособлено к одним неблагоприятным условиям (например, засолению) и не приспособлено к другим (жаре, морозам и т.д.). В этом случае воздействие одним фактором будет укладываться в пределы нормы реакции сорта или далеко не достигать пределов зоны адаптации (т.е. вызывать незначительные изменения метаболизма и, в итоге, продуктивности растений) [2, 9].

Все рассмотренные выше механизмы адаптации растений к экстремальным условиям полностью реализуются уже на клеточном уровне, действуя, естественно, и на более высоких ступенях биологической организации. Однако на организменном уровне они дополняются новыми механизмами, отражающими взаимодействие различных вегетативных и генеративных органов. В числе таких механизмов в организме при стрессовых условиях резко проявляются аттрагирующая способность, конкурентные взаимоотношения и регенерационные процессы. В основе этого функционирует донорно-акцепторная система, определяющая продукционный процесс у растений в разных условиях среды.

Адаптация на организменном уровне

Для изучения генетически обусловленного уровня адаптивности к стрессовому фактору: засухе, жаре и др., должна быть проведена первичная оценка засухоустойчивости на ранних этапах развития растения. Анализ экспериментальных данных по измерению прироста общей биомассы и длины проростка под воздействием стресса позволяет выявить определенные закономерности этих изменений у изученных сортов.

Таким образом, ранняя диагностика устойчивости всех исследованных объектов растений к фактору обезвоживания разной степени на ранних этапах развития показывает однотипную реакцию растений по ростовым параметрам (прирост биомассы, длина проростка), выявляет сортовую чувствительность и ее зависимость от напряженности стрессового фактора, что позволяет распределить опытные объекты по степени реакции на обезвоживание, например, на действие возрастающих концентраций сахарозы (или другой стресс) на 3 группы: I группа - устойчивые сорта; II группа - сорта средней устойчивости; III группа - неустойчивые сорта.

Анализ погодно-климатических и почвенных условий территории Российской Федерации показывает, что для значительной ее части характерны крайне неблагоприятные, экстремальные условия, а обширные области сельскохозяйственных земель относятся к так называемым районам негарантированного урожая [8, 9].

Этот анализ показывает, что во всех регионах растения чаще попадают в экстремальные, чем в благоприятные природные условия произрастания. Отклонение условий среды от оптимальных для жизнедеятельности растений приводит к снижению урожая и даже полной его гибели. Другими словами, в зависимости от условий среды потенциальная продуктивность растений или урожайность сорта может реализоваться от 0 до 100%.

Известно, что все экстремальные факторы отрицательно влияют на рост растений, их развитие и формирование хозяйственно-ценного урожая. Причем степень этого влияния на урожай находится в прямой зависимости от напряженности и продолжительности стрессового фактора. Смена экстремальных условий среды на оптимальные (прекращение засухи вследствие обильных осадков и т.д.) приводит в растениях к процессам репарации, восстановления подавленных и поврежденных функций. В результате этого отрицательный эффект стрессового воздействия на растения смягчается. Однако полностью ликвидировать последствия этого неблагоприятного влияния среды на функционирование и продуктивность растений путем оптимизации внешних условий зачастую так и не удается.

По нашим данным, рост, развитие и накопление биомассы генеративных органов — цветков, семян, плодов или органов отложения запасных веществ (корнеплодов, клубней, луковиц и т.д.) — под влиянием экстремальных факторов также снижаются, но между степенью депрессии их биомассы и силой стресса наблюдается часто иная сопряженность, чем для вегетативных органов. В то же время у ряда овощных культур практическую ценность (урожай) чаще всего представляют генеративные органы или органы отложения в запас. Поэтому, говоря о влиянии экстремальных воздействий на ростовые процессы и продуктивность растений, нельзя отождествлять эти понятия [1, 8].

Характеризуя различные сельскохозяйственные культуры и их разные сорта как высоко- или низкоурожайные, необходимо отчетливо представлять, что уровень продуктивности сорта — наследуемый, генетически закрепленный признак. Однако этот признак говорит лишь о потенциальной возможности сорта к образованию той или иной величины урожая, но каким будет реальный урожай — зависит от тех погодно-климатических условий, в которых растения вегетируют.

Многочисленными экспериментами, в том числе и нашими, установлено, что экстремальные условия в разной степени подавляют

ростовые процессы и снижают урожай, воздействуя на растения в разные фазы онтогенеза (табл. 2).

Таблица 2. Влияние периода воздействия экстремальных условий на структуру урожая томата (сорта Карлик 1195)

Тип стресса	Период действия стресса	Кисть (снизу)	Количество, шт.			Масса плода, г	Урожай плодов, г	
			цветков	завязей	плодов			
Контроль		1-я	7,0	2,6	2,4	34,2	82,0	
		2-я	6,2	2,0	1,7	31,8	54,1	
		3-я	6,6	1,7	1,3	18,9	24,6	
		В сумме	19,8	6,3	5,4	-	160,7	
Засуха*	Цветение	1-я	6,2	2,0	1,8	35,4	63,8	
		2-я	6,0	1,2	1,2	25,4	30,5	
		3-я	4,6	1,0	0,6	25,8	15,5	
		В сумме	16,8	4,2	3,6	-	109,8	
	Плодообразование	1-я	7,2	1,3	1,3	42,6	55,4	
		2-я	5,5	1,5	1,5	32,7	49,1	
		3-я	5,0	1,8	0,8	22,8	18,2	
		В сумме	17,7	4,6	3,6		122,7	
	Рост плодов	1-я	6,5	2,3	2,3	18,6	42,8	
		2-я	6,2	2,2	1,5	22,0	33,0	
		3-я	6,3	1,6	1,2	14,7	17,7	
		В сумме	19,0	' 6,1	5,0		93,5	
	Жара*	Цветение	1-я	6,2	2,0	1,8	9,7	17,4
			2-я	6,8	3,8	3,8	9,7	37,0
			3-я	6,4	5,0	5,0	8,3	41,5
			В сумме	19,4	10,8	10,6	-	95,9
Плодообразование		1-я	6,7	2,7	2,0	20,9	41,8	
		2-я	8,7	2,0	1,7	24,5	41,6	
		3-я	6,7	3,0	2,0	12,2	24,3	
		В сумме	22,1	7,7	5,7	-	107,7	
Рост плодов		1-я	7,7	2,8	2,4	20,9	43,8	
		2-я	7,7	2,6	2,0	21,8	43,7	
		3-я	7,7	1,4	1,2	18,1	21,7	
		В сумме	21,0	6,8	5,3	-	109,2	
		НСР ₀₅	0,3	0,1	0,2	2,1	10,3	
Примечание* 10 сут. влажность почвы 30% ПВ, ** 10 сут. температура воздуха 40 ⁰ С днем (16 ч) и 22 ⁰ С ночью (8 ч), при влажности почвы 60% ПВ.								

Известно, что растения наиболее чувствительны к экологическим стрессам в молодом возрасте: например, колосовые культуры в период появления и начала развития всходов, овощные — в период рассады, плодовые — сеянцы в школке и саженцы — в питомнике.

Влияние неблагоприятных экологических факторов сильнее всего обнаруживается в депрессии ростовых процессов вегетативных органов, т. е. тех процессов, которые служат интегральным выражением всех повреждаемых синтетических реакций в метаболизме растений: в этом

наблюдается значительная коррелятивная связь между напряженностью и длительностью стресса, с одной стороны, и степенью депрессии роста, с другой.

Результаты изучения физиолого-генетических механизмов адаптации различных овощных сочноплодных сельскохозяйственных культур убедительно показали, что их урожай и слагающие его компоненты в разной степени изменяются в одних и тех же неблагоприятных условиях. Но в то же время следует отметить, что различные по своему характеру экстремальные факторы (засуха, жара, засоление и т.д.) оказывают на структуру урожая растений однотипное по своему характеру воздействие. У растений различного морфобиологического статуса изменения в структуре урожая под влиянием экстремальных гидротермических условий среды принципиально подобны друг другу. Это все дает основание говорить об общих закономерностях влияния экологических стрессов на структуру урожая культурных растений, возделываемых ради получения генеративных (плодовых) органов [8].

Отмеченные закономерности изменения структуры урожая в экстремальных условиях среды генетически обусловлены и имеют большую целесообразность с точки зрения сохранения в разных условиях вида как эволюционирующей биологической единицы [1].

В основе осуществления выявленных изменений лежит ряд механизмов, связанных с метаболизмом растения. Имеющиеся к настоящему времени экспериментальные данные свидетельствуют о том, что основным рычагом саморегуляции организмом соотношения элементов генеративной (плодовой) продуктивности служит транспортный поток воды и ассимилятов от листьев к плодам (донорно-акцепторные связи).

О значении воды в жизни овощных растений и их функционировании в разных условиях среды нами дан довольно полный обзор [1].

Однако коротко можно постулировать следующее.

Обеспеченность растений водой - важнейшее условие их нормального функционирования, особенно у овощных культур. Будучи важной частью протопласта клеток, вода в период активной жизнедеятельности растений составляет 80-90% массы клетки. Последнее ярко выражено у овощных растений. У растений в ходе онтогенеза происходит поэтапная смена направления массового потока воды и других питательных веществ: на ранних этапах развития преобладает их отток в корни, далее запрос корня ослабевает, но увеличивается отток в растущие листья и апикальную меристему, а в период роста они аттрагируются в направлении последних.

Вода играет роль растворителя и среды, в которой совершаются передвижение веществ и сложные биохимические процессы клетки, она непосредственно как химический компонент участвует в процессах фотосинтеза и дыхания, влияет на направленность ферментативного и гормонального действия, на ростовые процессы и т.д. Поэтому не удивительно, что проблема водного режима растений с давних пор вызывает привычный интерес многочисленных исследователей. Последние опубликованы в соответствующих обзорах [1, 9].

В современной литературе имеется огромное число публикаций о влиянии экстремальных гидротермических условий среды на водный обмен растений. Анализируя эти данные, хорошо согласованные между собой, можно сказать следующее. В стрессовых условиях у растений, как правило, существенно снижается оводненность тканей и происходит перераспределение подфондов воды в клетке — возрастает количество трудноизвлекаемой и резко снижается содержание слабосвязанной воды. В результате этого снижается подвижность воды в растении и активность метаболизма, но возрастает водоудерживающая способность тканей и устойчивость растений к экстремальным воздействиям [8].

Применение в наших экспериментах радиоизотопных и биофизических методов позволило установить, что в системе плодоносящего растения транспорт веществ осуществляется по пути корень - стебель - лист - плод. Барьерную (но функционально значимую) роль перед плодом на этом пути выполняют наиболее близко расположенные к нему «питающие» листья. При этом потоки воды движутся в растении с меньшей скоростью, чем потоки растворенных в ней органических и неорганических веществ [1, 9].

В оптимальных условиях вегетации интенсивность потоков воды и других веществ к метаболически активным органам значительно выше, чем к утратившим свою активность (например, к старым листьям, закончившим рост плодам, дефектным семенам).

В стрессовых условиях транспортный механизм сильно ослабевает (из-за сокращения фотоассимилирующего аппарата, энергетического дефицита, анатомических изменений транспортных каналов и т.д.), что вызывает резкое обострение конкуренции за потоки воды и других веществ как между плодами на разных плодоносах, так и в пределах одного плодоноса. Резко проявляется функциональная значимость листьев, по-разному расположенных по отношению к плодам: наиболее высока стабильность физиологических процессов (водообмен, фотосинтез, гормональный баланс и т.д.) у близлежащих [1]. Следовательно, генетически детерминированная регуляция водного режима растений направлена на поддержание более благоприятных его условий у функционально и биологически наиболее важных органов.

Использование радиоизотопной метки (ТНО) позволило нам определить маршруты транспорта воды в плодоносящем растении и ее локализацию в разных органах растений (томат, кабачок и др.). Последнее ярко продемонстрировано в опытах на кабачках (табл. 3).

Таблица 3. Поступление меченой воды (ТНО) в основные элементы плодов кабачка разного возраста

Элементы плода	Радиоактивность (имп./мин на 1 г внутритканевой воды) после введения метки ТНО в плодонос через различные интервалы врекгни			
	40-42-дневный возраст		82-85-дневный возраст	
	24 ч	54 ч	23 ч	51ч
Жилки кожицы	5120±210	7714±439	5864±412	8050±610
Кожица	4706±314	6123±222	4610±373	6408±522
Мезокарпий	1362±93	321±84	1450±118	3623±302

Планта	1724±142	3688±237	1624±211	2618±491
Семена	2204±218	4834±406	1873±106	3892±322
Транспират	2163±269	4112±323	-	2810±220

Следовательно, совокупность полученных данных в опытах с тритиевой водой (ТНО) подтверждает высказанное нами предположение, что в плодах кабачка водообмен осуществляется по пути движения воды: плодород - сосуды кожицы – мезокарпий - плацента - семена - плацента - мезокарпий - кожица. Причем завершающий этап (от семян) осуществляется, очевидно, путем транспирации. Этот путь функционирует как в период созревания семян, так и после их созревания, и именно по нему, видимо, идет значительная потеря воды созревающими семенами внутри сочного плода (табл. 4).

Таблица 4. Влияние засухи на интенсивность транспирации у разных листьев томата (г/м².ч)

Сорт	Положение листа	Контроль		Засуха	
		день	ночь	день	ночь
Ленинградский скороспелый	Около плода	647	79	530	73
	Вдали от плода	711	82	352	71
Юрмалас	Около плода	387	63	248	62
	Вдали от плода	529	69	228	62
Карлик 1118	Около плода	521	32	419	30
	Вдали от плода	583	41	359	32
Sub Arctic	Около плода	418	39	298	40
	Вдали от плода	481	42	294	34
	НСР ₀₅	19	6	11	4

Результаты многолетних экспериментов, в том числе и на разных сортах томата, показали взаимосвязь различных параметров водного режима растений и существенность количественных различий их у растений (плодоносящих и бесплодных), а также у различно расположенных к плодам листьев. Последнее особенно важно при индивидуальной и сортовой оценках водного режима растений для использования в практических целях.

У растущих плодов - как функционально наиболее важных частей организма - в экстремальных условиях поддерживается стабильный (из всех органов), близкий к оптимуму режим различных метаболических процессов. В условиях усиливающейся конкуренции за потоки веществ между плодами (и плодонесущими побегами) проявляется депрессия синтетических процессов в отдельных побегах и плодах, приводящая к приостановке роста или преждевременному опадению некоторых из них. Вероятно, в основе регулирования «мест развития» такой депрессии лежат изменения в водном и гормональном балансах в разных плодах одного растения, а реализация самой депрессии синтезов проходит через этап

изменения в них количества и структурного состояния нуклеиновых кислот [1, 8, 9].

В целом, гормональный баланс в плодах растений в период их интенсивного роста в экстремальных условиях сдвигается в сторону усиления стимуляторной гормональной активности, что и приводит, вероятно, к усилению аттрагирующего влияния плодов на транспорт питательных веществ, в том числе и воды. Однако снижение пула транспортируемых в растении воды и ассимилятов при стрессе приводит к обострению конкуренции за них между плодами.

Одной из значимых сторон метаболического (включающего и водообмен) влияния плодов на функционирование других органов растений при стрессах служит обнаруженное нами достоверное воздействие плодов на общую устойчивость растений к экстремальным условиям. Это имеет глубокий биологический смысл и причинную обоснованность, так как образование генеративных органов мобилизует, очевидно, все потенциальные возможности организма, в том числе и его устойчивость к стрессам (повышая ее), но излишний «груз» плодов несколько ослабляет функциональную мощность (в том числе и сопротивляемость экстремальным воздействиям среды) растения.

И одним из важнейших физиологических механизмов адаптации плодоносящих сочноплодных овощных растений к экстремальным воздействиям (в том числе и к условиям водного дефицита) оказывается именно саморегуляция (снижение) плодонагрузки.

Анализ этих данных показал, что даже у сравнительно устойчивого к засухе сорта томатов Карлик 1118 действие этого стресса во все периоды онтогенеза приводило в конечном итоге к снижению валового урожая плодов. Однако депрессия разных элементов структуры урожая была, как и в других подобных опытах, неоднотипной при различных сроках засухи. Так, при стрессовом воздействии в фазе цветения или плодообразования у растений резко снижалось количество формирующихся на кистях плодов.

Последствие засухи на рост и налив плодов у этого сорта - очевидно, из-за его повышенной засухоустойчивости - не проявилось, поэтому размеры плодов в этих вариантах не уменьшались по сравнению с контролем. Более того, иногда масса плодов при ранней засухе была даже выше, чем в контроле. Возможно, это проявилось вследствие существенного сокращения при дефиците влаги количества плодов в кистях, что ослабило их взаимную конкуренцию за питательные вещества в период налива. В период роста плодов засуха уже слабо отразилась на количестве плодов у растений, но зато обусловила заметную депрессию налива и снижение средней массы плодов (и ухудшение их товарных качеств).

Обобщенные литературные сведения и результаты собственных исследований физиологии донорно-акцепторных взаимодействий генеративных и вегетативных органов в период плодоношения

сельскохозяйственных растений в оптимальных и экстремальных условиях среды позволили нам сформулировать положение, имеющее теоретическое и практическое значение (Гончарова Э.А. , 2005; Удовенко Г.В., Гончарова Э.А., 1982) : образование плодовых органов, обладающих высокой аттрагирующей способностью, существенно повышает функциональную активность вегетативных органов и заметно увеличивает общую устойчивость растения к экстремальным воздействиям; причем излишняя перегрузка плодозеломентами снижает эту устойчивость, вследствие чего при адаптации к стрессам проявляется саморегулируемое снижение степени плодонагрузки растений (рис. 3). Эта зависимость представляет собой проявление эндогенной регуляции растениями своего плодоношения в разных сочетаниях генотип-среда [1, 9].

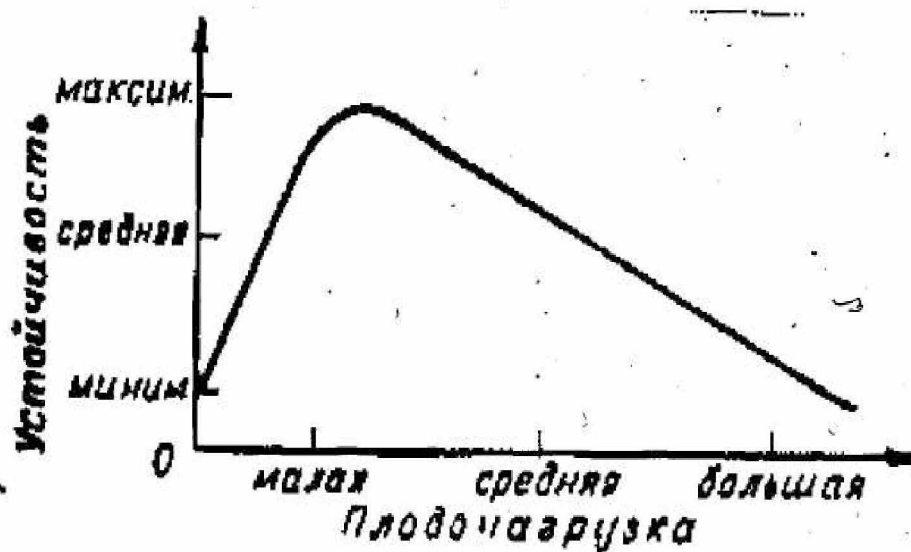


Рис. 3. Зависимость устойчивости растений к стрессам от плодонагрузки.

Адаптация на популяционном уровне. В процессы адаптации растений к неблагоприятным условиям включается еще один дополнительный и эффективно действующий механизм – отбор. Базой для его осуществления является внутривидовая вариативность уровня устойчивости [7, 9]. Другую возможность еще выше поднять устойчивость сорта дают межсортовая и отдаленная гибридизация и другие пути генетического улучшения растений. Однако исследования в области генетики устойчивости растений начали проводить лишь в самое последнее время, и полученные результаты носят пока предварительный характер [9]. Начиная с 90-х годов XX века изучение проблемы физиологической адаптации растений пополняется новыми теоретическими и методологическими подходами с позиций экологической генетики [4, 5, 9].

Проведенные эксперименты позволяют выявить основные закономерности взаимодействия генотип-среда, определяющие характер и степень проявления ценных свойств растений, установить разную видовую и морфологическую чувствительность генотипов к экологическим стрессам в зависимости от времени приуроченности их к периоду онтогенеза.

Результаты могут служить основой для создания методов инвентаризации генофонда с целью прогнозирования их продуктивности и адаптивности к стрессам [2, 4, 5, 9]. Экспериментально обосновано, что модели сортов растений, создаваемые на основе эколого-генетической структуры организации признака продуктивности и устойчивости, должны быть сугубо региональными, динамическими, учитывающими характер смены лимит-факторов среды. На основе выявленных закономерностей взаимодействия генотип-среда при изучении сдвигов экспрессии основных эколого-генетических систем контрастных генотипов зерновых (пшеница, ячмень), зернобобовых (соя, бобы), овощных (томат, амарант), технических и других растений, созданы рабочие модели и методология эффективного выявления разнообразия генетико-физиологических систем адаптивности, аттракции, толерантности к загущению, отзывчивости на удобрения и др. [1, 2, 3, 4].

Нами разрабатываются и уже предложены к использованию различные (эколого-генетические, морфо-биологические, физиолого-биохимические, биофизические и др.) методы для оценки адаптивного потенциала и иных важных свойств генотипов ряда сельскохозяйственных культур [1, 2, 3, 5, 9].

Проведенные исследования дают основание для дальнейшего поиска возможностей применения физиолого-генетических характеристик при выявлении ценных генотипов, с целью их использования в селекции новых сортов и рационального размещения в соответствующих климатических регионах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончарова Э.А. Водный статус культурных растений и его диагностика. СПб: ВИР, РИО, 2005, монография. 125 с.
2. Гончарова Э.А., Драгавцев В.А. Системный подход к стресс-устойчивости и адаптации генофонда культурных растений в трудах проф. Удовенко Г. В. (1929-1999). Физиология растений, 1999, т. 46, № 6, С. 965-968.
3. Демьянчук А.М., Драгавцев В.А., Гончарова Э.А. Концепция эколого-генетического анализа алгоритмов развития растений. СПб: ВИР, РИО, 2003, монография. 72 с.
4. Драгавцев В.А. Новый метод эколого-генетического анализа полигенных количественных признаков растений. – С.Пб., 2005. 30 с.
5. Драгавцев В.А., Сухоруков А.Ф., Суркова Л.И. и др. Отбор носителей полигенных систем адаптивности и других систем, контролирующих продуктивность озимой пшеницы, ячменя, овса в различных регионах России. – ИД «ПапиРус». С. Пб., 2005. 117 с.
6. Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. – Л. «Колос», 1977. 215 с.
7. Удовенко Г.В. Физиологические механизмы адаптации растений к различным экстремальным условиям. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1979, т. 64, вып. 3. С. 5-21.

8. Удовенко Г.В., Гончарова Э.А. Влияние экстремальных условий на структуру урожая сельскохозяйственных растений. – Л. Гидроиздат, 1982. 144 с.
9. Удовенко Г.В., Шевелуха В.С., Драгавцев В.А. и др. Физиологические основы селекции растений. СПб., 1995.

РАЗВИТИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВИР

И.А. Косарева, В.А. Кошкин

Отмечено основополагающее значение идей Н.И. Вавилова и его соратников в развитии исследований по абиотической устойчивости и фотопериодизму растений.

Представлены итоги многолетних исследований в области эдафической устойчивости. Дана информация о методологических тестах для диагностики кислотоустойчивости растений; родовой, видовой и сортовой изменчивости признака; его связи с геномным составом, характере наследования; регионах-источниках эдафически ценных генов.

Изложены методические разработки для диагностики фотопериодической чувствительности (ФПЧ) образцов коллекции ВИР и исследования физиолого-генетических механизмов ФПЧ. Обсуждаются результаты анализа источников слабой фотопериодической чувствительности и скороспелости пшеницы, тритикале, ячменя, овса, льна, гречихи и сои, в связи с их географическим происхождением.

DEVELOPMENT OF PLANT PHYSIOLOGY INVESTIGATIONS AT VIR

I.A. Kosareva, V.A. Koshkin

The ideas of N. I. Vavilov and his associates are shown to have fundamental significance for promoting research on abiotic resistance and photoperiodical sensitivity in plants.

Further consideration is given to the results of many years' research on edaphic resistance. The information is presented on methodological diagnostic tests for plant tolerance to acid soils, variability of Al-tolerance in plant genetic diversity, correlation with genome composition, nature of inheritance, and regions – sources of edaphic resistance genes.

The methods of photoperiodical sensitivity diagnostics of the Vavilov Institute's collection accessions and studies on physio-genetic mechanisms of photoperiodical reactions are demonstrated. The results of the analysis of low photoperiodical sensitivity sources in *Triticum* L., *Hordeum* L., *Avena* L. and others crops are discussed in connection with their geographical origin.

Анализ научного наследия Н.И. Вавилова показывает, сколь важное внимание он уделял физиологическим исследованиям. В основе научной селекции, по мнению Н.И.Вавилова [2], должны лежать точные ботанико-географические сведения и глубокое знание сортовой физиологии.

Учитывая особую актуальность для растениеводства страны проблемы повышения абиотической устойчивости создаваемых сортов, в 1924 г. Н.И.

Вавилов пригласил на работу в институт известного специалиста в области засухо- и морозостойкости растений проф. Н.А. Максимова, организовавшего отдел физиологии растений, главными направлениями исследований которого являлись вопросы прикладной физиологии устойчивости к экстремальным условиям произрастания и индивидуального развития растений. Под его руководством был создан коллектив выдающихся научных сотрудников. Имена И.И. Туманова, Т.А. Красносельской, И.В. Красовской, Ф.Д. Сказкина, В.И. Разумова, Б.С. Мошкова широко известны в научных кругах нашей страны. Усилиями и научными достижениями этих ученых фактически было положено начало новой науки – экологической физиологии растений.

Исследования в области абiotической устойчивости растений

Среди важнейших результатов школы Н.А. Максимова особое значение имело теоретическое обоснование механизмов повреждения и защиты растений от низкотемпературного и водного стрессоров и разработка на их основе методологических подходов для количественной оценки степени повреждения растений низкими температурами и засухой. Их появление положило начало масштабным исследованиям по оценке растительного разнообразия на устойчивость к неблагоприятным условиям среды с целью выделения источников ценных физиологических признаков, необходимых для селекции на адаптивность.

В итоге за многие годы практически для всех экономически значимых сельскохозяйственных культур разработаны прямые и косвенные, лабораторные, вегетационные и полевые тесты для массовой оценки устойчивости к низким и высоким температурам, различным типам засух, почвенному засолению. В результате изучения тысяч образцов мировых коллекций культурных растений и дикорастущих родичей выделены источники и доноры ценных генов абiotической устойчивости. Получили дальнейшее развитие теоретические представления о механизмах повреждения и физиолого-генетической адаптации растений к различным стрессорам абiotической природы, роли геномов в становлении и проявлении признаков морозо- и засухоустойчивости, характере наследования и локализации генов устойчивости и т.д. Перечисленные научные достижения теоретической и практической направленности опубликованы в многочисленных, известных в стране и за рубежом, монографиях, а также статьях, методических указаниях и каталогах мировых коллекций ВИР.

В связи с необходимостью выделения из коллекций форм-носителей генов адаптивности к экстремальным почвенным условиям северных растениеводческих регионов РФ, в последнее время более широкое развитие получило новое направление исследований – разработка методов

диагностики и оценка генетического разнообразия растений на устойчивость к повышенной почвенной кислотности.

Кислые почвы в России занимают каждый 4-й гектар пашни; снижение урожайности на них, в зависимости от степени кислотности, может достигать значительных масштабов. Лучшей растениеводческой стратегией в условиях кислых почв является создание сортов с эффективными генами устойчивости к низкому pH, избытку подвижного алюминия, марганца, железа и другим токсикантам.

Прямым методом оценки алюмоустойчивости является сопоставление продуктивности растений в полевых условиях на двух фонах: кислый природный участок и известкованный. Однако, при этом, кроме трудоемкости и высокой стоимости работ, возникают две существенные проблемы: присутствие патогенов, инфекция которых часто усиливается внесением извести на кислых почвах, и сильная вариабельность pH почвенного раствора в поверхностном и подповерхностном горизонтах почвы. Выходом в данной ситуации является использование культуры питательных растворов в контролируемых условиях среды, которая обеспечивает большую пропускную способность и воспроизводимость оценки на кислотоустойчивость.

Первичной визуально наблюдаемой реакцией растений на низкий pH и металлотоксичность являются морфометрические изменения корневой системы растений, что определяет широкое использование различных параметров корневых систем в качестве косвенных критериев в диагностике кислотоустойчивости.

В настоящее время в отделе физиологии растений разработана исследовательская база и определены характеристики стрессорных фонов для проведения массового скрининга на кислотоустойчивость в культуре питательных растворов генетического разнообразия зерновых (рожь, тритикале, овес, пшеница, эгилопс, ячмень), кормовых (донник, клевер, лядвенец), овощных (томаты, лук), зернобобовых (соя) и крупяных культур (кукуруза) [16, 17, 20, 31].

Создание нового исходного материала для селекции на адаптивность к токсикантам кислых почв осуществляется на основе научных принципов, впервые высказанных Н.И. Вавиловым. В первую очередь это положения о закономерностях в наследственной изменчивости признаков растений, изложенные в законе гомологических рядов и принцип ботанико-географического подхода при формировании исходного материала [4].

Итоги масштабного изучения коллекций на устойчивость к избытку подвижного алюминия показали значительную дифференциацию родов и видов по этому признаку. Сопоставление уровней напряженности стрессорных фонов для диагностики культурных растений и дикорастущих родичей позволило построить следующую шкалу их алюмоустойчивости: рожь > тритикале > овес > пшеница, эгилопс > ячмень > бобовые травы. Эта шкала соответствует имеющимся в литературе классификациям культур по кислотоустойчивости, разработанным, в основном, по данным полевых

наблюдений, что подтверждает адекватность подобранных нами режимов стрессорных воздействий для скрининга коллекций и возможность его проведения на ранних этапах роста и развития растений.

Рожь и тритикале представляют большой интерес для растениеводства на северо-западе РФ, поэтому изучение кислотоустойчивости сортового разнообразия этих культур особенно актуально. Оценка более 600 образцов показала, что гексаплоидные тритикале обладают значительным адаптивным потенциалом по отношению к подвижному алюминию, что, по всей вероятности, обусловлено геномом ржи. Хотя напряженность стрессорного фона для оценки образцов тритикале в несколько раз превышала используемую для пшеницы, нами выделено 22% устойчивых образцов, основная масса которых происходит из Бразилии, Мексики и России [21].

Анализ алюмотолерантности образцов рода *Triticum* L. показал, что среди пшениц высоко- и среднетолерантные генотипы обнаружены только у 4-х гексаплоидных видов-носителей геномов Aⁿ BD: *T. spelta*, *T. macha*, *T. compactum*, *T. aestivum* (Каталог мировой коллекции, 2002). Проведенный скрининг видового разнообразия эгилопса [22] не показал высокой алюмотолерантности у образцов вида носителя D-генома (*Ae. tauschii*). Наибольшим числом высокоустойчивых форм характеризовался вид *Ae. ventricosa* (носитель DM-генома). Вероятно, следует рекомендовать использование перспективных образцов этого вида в селекции на устойчивость к почвам с избытком подвижного алюминия.

Лабораторный скрининг более 3 тыс. образцов генофонда пшеницы, проведенный совместно со специалистами отдела генетических ресурсов пшеницы, позволил выявить около 100 образцов (представителей гексаплоидных видов) с высокой толерантностью к токсичному алюминию [9, 20], большинство которых происходят из эдафически неблагоприятных зон мира (Бразилия, страны Скандинавии, Россия). Так, из коллекции яровой мягкой пшеницы нами выделен высоко устойчивый к алюмотоксичности бразильский сорт IAC 24-Tucuruí, превышающий таковую у известного сорта-стандарта Atlas 66. Физиолого-генетическое исследование IAC 24-Tucuruí (проведенное совместно с доктором биологических наук О.П. Митрофановой) указало на моногенный характер наследования алюмоустойчивости и позволило отнести его к числу доноров устойчивости к данному стрессору.

Оценка сортового разнообразия озимой мягкой пшеницы показала, что высокая алюмотолерантность часто характерна для зимостойких сортов [41]. Учитывая, что кислотоустойчивые генотипы способны эффективнее усваивать элементы питания в условиях кислых почв, следует рекомендовать их использование при создании новых, агрохимически эффективных сортов озимой пшеницы для Нечерноземной зоны.

Видоспецифичность в проявлении алюмоустойчивости обнаружена нами также при исследовании генетического разнообразия овса коллекции ВИР. Виды-носители C-генома оказались наименее устойчивы к высокой

почвенной кислотности, в целом же выявлена тенденция усиления алюмоустойчивости растений по мере усложнения геномного состава. Среди сортового разнообразия выявлена значительная изменчивость в проявлении устойчивости к алюмотоксичности: устойчивые сорта происходят из России, европейских и скандинавских стран [19, 44].

Ячмень относится к наименее кислотоустойчивым культурам среди зерновых, проблема повышения устойчивости к повышенной почвенной кислотности у создаваемых сортов данной культуры стоит особенно остро. Лабораторный скрининг сортового разнообразия на устойчивость к алюмо- и марганцевой токсичности, позволил выделить источники как специфической, так и комплексной устойчивости, большинство которых относится к экотипам, сформированным в условиях кислых почв [8]. В результате анализа генеалогии кислотоустойчивых сортов ячменя выявлены сорта-доноры этого признака, среди них известный кислотоустойчивый сорт Московский 121 (Россия), Pirkka (Финляндия) и др. [5]. Нами определены следующие тестовые признаки для полевой диагностики сортов ячменя на устойчивость к повышенной почвенной кислотности, связанной с избытком подвижных форм алюминия и марганца: энергия прорастания и всхожесть семян, содержание пигментов в листьях в период вегетативного роста, наличие некрозов на листьях, число продуктивных побегов, биологическая и агрономическая продуктивность.

Многокомпонентная природа изучаемого эдафического стрессора обусловила использование в наших исследованиях планируемых многофакторных экспериментов [18]. По их результатам были построены математические модели, количественно описывающие изменения ростовых, пигментных и продукционных характеристик контрастных по устойчивости к алюмотоксичности сортов ячменя при комбинированном воздействии низкого pH, алюминия и марганца, а также различной влагообеспеченности и уровней минерального питания. Анализ моделей показал неравнозначность вкладов отдельных компонентов стрессора в изменчивость изученных признаков в зависимости от устойчивости сорта, позволил указать экстремальные и оптимальные почвенные характеристики, определяющие продуктивность изученных сортов.

Скрининг генетического разнообразия бобовых трав, проведенный совместно с сотрудниками отдела генетических ресурсов кормовых культур, показал относительно невысокий потенциал изменчивости и адаптивности данной группы культур к алюмотоксичности. Тем не менее, в мировой коллекции клевера и донника выявлены сравнительно устойчивые образцы, как среди культурных, так и дикорастущих видов. Их происхождение приурочено к регионам с распространением кислых почв: Россия, страны Балтии, Канада.

Изучение кислотоустойчивости томата в условиях водной и почвенной культуры (как удобного модельного объекта для проведения физиологических исследований) показало, что устойчивые, перспективные для северо-запада сорта происходят из Ленинградской и Московской

областей РФ. Критериями для диагностики кислотоустойчивости данной культуры могут быть: масса плода, содержание длинноволновых форм хлорофилла в листе, индекс длины корня. Степень нарушения ростовых процессов и снижения продуктивности томата при действии токсических концентраций H^+ и Al^{3+} определялась устойчивостью сорта и сопровождалась изменением спектральных и морфоструктурных характеристик листа определенного яруса [24].

Таким образом, в настоящее время исследования в области физиологии устойчивости растений проводятся в ВИР в русле обозначенной Н.И. Вавиловым задачи, связанной с разработкой физиологической классификации хозяйственно-ценных видов растений и их дикорастущих родичей по важнейшим для селекции признакам. Опираясь на упомянутые выше основополагающие научные принципы, высказанные соратниками Н.И. Вавилова, мы получили новые сведения о родовой, видовой и сортовой изменчивости признаков эдафической устойчивости, их связи с геномным составом, характере наследования; определили новые методологические подходы для диагностики; выделили источники и доноры кислотоустойчивости и регионы-источники эдафически ценных генов.

Исследования в области фотопериодизма растений

Коллективом научных сотрудников отдела физиологии растений сделан заметный вклад в исследования явления фотопериодизма.

В самых первых работах по фотопериодизму растений было показано, что фотопериодическое воздействие на растения определяет не только скорость зацветания растений, но непосредственно влияет на ряд физиологических процессов в жизни растений. Установлено, что рост древесных пород, клубней и корней, явления листопада, укоренения черенков, формирования клубеньков на корнях бобовых растений находятся в прямой зависимости от длины дня [30]. Сама принадлежность к растениям длинного и короткого дня, а также фотопериодическая чувствительность зависит от географического происхождения растений [6]. В исследованиях была определена роль красных лучей и их напряженность для фотопериодической реакции [38]. Показано значение критических фотопериодов, при переходе к которым имеет большое значение изменение длины дня даже на 15 минут [30]. Открыто явление «фотопериодического последствия», заключающееся в том, что потребность в длине дня у растений определяется сравнительно коротким отрезком онтогенеза [38].

В работе Б.С. Мошкова [30] было сделано открытие принципиального значения, показавшее, что восприятие длины дня осуществляется листьями растений, и что между листом и меристемной тканью точки роста имеются физиологические связи, обуславливающие зацветание растений. Физиологическая активность листьев в восприятии длины дня различна и определяется возрастом листа. Все эти данные позже были подтверждены

зарубежными исследователями. Таким образом, был создан фундамент для последующего изучения физиолого-генетического механизма фотопериодической чувствительности растений.

Известно 7 типов фотопериодических реакций [1], но наибольшее распространение на земном шаре получили длиннодневные, короткодневные и нейтральные растения. Однако виды растений и сорта, принадлежащие к этим типам фотопериодической реакции, имеют различную фотопериодическую чувствительность, которая контролируется генами *Ppd* [43]. Слабая ФПЧ контролируется доминантными генами *Ppd*, сильная – рецессивными аллелями генов *ppd* [40]. Слабая ФПЧ считается важным свойством современных, широко адаптированных к условиям среды сортов со стабильно высокой продуктивностью.

В последние десятилетия в отделе физиологии исследования по фотопериодической чувствительности растений были проведены с учетом закона гомологических рядов Н.И.Вавилова. В этой связи были разработаны методологические подходы для изучения ФПЧ у разных видов растений различного географического происхождения.

Разработана методика, которая заключается в выращивании растений в условиях короткого дня (до появления колоса из влагалища флагового листа) и последующего отбора из гибридной популяции ранне- и поздне-выколосившихся растений, которые дифференцируют соответственно как скороспелые слабочувствительные и позднеспелые сильночувствительные к фотопериоду формы (патент РФ № 2065697). Для оценки коллекционных образцов на ФПЧ предложен коэффициент фотопериодической чувствительности ($K_{ФПЧ}$): для длиннодневных растений

$$K_{ФПЧ} = T_2 / T_1; \text{ для короткодневных } - K_{ФПЧ} = T_1 / T_2, \text{ где}$$

T_1 и T_2 - продолжительность периода всходы-колошение (цветение) у растений, выращенных соответственно в условиях длинного и короткого дня [25]. Этот коэффициент позволяет ранжировать генотипы по ФПЧ, по сравнению с показателем задержки колошения (цветения) на неблагоприятном дне он мало изменяется по годам. Метод не требует больших затрат, так как выращивание растений в вегетационном опыте производится при естественном освещении.

Совместно с проф. А.Ф. Мережко завершена работа по созданию и изучению изогенных линий пшеницы, различающихся по генам *Ppd*. Каждая линия несет только один доминантный ген *Ppd*. Это линии с сильным, умеренным и слабым геном, соответственно, три их рецессивных сибса и рекуррентный родитель – рецессивная линия ФЧЛ 2. Четыре изогенных линии прошли Государственное сортоиспытание и на них выданы патенты РФ (патенты № 3601, 3602, 3603, 3604). Эти линии рекомендуются к использованию во всех регионах РФ, возделывающих пшеницу. Наиболее значимые результаты могут быть получены в районах, расположенных южнее 50-й параллели.

Изучено воздействие определенных доминантных и рецессивных аллелей генов *Ppd* на физиологический механизм ФПЧ, который

осуществляется через фитохромную пигментную систему [26, 27]. Такая возможность появилась после создания нами изогенных линий пшеницы, различающихся по генам *Ppd*, и разработки способа определения у длиннодневных злаковых растений форм различной скороспелости и фотопериодической чувствительности (патент РФ № 2300193). Исследовано шесть беккросных изогенных линий пшеницы и их родительские формы - сорта Фотон, Sonoga 64 и линия ФЧЛ 2. У этих линий на спектрофотометрическом устройстве СПЕФОТ в диапазоне длин волн 730-740 нм у листьев 4-8 ярусов одновременно на каждой длине волны регистрировали оптический коэффициент поглощения падающего монохроматического излучения. Существенные различия в величине коэффициента поглощения получены нами у изученных изогенных линий с доминантными генами *Ppd* и рецессивной линии ФЧЛ 2 при длине волны 730 нм. В области этой длины волны находится максимум поглощения активной формы фитохрома P_{730} , которая содействует цветению длиннодневных растений. Таким образом, можно считать установленным, что гены *Ppd* через фитохромную систему осуществляют генную регуляцию процессов роста и развития растений пшеницы.

Совместно с проф. Б.В. Ригиным установлено, что скороспелость и продуктивность пшеницы контролируются разными генетическими системами. Это позволило создать ультраскороспелые продуктивные линии со слабой фотопериодической чувствительностью [29].

Проведено масштабное изучение коллекций различных сельскохозяйственных культур на ФПЧ и скороспелость. Результаты этих исследований опубликованы в каталогах, где представлена характеристика изученных образцов озимой мягкой пшеницы, яровой мягкой и твердой пшеницы, тритикале, ячменя, овса и гречихи. Впервые выделены новые источники скороспелости и слабой ФПЧ, которые представляют значительную ценность для создания новых скороспелых продуктивных сортов.

Источники слабой ФПЧ и скороспелости озимой пшеницы имеют низкий $K_{фпч}$ и происходят из южных регионов [14]. В России - это Краснодарский край и Ростовская область. Большинство же высоко морозостойких сортов озимой пшеницы оказались сильночувствительными к фотопериоду. Таким образом, гены *Ppd* влияют не только на продолжительность вегетации, но и на другие хозяйственные признаки, в том числе морозоустойчивость и продуктивность.

Источники слабой ФПЧ яровой мягкой пшеницы также имеют низкий $K_{фпч}$ [14, 10]. Все они происходят из субтропической и тропической зон нашей планеты. То же самое мы наблюдали у образцов твердой пшеницы и тритикале [15].

Вместе с тем, нами выявлены скороспелые слабо чувствительные к короткому фотопериоду сорта ячменя и овса, происходящие из северных стран (Канада, Финляндия, Швеция, Норвегия) [11, 13]. Это

свидетельствует о том, что доминантные гены ФПЧ ячменя и овса селекционеры этих стран уже ввели в культуру.

Лен, как и зерновые культуры, относится к длиннодневным растениям. Нами выделено 2 источника слабой ФПЧ и скороспелости льна: к-512 (Россия), и-562348 (Португалия) [28].

Источники слабой ФПЧ и скороспелости нами выделены также у короткодневных растений гречихи и сои, которые происходят из северных регионов, а образцы с Дальнего Востока РФ и Китая обладают сильной ФПЧ [14, 39].

Проведенные исследования позволяют нам сделать вывод, что физиолого-генетический механизм ФПЧ один и тот же у всех длиннодневных растений. То же самое касается короткодневных растений, что согласуется с законом гомологических рядов Н. И. Вавилова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенова Н.П., Баврина Т.В., Константинова Т.Н. Цветение и его фотопериодическая регуляция//Изд. «Наука». М. 1973. 295 с.
2. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции//Теоретические основы селекции растений. Т. 1. М.; Л., 1935. С. 17-74.
3. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости// Избр. произв. Л.: Наука. 1967. Т.1. С.7-61.
4. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции (учение об исходном материале)// Избр. произв. Л.: Наука. 1967. Т.1. С.343-405.
5. Груздева Е.В. Математическое моделирование физиологических откликов реакций ячменя на комплексный эдафический стресс. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. СПб:ВИР. 1999. 150 с.
6. Дорошенко А.В., Разумов В.И. Фотопериодизм некоторых культурных форм в связи с их географическим происхождением//Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т.22. № 1. 1929. С. 219-276.
7. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 673. Яровая пшеница Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Сост.: Кошкин В.А., Матвиенко И.И., Брыкова А.Н., Филатенко А.А., Аифилова Н.Л., Шайдуко Н.Т. СПб: ВИР. 1995. 27 с.
8. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 701. Лабораторная оценка образцов ячменя на кислотоустойчивость (Al, Mn). СПб: ВИР. Под ред. Ригина Б.В. и Косаревой И.А. СПб: ВИР. 1999. 28 с.
9. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 703. Мягкая пшеница. Лабораторная оценка образцов на устойчивость к алюмотоксичности. Под ред. И.А. Косаревой. СПб: ВИР. 1999. 31 с.
10. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 715. Яровая пшеница Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Сост.: Кошкин В.А., Матвиенко И.И., Зуев Е.В., Ляпунова О.А., Брыкова А.Н., Асеева Л.А.СПб.: ВИР. 2000.17 с.
11. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 736. Редкие виды пшеницы. Лабораторная оценка образцов на устойчивость к алюмотоксичности. Сост.: Косарева И.А., Семенова Е.В., Аифилова Н.А., Брыкова А.Н.СПб: ВИР. 2002. 26 с.

12. *Каталог мировой коллекции ВИР*. Вып. 730. Яровой ячмень. Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Сост.: Кошкин В.А., Матвиенко И.И., Терентьева И.А. СПб: ВИР. 2002. 16 с.
13. *Каталог мировой коллекции*. Вып. 739. ВИР. Овес. Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Сост.: Кошкин В.А., Лоскутов И.Г., Солдатов В.Н., Матвиенко И.И. СПб: ВИР. 2003. 19 с.
14. *Каталог мировой коллекции ВИР*. Вып. 764. Гречиха. Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Сост.: Кошкин В.А., Романова О.И., Матвиенко И.И. СПб: ВИР. 2005. 15 с.
15. *Каталог мировой коллекции ВИР*. Вып. 773. Пшеница и тритикале. Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Сост.: Кошкин В.А., Митрофанова О.П., Мережко А.Ф., Матвиенко И.И., Зуев Е.В., Ляпунова О.А., Лоскутова Н.П., Брыкова А.Н. СПб: ВИР. 2006. 34 с.
16. Кривченко В.И., Буренин В.И., Барашкова Э.А., Косарева И.А., Давыдова Г.В., Семенова Е.В., Пережогина В.В., Булатова Н.А., Белова И.Г., Буренин С.В. Методические указания. Диагностика абиотической и биотической устойчивости овощных культур. СПб: ВИР. 1999. 31 с.
17. Косарева И.А. Стратегия поиска эдафически ценных форм растений в генофонде культурных растений и диких родичей. Тез. докл. в мат. межд. научно-практ. конф. «Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений» Посв. 90-летию со дня рожд. засл. работника Высшей школы БССР, д.с.х.н., проф. А.А. Каликинского». Беларусь, г. Горки, БГСХА, 15-17 ноября 2005 г. С. - 96-99.
18. Косарева И.А., Груздева Е.В., Разоренов Г.И. Функциональное моделирование устойчивости ячменя к комплексному эдафическому стрессу. В сб. тр. конф. «Информационные технологии, информационно-измерительные системы и приборы в с.-х. процессах». 26-27 окт. 2000 г., СибФТИ, Новосибирск. С. - 278 – 288.
19. Косарева И.А., Давыдова Г.В., Семенова Е.В. Диагностика устойчивости растений овса посевного к повышенному содержанию ионов алюминия в почвенном растворе. Сельскохозяйственная биология. М. 1998. № 5. С. 73-76.
20. Косарева И. А., Давыдова Г. В., Семенова Е.В. Методические указания по определению кислотоустойчивости зерновых культур. СПб., 1995. 23 с.
21. Косарева И.А., Мережко А.Ф., Павлов А.В., Семенова Е.В., Новикова Л.Ю. Алюмотолерантность гексаплоидного тритикале. Матер. VI съезда ВОФР (18-24 июня 2007 г.). Сыктывкар. Часть 2. С. 210-212.
22. Косарева И.А., Семенова Е.В. Алюмотолерантность видов эгилопса. Мат. межд. научн. конф. «Проблемы физиологии растений Севера», Петрозаводск, 2004. С. 98.
23. Косарева И.А., Семенова Е.В. Лабораторный скрининг коллекции пшеницы на алюмотолерантность. Докл. РАСХН. 2005. Т. 5. С. 5-7.
24. Косарева И.А., Семенова Е.В., Дмитриева О.М. Формирование и изучение генетической коллекции томата по признаку алюмотолерантности. // В кн. «Генетические коллекции овощных культур» ВИР. 2001. С. 131-140.
25. Кошкин В.А., Кошкина А.А., Матвиенко И.И., Прядохина А.К. Использование исходных форм яровой пшеницы со слабой фотопериодической чувствительностью для создания скороспелых продуктивных линий // Доклады РАСХН. 1994. № 2. С. 8-10.
26. Кошкин В.А., Косарева И.А., Драгавцев В.А., Матвиенко И.И. Влияние генов *Rpd* на хлорофилл-белковый комплекс сортов пшеницы с различной фотопериодической чувствительностью // Доклады РАСХН. 1999. № 4. С. 6-7.
27. Кошкин В.А., Лискер И.С., Мережко А.Ф., Косарева И.А., Драгавцев В.А. Влияние генов *Rpd* на фитохром, фотопериодическую чувствительность, рост и развитие изогенных линий пшеницы // Доклады РАСХН. 2004. №1. С. 3-4.
28. Кошкин В.А., Матвиенко И.И., Брач Н.Б., Пороховинова Е.А. Фотопериодическая чувствительность образцов льна различного географического происхождения // Физиологические и молекулярно-генетические аспекты сохранения

- биоразнообразия: Годичное собрание общества физиологов растений России. Тез. докл. Международной конференции 19-23 сентября 2005. Вологда. 2005. С.90.
29. Кошкин В.А., Ригин Б.В., Матвиенко И.И. Исследование ультраскороспелости и создание скороспелых продуктивных линий мягкой пшеницы со слабой фотопериодической чувствительностью // Доклады РАСХН. 2003. № 2. С. 3-5.
 30. Мошков Б.С. Фотопериодизм растений // Гос. изд. с-х. лит., журн. и плакатов. М.-Л. 1961. 318 с.
 31. Полевой В.В., Чиркова Т.В., Лутова Л.А., Кожушко Н.Н, Барашкова Э.А., Синельникова В.Н., Косарева И.А. Практикум по росту и устойчивости растений. Изд-во СПбГУ, 2001. 210 с.
 32. Патент РФ № 2065697. Способ отбора форм пшеницы различной скороспелости и фотопериодической чувствительности. Авторы: Кошкин В.А., Матвиенко И.И. 1996.
 33. Патент РФ № 2300193. Способ определения у длиннодневных злаковых растений форм различной скороспелости и фотопериодической чувствительности. Авторы: Кошкин В.А., Лискер И.С., Мережко А.Ф., Драгавцев В.А., Косарева И.А. 2007.
 34. Патент РФ № 3601. Пшеница мягкая яровая Вировская 1 (Ppd^S). Авторы: Кошкин В.А., Мережко А.Ф., Матвиенко И.И. 2007.
 35. Патент РФ № 3602. Пшеница мягкая яровая Вировская 2 (Ppd^m). Авторы: Кошкин В.А., Мережко А.Ф., Матвиенко И.И. 2007.
 36. Патент РФ № 3603. Пшеница мягкая яровая Вировская 3 (Ppd^w). Авторы: Кошкин В.А., Мережко А.Ф., Матвиенко И.И. 2007.
 37. Патент РФ № 3604. Пшеница мягкая яровая Вировская 4 (Ppd⁰). Авторы: Кошкин В.А., Мережко А.Ф., Матвиенко И.И. 2007.
 38. Разумов В.И. Среда и развитие растений// Гос. изд. с-х. лит., журн. и плакатов. М.-Л. 1961. 368 с.
 39. Сеферова И.В., Кошкин В.А. Зависимость скорости развития, высоты и семенной продуктивности сои от фотопериода//Тез. докл. Междунаро. науч. конф. «Проблемы физиологии растений Севера». Петрозаводск. 2004. С. 168.
 40. Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., Кучеров В.А., Воронин А.И. Изучение роли генетических систем Vrn и Ppd у мягкой пшеницы // Вопросы генетики и селекции зерновых культур. КОЦ СЭВ. Одесса (СССР). НИИР Прага-Рузыне (ЧССР). 1987. Вып. 3. С. 125-132.
 41. Barashkova E.A., Kosareva I.A., Surkova L.I. Approaches to solving the problem of resistance of some grain and forage crops to unfavourable factors of wintering. Int. Workshop on Plant-Microbe Interactions at Low Temperature Under Snow. Sapporo. Nov. 25-28. 1997. P. 258-268.
 42. Iriki N., Murray T.D., Jones S. S., Kosareva I.A. Breeding cereals for winter survival// Low temperature plant-microbe interactions under snow. Hokkaido 2001. P. 143-156.
 43. Keim D.L., Welsh J.R., Mc Connel R.L. Inheritance of Photoperiodic heading response in winter and spring cultivars of bread wheat // Can. J. Plant Sci. 1973. Vol. 53. N 2. P. 247-250.
 44. Kosareva I.A., Loskutov I.G., Semenova E.V. Features of aluminum resistance in oat wild species. Oat News letter. 2001. Vol. 47.

НЕКОТОРЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФОТСИНТЕЗА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

М.И. Зеленский, М.Г. Агаев

Рассмотрена эволюция фотосинтеза в ходе исторического процесса окультуривания и распространения растений на основе большого экспериментального материала по изучению фотосинтетического аппарата видов и сортов пшеницы из коллекции ВИР и литературных данных по другим культурам. Показаны две тенденции в изменении фотосинтетического аппарата растений, связанные с экологическими условиями в новых ареалах их возделывания. Так, распространение растений в ходе окультуривания из мест с низкой интенсивностью света в регионы с более высокой инсоляцией сопровождалось сдвигом фотосинтетической способности в сторону ее повышения (рис, сорго, вигна, хлопчатник). Напротив, распространение культуры из центра происхождения с высокой инсоляцией в менее освещенные районы сопровождалось увеличением встречаемости относительно теневыносливых форм с низкой интенсивностью фотосинтеза (пшеница, сахарный тростник). При обсуждении проблемы эволюции фотосинтеза предложен принцип множественности путей ее осуществления.

SOME TENDENCIES IN EVOLUTIONARY VARIABILITY OF PHOTOSYNTHESIS OF CULTIVATED PLANTS

М.И. Зеленский, M.G. Agaev

Voluminous experimental material from studies of the photosynthetic apparatus of wheat varieties and species from the VIR collection, as well as published data on other crops have been used to analyze evolution of photosynthesis in the course of the historical process of plants domestication and spreading. Two tendencies in the change of the photosynthetic apparatus were shown to exist and depend on the ecological factor in new cultivation areas. For instance, the spreading of plants during their domestication from the places with low light intensity to the regions with better insolation was accompanied by a shift in photosynthetic capability towards its increasing (rice, sorghum, cowpea, cotton). On the contrary, the spreading of a crop from its center of origin with high insolation to the less illuminated territories was accompanied by the increasing occurrence of relatively shade-tolerant forms with low photosynthesis intensity (wheat, sugarcane). When discussing the problem of photosynthesis evolution, a principle of its multiple realization has been proposed.

Вопрос об эволюционных изменениях фотосинтеза в процессе окультуривания и распространения растений остается дискуссионным. В недавнем прошлом широкое распространение имели представления об исключительной филогенетической консервативности, неизменности

организации и функционирования фотосинтетического аппарата, как основы стабильного существования растительного мира. Во многих исследованиях констатировалось отсутствие различий между современными культурными растениями и их дикими родичами [48, 25]. Между тем, обнаружение у тропических злаков специфического C_4 -механизма первичной ассимиляции углерода, отличного от механизма C_3 , свойственного большинству растений [50], противоречило этим представлениям. Более того, в связи с лучшей адаптивностью C_4 -механизма к использованию современных низких концентраций CO_2 , при относительно высоком содержании в атмосфере кислорода, была выдвинута гипотеза об относительной «эволюционной молодости» в геологическом масштабе времени растений с этим механизмом ассимиляции [22]. Тем не менее, эволюционные изменения фотосинтеза у культурных растений в более близкие исторические периоды, в частности, в процессе их одомашнивания и селекции, продолжали рассматриваться как невозможные, либо исключительно негативные [34].

Таблица 1. Сопряженные изменения показателей продуктивности фотосинтеза в процессе эволюции видов *Aegilops* и *Triticum*
(по данным работ: Быков и др., 1980; Быков, Зеленский, 1987; Дунаева и др., 1988)

Вид		Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 зерен, г	Кхоз	ПФЛ	ИФ	ХЛ	ФВАХ
<i>Ae. speltooides</i>	д	8,0	4,0	5,0	8,3	13,4	6,5	12,9
<i>Ae. taushii</i>	д	7,5	8,7	6,7	11,7	10,9	7,7	9,2
<i>T. boeoticum</i>	д	8,2	12,0	6,5	9,7	18,3	6,3	13,2
<i>T. sinskaja*</i>	к	10,7	31,0	17,4	14,4	14,0	5,3	-
<i>T. monococcum</i>	к	18,3	23,4	28,0	16,6	12,9	5,2	15,2
<i>T. dicoccoides</i>	д	6,0	30,0	6,7	24,1	14,7	-	13,9
<i>T. dicoccum</i>	к	24,0	33,2	25,5	30,6	12,1	5,0	12,3
<i>T. durum</i>	к	35,2	33,6	37,0	40,5	11,5	6,5	8,7
<i>T. spelta</i>	к	23,8	45,5	34,9	26,7	8,4	5,3	8,3
<i>T. aestivum</i>	к	38,8	38,8	38,9	23,3	12,9	4,9	10,7

Условные обозначения:

Кхоз–Хозяйственный коэффициент. Отношение массы зерна с растения к его надземной массе, %.

ПФЛ–Площадь пластинки флагового листа, см².

ИФ–Интенсивность фотосинтеза на единицу листовой поверхности, мг CO_2 /дм²час.

ХЛ– Содержание хлорофилла на единицу поверхности листа, мгхл/дм².

ФВАХ–Фотовосстанавливающая активность хлоропластов. Оценивается по скорости фотовосстановления изолированными хлоропластами добавленного феррицианида калия, моль $K_4Fe(CN)_6$ /мольхлф.мин) = 1Хилл.

д–дикий вид

к–культурный вид

* - согласно М.Г. Агаеву, классифицируется как мутантная форма *T.monococcum*

Первое сравнительное исследование фотосинтетической активности в связи с эволюцией культурных растений провели L. Evans и R. Dunstone [47], которые изучали фотосинтез как современных возделываемых видов пшеницы, так и их дикорастущих родичей. Ими было установлено, что параллельно с процессом окультуривания, с укрупнением зерновок и увеличением продуктивности растений, происходило увеличение площади флагового листа и понижение интенсивности фотосинтеза ИФ единицы листовой поверхности. Этот вывод был многократно подтвержден другими исследованиями [53, 64] и хорошо иллюстрируется данными, полученными в ВИР (табл. 1).

При переходе от диких диплоидных пшениц – *Triticum boeoticum* Beiss. к культурным ди-, тетра- и гексаплоидным пшеницам наблюдается увеличение числа зерновок в колосе, массы 1000 зерен и коэффициента хозяйственной эффективности – $K_{хоз}$, но понижается как интенсивность фотосинтеза, так и содержание хлорофилла на единицу площади листа. Примечательно, что в группах пшениц одинакового уровня пloidности прослеживается единая тенденция. Возделываемая однозернянка *Triticum monococcum* L. имеет более высокие продукционные показатели и площадь флагового листа, но пониженную ИФ по сравнению с дикорастущей *T. boeoticum*. Аналогичные различия наблюдали и при сопоставлении возделываемого тетраплоидного вида *T. dicoccum* Shuebl. с дикорастущим *T. dicoccoides* Korn.

Как показали более углубленные исследования, эволюционные изменения затронули не только морфологию листа и скорость ассимиляции CO_2 , но также и фотовосстанавливающую активность хлоропластов [70].

Тенденция понижения фотосинтетической способности в процессе окультуривания была отмечена также при изучении сахарного тростника [52]. Интенсивность фотосинтеза дикорастущего, узколистного вида *Sacherum spontaneum* L. имела высокие значения (табл. 2), в то время как у высокопродуктивных, широколистных «благородных» сортов возделываемого вида *S. officinarum* L. она была значительно ниже. Понижение фотосинтетической способности при переходе от диких форм к культурным было воспринято многими исследователями как общая тенденция изменения фотосинтеза, сопряженная с процессом селекции на продуктивность.

На фоне этих представлений почти незамеченными оставались данные El Sharkawy, Hesketh [46], показывающие, что возделываемые виды хлопчатника – *Gossipium hirsutum* L., *G. barbadense* L. значительно превосходят по интенсивности фотосинтеза дикие виды – *G. armourianum* Kearn. и *G. raimondii* Ulbr. (таблица 2). Позднее при изучении культуры сорго R.W. Downes [45] установил, что возделываемые виды – *Sorghum bicolor* Moench, *S. sudanense* (Piper.) Stapf., *S. halepense* (L.) Pers. – по интенсивности

светонасыщенного фотосинтеза достоверно превосходят дикие виды – *S. arundinaceum* (Desv.) Stapf., *S. stipoides*, Garb. Ex Hubb.

Таблица 2. Изменение светонасыщенной интенсивности фотосинтеза сельскохозяйственных растений в процессе окультуривания

Культура	Дикие, примитивные формы		Культурные, возделываемые формы		Источник и
	Вид, подвид	ИФ	Вид, подвид	ИФ	
Сахарный тростник	<i>Saccharum spontaneum</i> L.	31,82	<i>S. officinarum</i>	26-37	[52]
Сорго*	<i>S.arundinaceum</i> Desf.Stapf	57,0	<i>S. bicolor</i> L. Moench.	82,8	[45]
	<i>S. stipoideum</i> Garb.,Hubb.	54	<i>S. sudanense</i> (Piper) Stapf	86,4	
Рис	<i>Oryza rufipogon</i>	35,2	<i>O. sativa</i> L. ssp. <i>japonica</i>	41,1	[42]
	<i>O. nivara</i>	35,0	conv. Taivan	39,8	
Вигна *	<i>Vigna sinensis</i> (humid))	8,6	<i>V. unguiculata</i> (L.) Walp	19,3	[56]
	<i>V. dekindtiana</i> (arid	16,9	--“--	31,4	
Хлопчатник	<i>Gossipium armourianum</i> Kearn.	40,0	<i>G. hirsutum</i> L.	45,0	[46]
	<i>G. raimondii</i> Ulbr.	40,0	<i>G. barbadense</i> L.	45,0	
Морковь	<i>Daucus carota</i> L. ssp. <i>gummifer</i>	9,98	<i>Daucus carota</i> ssp. <i>sativus</i> (western)	22,15	[66]
	<i>ssp. gaedecaei</i>	12,79	--“-- (eastern)	31,38	

* – Пересчитано из нетрадиционных единиц в мг CO² / дм² ч М.И. Зеленским

В исследованиях с корнеплодными растениями было обнаружено, что у европейских культурных форм моркови *Daucus carota* L. интенсивность фотосинтеза выше, чем у их диких родичей [66]. Что касается бобовых культур, исследователи, изучавшие фотосинтез вигны [56], установили, что зрелые листья малопродуктивных диких лесных форм вида *Vigna sinensis* (L.) Haussk. проявляют низкую интенсивность светонасыщенного фотосинтеза, фермерские сорта возделываемого вида *V. unguiculata* (L.) Walp. показывали более высокие значения, а элитные высокопродуктивные формы этого вида выделялись наивысшей интенсивностью ассимиляции CO₂. Авторы заключили, что в процессе доместикации вигны происходило

постепенное повышение фотосинтетической способности листа, проявляющееся при «высоких потоках квантов света».

К приведенным наблюдениям примыкают данные, полученные [42] при сравнительном изучении дикорастущих видов и современных сортов риса как азиатского *Oryza sativa* L., так и африканского *O. glaberrima* Steud. происхождения (табл. 2). На представительном наборе образцов было показано, что интенсивность фотосинтеза современных высокопродуктивных сортов риса, особенно эректоидных образцов японского подвида, значительно превышает таковую у дикорастущих видов и староместных сортов индийского подвида.

Таким образом, в результате исследований 70-80-х годов выявились две противоположные группы культур. В первой из них процессы окультуривания и выделения наиболее продуктивных форм, по-видимому, были сопряжены со снижением фотосинтетической активности листа. В то же время во второй domestикация и селекционное улучшение сопровождались повышением интенсивности фотосинтеза по сравнению с уровнем ассимиляционной активности их диких родичей. Естественно, вопрос о причинах столь различных тенденций в эволюционных изменениях фотосинтеза культурных растений требовал специального рассмотрения.

Фотосинтез и полиплоидия

Известно, что в эволюции культурных растений нередко главную роль играет полиплоидизация [67,15], которая влечет за собой изменение размеров плодов и семян, а также расширяет адаптивные возможности растений [20]. Как видно из таблицы 3, у пшеницы аллополиплоидия вела к понижению активности фотосинтетического аппарата. Аналогичное понижение интенсивности фотосинтеза с повышением уровня ploидности и изменением геномного состава отмечено также в родах: *Ricinus* L. [68], *Phlox* L. [35] и иногда рассматривалось в литературе как некое универсальное явление [1].

С другой стороны, описано немало растений, у которых полиплоидизация влечет за собой повышение фотосинтетической активности. Так, по данным работы Downes [45], диплоидные виды сорго *Sorghum intrans* F. Muell., *S. stipoides* Garber et Rubb. показывали относительно высокую интенсивность фотосинтеза (табл. 3), в то время как октаплоид – *S. halepense* (L.) Pers. демонстрировал уровень фотосинтетической активности, близкий к наивысшему. Аналогичная тенденция возрастания фотосинтетической способности отмечена в полиплоидном ряду рода *Festuca* L. [82,54] при сравнении ди-, тетра- и октаплоидных видов рода *Solanum* [5], а также при сравнении изогенных популяций *Medicago* L. различного уровня ploидности по скорости выделения кислорода изолированными хлоропластами [59].

Описано немало случаев, когда полиплоидизация вообще не оказывала какого-либо влияния на фотосинтетическую активность. Так, диплоидный вид овса *Avena strigosa* Schreb не показывал более высокой ИФ, чем тетраплоидные и гексаплоидные виды (табл. 3). Аналогично, среди 5 видов рода *Brassica* L. также не было обнаружено изменений фотосинтетической активности с повышением уровня плоидности [51].

Попытки связать разнонаправленные эффекты полиплоидии на фотосинтез с уровнем содержания ДНК на клетку или с концентрацией РДФ-карбоксилазы [40,44], равно как и со специфическим влиянием отдельных составляющих сложного полиплоидного генома, не привели к какому-либо объяснению наблюдавшихся закономерностей [63].

Таблица 3. Фотосинтетическая активность видов в полиплоидных сериях сельскохозяйственных растений

Культура	Вид	Интенсивность фотосинтеза (ИФ) при уровнях плоидности				Литературный источник
		2n	4n	6n	8n	
Пшеница, <i>Triticum</i>	<i>T. boeoticum</i>	45,7				[47]
	<i>T. monococcum</i>	34,9				
	<i>T. dicoccoides</i>		34,5			
	<i>T. dicoccum</i>		29,5			
	<i>T. durum</i>		28,8			
	<i>T. spelta</i>			27,3		
	<i>T. aestivum</i>			31,4		
Овес, <i>Avena</i>	<i>A. strigosa</i>	38,4				[43]
	<i>A. brevis</i>	34,1				
	<i>A. glabrata</i>		35,3-47,9			
	<i>A. bizantina</i>			28,8-34,1		
	<i>A. fatua</i>			26,7-31,0		
	<i>A. sterilis</i>			24,8-33,6		
	<i>A. sativa</i>			24,2-40,7		
Сорго, <i>Sorghum</i>	<i>S. stipoides</i>	54,0				[45]
	<i>S. arundinaceum</i>	57,0				
	<i>S. intrans</i>	72,0				
	<i>S. sudanense</i>		86,4			
	<i>S. virgatum</i>		104,4			
	<i>S. halepense</i>				93,6	
Картофель, <i>Solanum</i>	<i>S. chacoense</i>	75,0	77,0	-	-	[5]
	<i>S. pinnatesectum</i>	36,0	42,0	-	-	
	<i>S. acaule</i>	-	70,0	-	77,0	

Обращает на себя внимание тот факт, что независимо от уровня плоидности, наиболее активными в фотосинтетическом отношении у разных культур проявляют себя ксероморфные генотипы. Это характерно для диплоидных видов пшеницы, отличающихся повышенной частотой устьиц на листовой пластинке [12], более частой сетью жилкования [62] и уменьшенными размерами клеток. Ксероморфной структурой листа

отличаются дикие формы сахарного тростника, а также декаплоиды овсяницы тростниковидной, проявляющие повышенные значения интенсивности фотосинтеза [38]. Положительное влияние ксероморфизации на ассимиляционную активность растений различного уровня плоидности подпадает под действие правила Максимова [24], констатирующего, что повышение интенсивности фотосинтеза и транспирации характерны для растений с уменьшенным размером листа, составляющих его клеток и более частым жилкованием, т.е. связано с комплексом морфологических и анатомических приспособлений к режиму умеренного водного дефицита и высокой инсоляции.

Филогенетическая адаптация к инсоляции в роде *Triticum* L.

В.Н. Любименко [23] и позднее И.А. Шульгин [30], анализируя эволюцию фотосинтеза автотрофных микроорганизмов и высших наземных растений в предшествующие геологические эпохи, в качестве важного фактора филогенетической адаптации рассматривали интенсивность света, при которой формировался соответствующий класс растений.

В современную эпоху различные широтные зоны возделывания культурных растений также довольно существенно различаются по величине прихода фотосинтетически активной радиации (ФАР). Так, за четырехмесячный вегетационный сезон май-август зоны, расположенные на 50-60°с.ш. – Германия, Польша, Белоруссия, Северо-Запад России, - получают 950-1100 МДж/м² ФАР. В степной части России за этот же период поступает 1200-1250 МДж/м² ФАР, а в нагорных регионах Северного Кавказа, Закавказья и Малой Азии приход ФАР за апрель-июль составляет 1250-1350 МДж/м² [31, 21].

В лаборатории фотосинтеза ВИР была изучена светотребовательность (светолюбие) фотосинтетического аппарата (хлоропластов) у видов рода *Triticum* и сортов мягкой пшеницы. Для оценки светотребовательности хлоропластов использовали два показателя: световую адаптивную реакцию фотосинтетического аппарата (САРФА) на уровень освещенности при выращивании растений по модифицированной методике [37] и устойчивость хлоропластов проростков к выдерживанию в темноте (УХТ) [17]. Первый показатель (САРФА) определяли путем получения для каждого образца семейства световых кривых фотовосстанавливающей активности хлоропластов (ФВАХ), которые выделяли из листьев растений, выращенных при различной интенсивности света. В качестве интегральной характеристики адаптивности использовали наклон световой адаптационной кривой, представляющей зависимость светонасыщенной ФВАХ от интенсивности света, при которой выращивали растения [20]. Второй показатель (УХТ) определяли по отношению активности хлоропластов 10-дневных проростков, выдержанных 96 час. в темноте, к активности хлоропластов проростков, находящихся на свету (при 40-50 Вт/м² ФАР)[19]. Оценка образцов по УХТ обычно была выше у образцов с

низкими значениями САРФА. Между двумя этими параметрами существовала достоверная отрицательная корреляция ($r = -0.63$).

Сравнительное изучение видов пшеницы по величине световой адаптивной реакции фотосинтетического аппарата (САРФА) при увеличении интенсивности света, при которой выращиваются растения, показало, что в пределах вида *T. monococtum* преобладают светолубивые образцы, у которых показатель САРФА лежит в интервале от 4,0 до 6,0 единиц (табл. 4).

Таблица 4. Характеристика светотребовательности видов пшеницы по световой адаптивной реакции фотосинтетического аппарата (САФРА) и устойчивости хлоропластов проростков к темноте (УХТ)

№ по каталогу ВИР	Вид, разновидность, сорт	Происхождение	(САФРА) Хилл м ² /100 Вт	УХТ %
	<i>T. monococtum</i>			
20412	var. <i>laetissimum</i>	Испания	6,2	74
30086	var. <i>macedonicum</i>	Армения	5,5	51
14379	var. <i>laetissimum</i>	Турция	5,6	75
14237	var. <i>macedonicum</i>	Болгария	4,0	135
21803	var. <i>flavescens</i>	Германия	4,0	85
	<i>T. dicocum</i>			
24459	var. <i>arras</i>	Иемен	7,0	57
20967	var. <i>haussknechtianum</i>	Турция	4,6	97
1730	var. <i>rufum</i>	Германия	1,5	196
6249	var. <i>cerbicum</i> (folge)	Латвия	0,6	241
19091	var. <i>dicocum</i>	Ульяновская обл.	-0,3	112
	<i>T. spelta</i>			
45368	var. <i>schemachanicum</i>	Нахичевань	5,0	34
6537	var. <i>duhamelianum</i>	Германия	2,0	91
65539	var. <i>vavilovi</i>	Таджикистан	1,1	72
45364	var. <i>subscharcordii</i>	Азербайджан	1,0	100
1723	var. <i>duhamelianum</i>	Германия	1,0	123
	<i>T. aestivum</i>			
39511	Zulitza	Албания	7,0	28
1906	Полтавка	Саратовская обл.	3,8	57
47759	Kalyan Sona	Индия	2,7	92
43902	Монакинка	Приморский край	0,7	106
44967	Nos Norko	Германия	1,6	180

У вида *T. spelta* в ответ на повышение светового облучения значительно меньше возрастала активность. Наконец, образцы видов *T. dicocum* и *T. aestivum* показывали как низкие, так и высокие значения САРФА, обнаруживая широкий размах световой адаптивности

фотосинтетического аппарата [29, 20]. Характеристика светотребовательности видов пшеницы по показателю УХТ, изученная на более многочисленных выборках, показала еще более широкую изменчивость. Примечательно, что размах вариации УХТ отдельных видов оказался в определенном соответствии с размерами ареалов последних, особенно с их распространением в меридиональном направлении. Так, у вида *T. thopococcum*, исторический ареал которого ограничивается Балканами, Малой Азией и Закавказьем, и целиком располагался между 40° и 45° северной широты, наблюдали наименьшую амплитуду вариации УХТ. У твердой пшеницы *T. durum* более широкий размах значений теневыносливости образцов отвечал ее более широкому ареалу возделывания – в большинстве стран Средиземноморья, а также на Украине, в Закавказье и Поволжье (35° -50° с.ш.). Почти такой же размах вариабельности теневыносливости наблюдается среди экотипов, разновидностей вида *T. spelta*, возделывавшегося в Испании, Германии, Швейцарии, а также Таджикистане. Некогда широко культивировавшийся от Судана (10° с.ш.) до Прибалтики (60° с.ш.) тетраплоидный вид *T. dicocum*, полба, демонстрирует более чем десятикратный размах изменчивости УХТ – от 20% (образец из Йемена) до 240%. Наконец пшеница мягкая – *T. aestivum*, распространенная от экваториальных стран (Колумбия) до 65° с.ш. (Архангельская обл.), имела наиболее широкий диапазон показателей теневыносливости – от 20% до 300%.

Если рассматривать в качестве исходных форм пшеницы примитивные диплоидные виды, сформировавшиеся в Передней Азии и Закавказье [8] в условиях высокой инсоляции, логично предположить, что их широкому распространению воспрепятствовало отсутствие теневыносливых форм. Объединение в полиплоидных видах двух (у тетраплоидов) или трех (у гексаплоидов) разнородных геномов расширило адаптивные возможности фотосинтетического аппарата видов *T. dicocum* и *T. aestivum* и создало предпосылки для продвижения культуры пшеницы в регионы с меньшей интенсивностью освещения.

Скрининг на теневыносливость более 500 образцов мягкой яровой пшеницы из коллекции ВИР, проведенный по устойчивости хлоропластов проростков к темноте (УХТ), позволил условно выделить среди них 6 экологических групп, различающихся по уровню светолюбия [18]. На рис. 1 показано распределение образцов мягкой яровой пшеницы по группам светолюбия в сортиментах из различных регионов бывшего СССР. Гистограммы наглядно демонстрируют преобладание высокосветолюбивых генотипов в сортиментах Армении и Северного Кавказа, Поволжья и, напротив, – теневыносливых на Севере России, на Дальнем Востоке и в Белоруссии. Классификация сортов по группам светолюбия на основе устойчивости хлоропластов проростков к темноте согласовывалась с данными по адаптивной реакции фотосинтетического аппарата на интенсивность света при выращивании растений. Полученные данные

показывают, что в различных регионах бывшего СССР в соответствии с различиями в приходе ФАР наблюдается клинальное изменение частоты встречаемости генотипов мягкой пшеницы, различающихся светолюбием. Выявленные различия по световой адаптации выборок образцов яровой мягкой пшеницы воспроизводились при распределении образцов мягкой пшеницы по группам светолюбия в сортиментах других стран, различающихся по уровню летней инсоляции [21].

Таким образом, в ходе эволюции пшеницы происходило не только увеличение площади листовых пластинок и понижение интенсивности фотосинтеза, но имела место также связанная с ее распространением эволюция фотосинтетического аппарата в направлении усиления показателей, обеспечивающих теневыносливость.

Эволюция фотосинтеза и географическое распространение сельскохозяйственных растений

Противоположные тенденции – уменьшение в процессе эволюции фотосинтетической способности пшеницы и сахарного тростника, с одной стороны, и ее увеличение у риса, сорго, хлопчатника, вигны – с другой, находят единое объяснение с позиции теории Н.И. Вавилова о первичных центрах происхождения культурных растений и вторичных центрах их интенсивного формообразования [9]. Интродукция растений из нагорных регионов с высокой инсоляцией в менее облучаемые степные и особенно лесостепные регионы, т.е. по нисходящему градиенту освещенности, способствовала искусственному отбору мезофитных форм с повышенной теневыносливостью и пониженной интенсивностью фотосинтеза. Можно предположить, что аналогично эволюционному процессу в роде *Triticum*, из диких популяций ксероморфного сахарного тростника (*Saccharum spontaneum* L.), произрастающего на склонах Гималаев [14], в результате их переселения в тропические увлажненные регионы со значительной облачностью – Юго-Восток Индии, Филиппины, о. Ява, Бразилия, Куба – сформировались более широколистные формы с пониженной интенсивностью фотосинтеза (вероятно, относительно теневыносливые).

Противоположное, «восходящее» по градиенту прихода ФАР распространение сельскохозяйственных растений реализовалось для культуры риса, центр происхождения которого приурочен к тропическим переувлажненным зонам Таиланда, Бирмы, Бенгалии, характеризующимся низким приходом ФАР. Расселение этой культуры при посредстве человека было направлено в субтропические, более богатые солнечной радиацией регионы Китая, Японии, Северной Америки, Юга России. Вместо высокорослых, с длинными поникающими листьями и относительно теневыносливым фотосинтетическим аппаратом форм (Nayak et al., 1978), в новых местах возделывания сформировались короткостебельные сорта с листьями эректоидного типа [41, 69] характерными для светолюбивых растений [69].

Распространение и эволюция рода *Sorghum*, как отмечает П.М. Жуковский [14], происходили на фоне «постепенной ксерофитизации климата». Физиологическое изучение коллекции сорго, проведенное R.V. Downes [45], обнаружило, что дикорастущий вид *S. arundinaceum* Desf. из влажного с низкой инсоляцией центра происхождения в экваториальной Западной Африке характеризуется сравнительно невысокой интенсивностью фотосинтеза, а также положительной реакцией на пониженную освещенность. В то же время распространившиеся в более богатые солнечной радиацией регионы Эфиопии, Восточной Индии и Средней Азии зерновые и кормовые сорговые растения: *S. bicolor*, *S. sudanense*, *S. halepense* – адаптированы к более высоким интенсивностям света и принадлежат к числу наиболее активных фотосинтетиков (см. табл. 2, 3).

Эволюцию фотосинтеза хлопчатника имеющиеся данные позволяют проследить только в пределах американского континента. Здесь, в прибрежной тихоокеанской зоне Южной Мексики, обладающей тропическим дождевым климатом (2000-3000 мм осадков в год), произрастает около 10 дикорастущих видов *Gossipium* L., в том числе уже упоминавшиеся *G. armourianum* и *G. raimondii*. Находящийся западнее штат Чапьега, с более сухим и солнечным климатом, указывается как место происхождения культурного вида *G. hirsutum* [14]. Более новые данные, полученные рестрикционным анализом ДНК (RFLP), указывают на то, что первичным центром одомашнивания *G. hirsutum* является полуостров Юкатан, климат которого характеризуется большим годичным количеством осадков (более 2000 мм) [39].

Введение этого короткодневного тропического вида в культуру в субтропической зоне США (Техас) потребовало выделения фотопериодически слабочувствительных (и вероятно более светолюбивых) форм, которые положили начало нагорным хлопчатникам – «упландам», для которых установлена более высокая интенсивность фотосинтеза [46]. Сходная тенденция эволюции фотосинтеза в сторону увеличения его интенсивности отмечена и у культуры вигны [56] что, по-видимому, находится в связи с ее распространением по восходящему градиенту облученности от подлеска тропических лесов Центральной Африки до субтропических районов возделывания в Индии и Центральной Азии.

Обобщение рассмотренных тенденций эволюции может быть сформулировано в виде следующего правила: распространение сельскохозяйственных растений из центра происхождения в новые районы возделывания с отличающимся световым режимом сопровождалось адаптивным изменением фотосинтетической способности. Для культур, новый ареал которых имеет облученность ФАР более высокую, чем в центре происхождения, реализуется естественный и искусственный отбор более светолюбивых и интенсивно фотосинтезирующих форм. Если уровень облученности нового ареала ниже, чем в центре происхождения,

преимущественное распространение получают относительно теневыносливые и низко фотосинтезирующие формы.

В какой-то мере установленная закономерность согласуется с эколого-физиологическими исследованиями, в которых сравнительные измерения фотосинтеза высокогорных, предгорных и равнинных популяций дикорастущих растений обнаружили тенденцию к понижению фотосинтетической активности по мере уменьшения высоты места произрастания над уровнем моря [57].

Механизмы филогенетической адаптации фотосинтеза

Ксероморфность растений, будучи сопряжена с уменьшением листовой пластинки, увеличением сети сосудистых пучков и более частым расположением уменьшенных устьиц, вероятно, может сама по себе способствовать повышению интенсивности фотосинтеза через устранение перегрева листа, улучшение притока CO_2 и оттока ассимилятов. Адаптация растений непосредственно к повышенной инсоляции, помимо ксероморфности, включает в себя приспособления для «избегания» излишне высокого облучения посредством вертикальной ориентации листьев [8], характерной для нагорных популяций многих растений (ген безлигульности у пшеницы, ржи, кукурузы). Эволюционная адаптация осуществляется также путем изменения организации непосредственно фотосинтетического аппарата. Помимо хорошо известного уменьшения числа гран в хлоропластах, уменьшения размеров светособирающих хлорофилл-белковых «антенн» и увеличения концентрации «защитных пигментов» - каротиноидов [32], «световые» хлоропласты содержат также большее количество белка D-1, выполняющего функцию репараций световых повреждений хлорофилл-белковых комплексов [33]. В сумме перечисленные приспособления позволяют светолюбивым растениям повышать фотосинтетическую активность пропорционально увеличению облучения до весьма высоких значений и реализовывать высокие величины световой адаптивной реакции.

Формирование адаптированных к повышенной инсоляции новых линий с фотохимическим аппаратом повышенной активности (светолюбия) на основе гетерогенных исходных популяций может происходить весьма быстро – в ходе смены немногих поколений, как, например, было показано для популяций кукурузы при проведении косвенных отборов на продуктивность и толщину стебля [49].

Изменение светотребовательности культурных растений может происходить также рекомбинантным путем. Так, известно, что введение в старые сорта риса генов короткостебельности и эректоидности флагового листа от сорта Deo-Geo-Woo позволило создать на Филиппинах высокопродуктивный короткостебельный сорт IR-8 с повышенной фотосинтетической активностью [41]. Интересным примером может служить также сорт мягкой пшеницы Ленинградка, отличающийся

уменьшенным размером флагового листа, отношением хлорофиллов а/б, достигающим значений до 5,0 [10], а также умеренным светолюбием – УХТ=67%; САРФА=3,4; Хилл/м²/100 Вт. Возможной причиной проявления таких не характерных для пшениц Северо-Запада признаков, по нашему мнению, могло послужить использование при выведении сорта Ленинградка светолюбивого вида *T. durum* из Сирии [28].

Как показало изучение физиологии высокопродуктивных полукарликовых сортов пшеницы, полученных введением генов Rht1 и Rht2 от образца Norin-10, эти сорта наряду с уменьшением высоты приобрели более высокую, чем высокорослые, скорость фотосинтетического выделения кислорода [55]. Они отличаются также мелкоклеточностью, большей частотой расположения устьиц, повышенной концентрацией хлорофилла, РДФ-карбоксилазы [60] и скоростью ассимиляции CO₂ [65], т.е. многими признаками светолюбия.

Значительное влияние на процессы филогенетической адаптации оказывают также мутации. В литературе описаны мутантные формы как «квазисветового» типа – с пониженным суммарным содержанием хлорофилла, особенно хлорофилла «b», но повышенной фотохимической активностью [36, 27], так и «квазитеневого» типа, с повышенным содержанием хлорофилла, пониженным соотношением хлорофиллов а/б, сильно выцветающие на ярком свете [11]. Наиболее выразительным примером изменения, увеличившего теневыносливость фотосинтетического аппарата, является плейотропная мутация, послужившая основой для создания яблонь типа «спур» [58]. Мутантные формы, отобранные первоначально по уменьшенному габитусу, сближенному расположению плодовых узлов и повышенной скороплодности, как оказалось, отличаются также повышенной облиственностью побегов, повышенным содержанием хлорофилла, и в особенности – «теневого пигмента» - хлорофилла «b» [26].

Заключение

Все рассмотренные материалы в совокупности свидетельствуют о том, что фотосинтетическая деятельность у культурных растений в ходе их формирования, антропогенного распространения и селекционного преобразования подвергалась и продолжает подвергаться эволюционным изменениям, особенности которых находятся в неоднозначной зависимости от сложного взаимодействия как внутренних биологических, так и внешних эколого-географических, агротехнических и селекционных факторов. Особо следует отметить то, что культурные растения в целом, равно как и их конкретные формы, очень неравноценны по эволюционному потенциалу, а также по адаптивной реакции генетических систем в ответ на специфические комплексы селекционно-агротехнических, световых и других факторов.

В силу действия всех упомянутых, возможно также и иных причин, тенденции эволюционной изменчивости фотосинтеза в мире культурных растений носят различный, а нередко даже и противоположный характер. По этой причине необходимо специально остановиться на некоторых принципиальных вопросах, которые представляются важными и для постижения закономерностей эволюции фотосинтеза растений дикорастущих.

Существуют три категории фактов, которые позволяют сформулировать принцип множественности путей эволюции фотосинтеза. Во-первых, это материалы эволюционной теории, говорящие о многообразии путей осуществления эволюционных преобразований, в том числе и среди сообитающих, близкородственных форм. Особенно убедительны многочисленные факты симпатрической дивергенции в популяционных системах, результатом которой является структурно-функциональный полиморфизм, свойственный практически всем фитопопуляциям [2, 3, 4].

Во-вторых, это сравнительно-физиологические данные, согласно которым во всех климатических поясах и во всех свойственных им ботанико-географических областях имеются виды растений как с низкой, так и с высокой интенсивностью фотосинтеза. В зависимости от видовых особенностей растений, величина этого показателя обнаруживает различия в 20-25 раз [16]. Несомненно, что столь резкие межвидовые различия среди растений одних и тех же природных зон возможны только при условии, что эволюция их фотосинтетической деятельности осуществлялась различными путями. В-третьих, - это данные, показывающие, что фотосинтез является весьма сложным, дифференцированным структурно-функциональным блоком с многоуровневой системой организацией, на деятельность которого влияет целый комплекс внутренних и внешних факторов. Особо важно то, что составные части, компоненты, процессы и звенья этого целостного блока обладают некоторой автономией, в связи с чем они могут эволюционировать относительно независимо друг от друга, неравномерно и различными путями. Такими, как совершенствование механизмов улавливания, отражения и утилизации световой энергии; изменения величины листовых пластинок, ориентации листа в пространстве, индекса листовой поверхности; строения ассимиляционных тканей и клеток, структуры хлоропластов, содержания и состава хлорофиллов и иных пигментных систем; активности ферментов, соотношения процессов фотосинтеза и дыхания и т.д.

Все сказанное позволяет считать, что филогенетические сдвиги интегральных показателей фотосинтеза, таких, как общая фотосинтетическая активность, почти всегда являются суммарными результатами целого ряда частных эволюционных преобразований, протекающих различными путями.

Окончательный вариант данной статьи был подготовлен к печати, когда не стало д.б.н. М.И. Зеленского. Как соавтор статьи, я выражаю глубокую благодарность жене М.И. Зеленского с.н.с. ВИР, к.б.н. С.Е Дунаевой., подготовившей материал к печати. Приношу искреннюю благодарность д.б.н. О.Д. Быкову (Бот. институт им. В.Л. Комарова, РАН), д.б.н. И.М. Магомедову (СПбГУ) и д.б.н. О.П. Митрофановой, зав. отделом генетических ресурсов пшениц ВИР, за ценные указания при обсуждении материала в процессе его подготовки к печати.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авратовицукова Н. Генетика фотосинтеза. М. 1980. 97 с.
2. Агаев М.Г. О многообразии видообразовательных процессов //Бот. ж. 1968. Т. 53. №1. С. 23-38.
3. Агаев М.Г. Эволюция как многокачественный процесс.1. //Вестник Ленинградского университета 1976. №21. С.7-18.
4. Агаев М.Г. Вавиловская концепция вида и ее развитие //Генетика. 1987. Т.23. № 21. С. 1949-1960.
5. Быков О.Д., Галкин В.И., Житлова Н.А., Кошкин В.А. Влияние температуры на изменение интенсивности фотосинтеза и дыхания у диплоидов и тетраплоидов картофеля // Генетика фотосинтеза. Душанбе. 1977. С. 241-249.
6. Быков О.Д., Зеленский М.И. Экологическая и видовая дифференциация пшеницы по уровню фотосинтетической активности // Труды по прикл. бот., ген., сел. 1987. Т. 100. С. 186-203.
7. Быков О.Д., Кошкин В.А., Прядехина А.К. Газообмен флагового листа и элементы продуктивности видов пшеницы и эгилопса //Тр. по прикл. бот., ген., сел. 1980. Т.67. Вып.2.С.12-21.
8. Вавилов Н.И. О восточных центрах происхождения культурных растений //Происхождение и география культурных растений. Л. 1987. С.14-28.
9. Вавилов Н.И. // Центры происхождения культурных растений //Происхождение и география культурных растений. Л.1987. С. 33-127.
10. Вержук В.Г. Сравнительный анализ современных и стародавних сортов яровой пшеницы по показателям фотосинтеза и продуктивности // Тр. по прикл. бот., ген., сел. 1980. Т.67. Вып. 2. С. 22-28.
11. Гостимский С.А., Ежова Т.А., Маторин Д.Н. Генетический контроль фотосинтеза у *Pisum sativum* L. // Физиол. растений. 1981. Т. 28. Вып. 2. С. 269.
12. Градчанинова О.Д. Изменчивость анатомических признаков листа видов и экологических групп пшеницы в онтогенезе // Тр. по прикл. бот., ген., сел. 1975. Т. 55. Вып. 3. С. 78-80.
13. Дунаева С.Е., Богуславский Р.Л., Зеленский М.И. Сравнительная характеристика видов пшеницы по морфологии листа и содержанию хлорофилла в условиях Дагестана и Ленинградской обл. //Тр. по прикл. бот., ген., сел. 1989. Т. 127. Вып. 2. С. 113-122.
14. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Л. 1971. 752 с.
15. Жуковский П.М. Эволюционные аспекты полиплоидизации растений // В кн. Полиплоидизация и селекция. Минск. 1972. 353 с.

16. Зеленский О.В. Эколого-физиологические аспекты изучения фотосинтеза // 37-е Тимирязевские чтения. Л. 1976. 57 с.
17. Зеленский М.И., Могилева Г.А., Быков О.Д. Способ оценки теневыносливости сельскохозяйственных растений. А. с. № 791327 // Открытия. Изобретения. 1980. №12.
18. Зеленский М.И., Шитова И.П., Наумова Т.В. Изучение светотребовательности яровой пшеницы по фотовосстанавливающей активности хлоропластов // Бюлл. ВИР. 1988. №177. С.45-48.
19. Зеленский М.И., Наумова Т.В. Лабораторная оценка теневыносливости образцов пшеницы на основе измерений фотовосстанавливающей активности хлоропластов проростков // Методические указания ВИР. 1989. 36 с.
20. Зеленский М.И., Филатенко А.А. Характеристика светотребовательности фотосинтетического аппарата некоторых видов пшеницы // Докл. Россельхозакадемии. 1994. № 1. С. 7-9.
21. Зеленский М.И. Фотосинтетические характеристики важнейших сельскохозяйственных культур и перспективы их селекционного использования // Теоретические основы селекции. Т. II. Ч. II. Физиологические основы селекции растений. СПб. ВИР. 1995. С. 466-554.
22. Картилов Ю.С. Фотосинтез ксерофитов (эволюционный аспект) // Кишинев. 1970. 19 с.
23. Любименко И.Н. К теории процесса приспособления в растительном мире. II. О приспособлениях к напряженности и спектральному составу света // Природа. 1935. №3. С. 23-35.
24. Максимов Н.А. Физиологическое значение ксероморфных структур // Тр. по прикл. бот., ген., сел. 1930. Т.25. Вып. 3. С. 152-162.
25. Мокроносов А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма // 4-е Тимирязевские чтения. М. 1983.
26. Нестеров Я.С., Шипота С.Е. Листовая поверхность и количество хлорофилла у сортов яблони типа «Спур» // Тр. по прикл. бот., ген., сел. 1988. Т.121. С.41-45.
27. Писарева Л.А., Зеленский М.И., Дунаева С.Е., Москалева Г.И., Романова Л.В., Ртищева Е.Д. Индуцированные хлорофилльные мутации у мягкой пшеницы сорта Мироновская 808 // Тр. по прикл. бот., ген., сел. 1980. Т. 67. Вып. 3. С. 84-94.
28. Рабинович С.В. Современные сорта пшеницы и их родословные. // Киев. 1972. 328 с.
29. Филатенко А.А., Зеленский М.И., Макашарипова К.А. Светотребовательность фотосинтетического аппарата видов пшеницы // Бюлл. ВИР. 1991. Вып. 216. С. 72-76.
30. Шульгин И.А. Растение и солнце. Л. 1973. 252 с.
31. Цельникер Ю.Л. Физиологические основы теневыносливости древесных культур. М. 1978. 214 с.
32. Anderson J.M., Chow W.S., Goodchild D.J. Thylakoid membrane organization in sun/shade acclimation // Austr.J.Plant Physiol. 1988. V.15. № 1-2. P.11-26.
33. Aro E.-M., McCaffary S., Anderson J.M. Photoinhibition and D-I protein degradation in peas acclimated to different growth irradiance // Plant Physiol. 1993. V. 103. №3. P. 855.
34. Austin R.B. Genetic variation in photosynthesis // J.Agric.Sci. Camb. 1989. V.112. P.287-294.
35. Bazzaz F.A., Levin P.A., Levy M., Schmierbach M.P. The effect of chromosome doubling on photosynthetic rates in *Phlox* // Photosynthetica. 1982. V.17. №1. P.89-92.
36. Boardman N.K., Highkin H.P. Studies on a barley mutant lacking chlorophyll b. Photochemical activity of isolated chloroplasts // Bioch. Bioph. Acta. 1966. V.126. P.189-199.

37. Bourdu P., Prioul J.-L. Response photosynthetiques de type adaptif aux climat lumineux de croissance. Etude theoretique, applications et diagnostic precoce // *Physiol. Vegetale*. 1974. V.12. № 1. P.35-51.
38. Byrne M.C., Nelson C.J., Randall D.D. Ploidy effects on anatomy and gas exchange of Tall Fesque leaves // *Plant Physiol*. 1981. V.68. №4. P. 891-893.
39. Brubacker C.L. Wendel J.F. Reevaluating the origin of domesticated Cotton (*Gossipium hirsutum*, *Malvaceae*) using nuclear restriction fragment length polymorphism (RFLP) // *Amer.J. Bot*. 1994. V.81. №10. P. 1309.
40. Chan K., Gray C.I., Wildman S.G. Fraction I protein and origin of polyploidy wheat // *Science*. 1975. V.190. №4221. P. 1304-1307.
41. Chandler R.E.Jr. Plant morphology of stand geometry in relation to nitrogen // *Physiological aspects of crop yield*. Ed. J.D. Eastin. 1969. P. 265-289.
42. Cook N.C., Evans L.T. Some physiological aspects in the domesticatie on and improvement of rice *Oryza spp.* // *Field Crop Res*. 1983. V.6. P. 219.
43. Criswell J.G., Shibles P.M. Physiological basis for genotypic variation in net photosynthesis of oat leaves // *Crop Sci*. 1971. V.11. №4. P. 550.
44. Dean C., Leech R.M. Genome expression during normal leaf development. 2. Direct correlation between ribulose disphosphat carboxylase content and nuclear ploidy in a polyploidy series in wheat // *Plant Physiol*. 1982. V.70. P. 1605-1608.
45. Downes R.V. Relationship between evolutionary adaptation and gas exchange characteristics of diverse Sorghum taxa // *Austr.J. Biol. Sci*. 1971. V.24. P. 843-852.
46. El Sharkawy M.A., Hesketh J. Photosynthesis among species in relation to characteristics on leaf anatomy and CO₂ diffusion resistance // *Crop Sci*. 1965. V.5. P. 517-521.
47. Evans L.T., Dunstone R.L. Some physiological aspects of evolution of wheat // *Austr. J. Biol. Sci*. 1970. V.23. P. 725-741.
48. Gifford R.M, Evans L.T. Photosynthesis, carbon assimilation and yield // *Ann. Rev. Plant Physiol*. 1981. V.32. P. 485-509.
49. Hanson W.D., Grier R.E. Rates of electron transfer and non-cyclic photophosphorylation for chloroplasts isolated from maize population selected for differences in juvenile productivity and leaf width // *Genetics*. 1973. V.75. P. 247-257.
50. Hatch M, Slack C.R. Photosynthesis by sugarcane leaves. A new carboxylation reaction and the parthway of sugar formation // *Biochem.J*. 1966. P. 103-111.
51. Hobbs S.L.O.A. Genetic variability in photosynthesis and other leaf characters in *Brassica* // *Phosynthetica*. 1988. V.22.№3. P. 388-393.
52. Irvine J.E. Relation of photosynthetic rates and leaf and canopy characters to sugarcane yield // *Crop Sci*. 1975. V.15. P. 671.
53. Khan M.A., Tsunoda S. Evolutionary trends in leaf photosynthesis and related leaf characters among cultivated wheat and its wild relatives // *Jap. J. Breed*. 1970. V.20. P. 403-405.
54. Krueger R.W., Miles D. Photosynthesis in Fescue. Rates of electron transport in a polyploid series of Tall fescue // *Plant Physiol*. 1981. V.68. P. 1110-1114.
55. Kulshrestha V.R., Tsunoda S. The role of Norin-10 dwarfing genes in photosynthetic and respiratory activities of wheat leaves // *Theor. Appl. Genet*. 1981. V.60. P. 81-84.
56. Lush W.M., Rawson H.M. Effect of domestication and region of origin on leaf gas exchange in Cowpea *Vigna unguiculata* L. // *Photosynthetica*. 1979. V.13. №4. P. 419.
57. May D.S. Genetic and physiological adaptacion of the Hill reaction in altitudinal-diverse population of *Taraxacum* // *Photosynthetica*. 1975. V.9. №3. P. 293-298.
58. Meli T. Spurtypen bei Apfelbaumen // *Schweiz. Z. Obst Weinbau*. 1965. №11. P. 101.

59. *Molin W.T., Meyers S.P., Baer G.R., Schreder L.E.* Ploidy effect in isogenic populations of alf-alfa // *Plant Physiol.* 1982. V.70. №6. P. 1710-1714.
60. *Morgan, Le Cain D.R., Wells R.* Semidwarfing genes concentrate photosynthetic machinery and affect leaf gas exchange of wheat // *Crop Sci.* 1990. V.30. P. 602.
61. *Nayak S.K., Janardhan K.V., Murty K.S.* Photosynthetic efficiency of rice as influenced by light and quality // *Ind. J. Plant Physiol.* 1978. V.21. P. 42-52.
62. *Parker M.J., Ford M.A.* The structure of mesophyll of flag leaves in three *Triticum* species // *Ann. Bot.* 1982. V.49. P.165-176.
63. *Planchon C., Fesquet J.* Effect of D- denome and of selection on photosynthesis in wheat // *Theor. Appl. Gen.* 1982. V.61. P. 359-365.
64. *Planchon G.* Assimilation nette par unite de la surface chez diverses especes du genre *Triticum* // *Ann. Amelior. Plant.* 1974. V.24. P. 201-210.
65. *Singha S.K., Aggarwal P.K., Chaturvedi G.S., Koundal K.R., Khanna-Chopra R.* A comparison of physiological and yield character in old and new wheat cultivars // *J. Agric. Sci. Cambr.* 1981. V.97. № 1. P. 233-236.
66. *Small E., Desjardins P.I.* Comparative gas exchange physiology in the *Daucus carota* complex // *Can. J. Bot.* 1978. V. 56. №15. P. 1739.
67. *Schwanitz F.* Nutzpflanzenanbau und Evolution der Kultur. // *Abb. Sonderdruck aus Naturwissenschaft und Medizin.* 1969. Jrg.6. Hft. 26. S. 25-37.
68. *Timko M.P., Vasconcelos A.C.* Euploidy in *Ricinus* on photosynthetic activity and content of chlorophyll-proteins // *Plant Physiol.* 1981. V. 67. P. 1084-1089
69. *Tu Z.P., Lin X.Z., Huang D.M., Cai W.J., Feng H.V., Ye I.V.* Photosynthetic characterization of rice varieties in relation to growth irradiance // *Austr.J. Pl.Physiol.* 1988. V.15. №1-2. P. 277-286.
70. *Zelenskii M., Mogileva, I., Shitova, F., Fattakhova.* Hill reaction of chloroplasts from some species, varieties and cultivars of wheat // *Photosynthetica.* 1978. Vol. 12. № 4. P. 428-435.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ GENERAL PROBLEMS OF BREEDING

РАСШИРЕНИЕ АРЕАЛА И ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИИ В XX ВЕКЕ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ

Л.В. Сазонова

Анализ данных, опубликованных в 1930 и 1933 гг. в книгах ВИР «Растениеводство СССР» и в 1997-2007 гг. в материалах Государственной комиссии по сортоиспытанию и охране селекционных достижений, помог определить, что ареал зерновых культур в XX веке расширился во всех регионах России. Повышение урожайности было достигнуто во всех регионах, особенно по озимой пшенице в Северо-Кавказском регионе. Много сортов широкого ареала было создано по зерновым культурам в 70-90-х годах. Это помогло повысить урожайность в неблагоприятные годы и увеличить валовой сбор зерна. Академик Н.И. Вавилов играл лидирующую роль в организации и развитии научной отечественной селекции. В XX веке выдающиеся селекционеры воплотили в жизнь его идеи.

GRAIN CROPS IN RUSSIA IN XX CENTURY: WIDENING OF THE DISTRIBUTION AND INCREASING OF YIELDS THROUGH THE DEVELOPMENT OF NATIONAL BREEDING

L.V. Sazonova

The analysis of data published in 1930 and 1933 in the VIR series “Plant Industry in the USSR” and in 1997-2007 in the materials of the State Commission for Variety Testing and Protecting Breeding Achievements showed that area of grain crops cultivation widened in all Russian regions in the 20th century. Yields have been increased in all regions, especially those of winter wheat in the North Caucasus. Many varieties suitable for a wide-area cultivation were developed for all grain crops in the 1970’s – 90’s. It helped to increase both yields in unfavourable years and gross grain yields. Academician N.I. Vavilov played the leading part in organization and development of national scientific breeding. The leading breeders and Russian breeding centres realized Vavilov’s ideas in the 20th century.

С.Я. Лемешев, любимейший певец России, родившийся в 1902 г. в деревне Старое Князево Тверской губернии, в своих воспоминаниях «Страницы жизни» очень ярко отразил изменения в производстве зерна в России в XX веке: «Из детских впечатлений наиболее ярко запала мне в память уборка хлебов. И до сих пор, когда смотрю по телевизору, как бесконечным потоком сыплется из комбайна в грузовики золотая пшеница, у меня захватывает дух. Какая красота! Почему же я так переживаю эти картины? Очевидно, потому, что они напоминают мне мое далекое детство – ведь хлеб, как говорят, всему голова, а для нас тогда он был основным кормильцем. Но, конечно, нет ничего общего между тем, как собирают хлеб сейчас и как – на наших полях в бывшей Тверской губернии, более 70 лет назад. У нас тогда рожь была низенькая, солома тонюсенькая, колоски маленькие, узенькие. Во ржи ютилось много сорняков, в том числе мои любимые васильки. В поле, во время жатвы, я стал ходить ежедневно, наверное, лет с пяти. Земли у нас своей не было, но моя мать каждое лето жала рожь либо у помещика Шишкова, у которого она батрачила, либо у зажиточных крестьян. Основным орудием производства был в руках жницы серп, и от того, как она умела им владеть, зависело количество сжатых ею за день снопов, а следовательно, и заработок. Моя мать прекрасно владела искусством жатвы и уж безработицы в этот период лета она не знала».

По сравнению со странами Европы, США и Канадой растениеводство России в основном развивается в экстремальных условиях лесной, лесостепной и степной зон. Особенности географического положения России обеспечивают получение биомассы растений $12,5-75,0 \text{ кг/м}^2$, в то время как на преобладающей территории Европы и США этот показатель достигает $75-125 \text{ кг/м}^2$ (Федоров, Гильманов, 1980). По опубликованным статистическим данным средняя урожайность зерновых колосовых культур в России в 1801-1880 гг. составляла 0,40-0,46 т/га, минимальная снижалась до 0,22 т/га, а максимальная не поднималась выше 0,56 т/га (Загайтов, Воробьева, 1998). С 1881 по 1960 гг. средняя урожайность зерновых культур составляла 0,65-0,70 т/га, минимальная 0,39-0,5 т/га, максимальная 0,69-1,07 т/га. В 1961-1980 гг. средняя урожайность зерновых культур поднялась до 1,3 т/га, минимальная до 0,83 т/га, максимальная до 1,68 т/га, а в 1981-1997 гг. до 1,59, 1,06 и 2,03 т/га соответственно. То есть более чем в 2 раза. Такие результаты могли быть достигнуты благодаря развитию научных исследований и отечественной селекции.

На первом съезде по селекции и семеноводству сельскохозяйственных растений В.В. Таланов (1930) высказал мысль, что мероприятия по введению в стране новых культур и сортов окажутся одним

из могучих факторов для создания богатства нации, и обратил внимание на необходимость быстрого размножения наиболее ценных культур и сортов. Однако прямое внедрение зарубежных сортов на территории России оказалось недостаточно эффективным из-за негативного влияния местных почвенно-климатических факторов.

Н.И. Вавилов (1935) отмечал, что и в первой четверти XX века выбор возделываемых растений и сортов оставался процессом стихийным, неупорядоченным, земледелец не пользовался достижениями науки. В 20-30-х гг. XX века под руководством и при непосредственном участии академика Н.И.Вавилова была проведена огромная работа по созданию мировых коллекций культурных растений и их диких родичей во Всесоюзном НИИ растениеводства (ВИР) по обоснованию и выработке принципов их видовой и внутривидовой классификации, по разработке теоретических основ селекции культурных растений. Было обращено большое внимание на сбор местных сортов России, имеющих высокую степень адаптации к местным условиям среды. Была создана сеть опытных станций ВИР для углубленного изучения биологического разнообразия всех культур.

В 1931 г. по предложению Н.И. Вавилова было организовано 10 крупных селекционных центров в системе ВАСХНИЛ, объединивших работу 165 селекционных станций. Н.И. Вавилов определил основные проблемы, которые должны были разработать селекционные учреждения:

- Новое рациональное размещение сельскохозяйственных культур в почвенно-климатических зонах страны.
- Всемерное развитие селекции, создание новых сортов с повышенным качеством растительного сырья.
- Замена малоценных культур более ценными, продвижение культур в новые районы, выведение новых культурных растений.

Такой системы селекционно-семеноводческой работы в то время не имела ни одна страна (Бережной П.П., Удачин Р.А., 2001). Однако, с приходом к руководству ВАСХНИЛ Т.Д. Лысенко селекционные центры были ликвидированы в 1937-1938 гг., а в каждой области и республике были созданы селекционные станции, деятельность которых вскоре была прервана Великой Отечественной войной.

В 1974 г. в системе ВАСХНИЛ были восстановлены и вновь созданы 53 селекционных центра. После распада СССР в России продолжили активно свою работу 43 селекционных центра. Несмотря на все исторические испытания, селекция в России успешно развивалась, особенно во второй половине XX века, при активной поддержке государства.

В 70-80-х годах XX века государство получило возможность развивать сельскохозяйственное машиностроение, химическую промышленность по производству удобрений и средств защиты растений, мелиорацию почв. В стране было проведено агрохимическое обследование пашни и составлены почвенные карты для колхозов, были приняты экономические меры по развитию зернового хозяйства. Но все эти мероприятия дали

экономический эффект благодаря успешному развитию отечественной селекции и созданию нового сортового потенциала для всех природно-климатических зон страны. Большие успехи были достигнуты в развитии селекции пшеницы мягкой озимой и яровой, ржи, ячменя и овса, была создана и внедрена в производство новая культура – тритикале (табл. 1).

Таблица 1. Число сортов основных зерновых культур, районированных в регионах России, 1997 г.

Регионы страны	Число районированных сортов					
	Пшеница мягкая		Рожь	Тритикале озимая	Ячмень яровой	Овес яровой
	Озимая	яровая				
Северный	0	1	6	0	8	7
Северо-Западный	7	7	14	1	20	20
Центральный	12	10	17	7	15	15
Волго-Вятский	9	15	12	5	18	24
Центрально-Черноземный	17	7	8	8	11	7
Северо-Кавказский	46	6	8	20	16	9
Средневолжский	9	18	7	5	21	11
Нижневолжский	18	14	5	7	16	4
Уральский	10	44	8	4	18	9
Западно-Сибирский	6	40	9	4	22	23
Восточно-Сибирский	2	24	9	1	21	23
Дальневосточный	0	11	6	0	13	11

В 1967 г. под руководством академика Д.Д. Брежнева возобновились планомерные экспедиции ВИР в центры происхождения культурных растений и в страны с интенсивно развитой селекцией. Коллекция ВИР значительно пополнилась ценным исходным материалом, особенно по зерновым культурам. На территории СССР работали зональные постоянно действующие экспедиции по сбору местных сортов и диких родичей культурных растений. На основе всестороннего изучения выделялся и создавался исходный материал по важнейшим направлениям селекции. В 70-80-х годах под руководством академика В.Ф. Дорофеева ВИР провел семинары селекционеров в основных почвенно-климатических зонах СССР с демонстрацией в поле лучшего исходного материала для селекции, разработал и обсудил с селекционерами модели создания новых сортов. По заявкам селекционеров ВИР передавал исходный материал для селекции во все почвенно-климатические зоны России и всего СССР.

Интересно проследить, какие изменения в размещении и урожайности зерновых культур произошли в России в XX веке. Это можно сделать при сравнении данных, опубликованных в книгах ВИР «Растениеводство СССР» (1930, 1933) и в материалах Государственной комиссии РФ по использованию и охране селекционных достижений за

1997 г. и последующие годы. Качественно новый сортовой материал был создан на основе развития методов гибридизации и отбора.

Пшеница мягкая озимая (*Triticum aestivum* emend Fiore et Paol)

К началу 30-х годов XX века пшеницу озимую мягкую в России возделывали в Европейской части, преимущественно на Кубани, где площади ее посева достигала 25-40% от общей площади полевых культур. Однако уже в Ростовской области ее доля сокращалась до 5%, а далее к северу и востоку уменьшалась до 0,1%. В.В. Таланов (1930) указывал, что в Пензенской, Ульяновской, Тамбовской, Брянской областях пшеницу озимую не возделывали из-за отсутствия сортов с высокой зимостойкостью и устойчивостью к шведской мухе. В азиатской части России площади посева пшеницы озимой не превышали 0,1% посевных площадей в Новосибирской, Томской областях, на юге Красноярского края. Урожайность озимой пшеницы в 1927-1930 гг. составляла в среднем по России 0,73 т/га, в Нижневолжском крае 0,59 т/га, в Центрально-Черноземной области 1,01 т/га. На Северном Кавказе в системе государственного испытания урожайность достигала 1,2-2,3 т/га.

В 1930 г. в Краснодарском НИИСХ селекционную работу по озимой пшенице возглавил будущий академик П.П. Лукьяненко, обосновавший основной метод ее селекции - гибридизацию географически отдаленных форм (Дорофеев и др., 1987).

В 1959 г. был районирован сорт Безостая 1, созданный П.П. Лукьяненко с сотрудниками. Этот сорт очень быстро распространился в южных регионах СССР, в Болгарии, Венгрии, Румынии, Югославии, Чехословакии, Польше, Турции. Сорт Безостая 1 стал родоначальником новых высокопродуктивных и высококачественных сортов для Северо-Кавказского региона России. Последователи П.П. Лукьяненко - Пучков Ю.М., (1982), Беспалова Л.А. (1998) успешно развивают методологию селекции озимой мягкой пшеницы. Выдающимся селекционерам в условиях Северного Кавказа удалось соединить в генотипах новых сортов важнейшие селекционные признаки - короткостебельность, высокую продуктивность колоса и целого растения, высокое качество зерна. К концу XX в. было создано более 10 сортов с потенциальной урожайностью 10-11 т/га (Беспалова, 1998). Однако сорта пшеницы озимой, созданные в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко, не обладают высокой зимостойкостью и районированы в России в основном в Северо-Кавказском регионе.

На севере степной и в лесостепной зонах главным принципом селекции является зимостойкость. В Донском селекцентре под руководством академика И.Г. Калиненко были созданы новые сорта полуинтенсивного типа, способные обеспечивать урожайность более 5 т/га. К концу 90-х годов XX века по отношению к 30-м годам урожайность пшеницы озимой в Ростовской области повысилась от 1,7-2,0 т/га (1938-1953 гг.) до 5,9-6,2 т/га

(1983 г.) (Калиненко, 1994). Сорты селекции ВНИИ зерновых культур им. И.Г. Калиненко районированы в Северо-Кавказском, Центрально-Черноземном и Нижневолжском регионах.

В 1963 г. в России был районирован уникальный по зимостойкости и урожайности сорт Мироновская 808, созданный академиком В.Н. Ремесло в условиях лесостепи Украины. Через 44 года, в 2007 г., этот сорт по-прежнему районирован в России в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Средневолжском, Нижневолжском, Уральском и Западно-Сибирском регионах и не имеет себе равных по ареалу возделывания. В условиях лесной и лесостепной зон сорт Мироновская 808 проявил донорские свойства по комплексу важнейших селекционных признаков. В НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны академиком Б.И. Сандухадзе с сотрудниками, на основе сорта Мироновская 808, была создана целая серия сортов сильной пшеницы озимой (Заря, Инна, Московская низкостебельная, Московская 70, Московская 39), обеспечивающих среднюю урожайность выше 5,0 т/га даже в лесной зоне. Эти сорта заняли огромный ареал в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном и Средневолжском регионах.

В условиях степной зоны Европейской части России в Самарском НИИСХ им. Н.М. Тулайкова был создан сорт пшеницы озимой Безенчукская 380, который с 1994 г. занял обширный ареал в лесостепной и степной зонах России.

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что по мере развития научной селекции значительно расширяются возможности использовать почвенно-климатический потенциал России для увеличения производства высококачественного зерна пшеницы мягкой озимой.

Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.)

В 30-х годах пшеница мягкая яровая занимала большие посевные площади в северо-восточных районах Северного Кавказа, Нижнем и Среднем Поволжье, Западной Сибири и частично в Восточной Сибири (Таланов, 1930). По урожайности яровая пшеница значительно уступала и уступает озимой. Но ежегодный валовой сбор по яровой пшенице более стабилен, чем по озимой. В степной и лесостепной зоне яровая пшеница занимала от 15 до 40% в 30-х годах XX века. В Нечерноземной зоне площадь посева яровой пшеницы составляла от 0,1 до 5,0% от общей площади посева зерновых культур. Средняя урожайность пшеницы яровой в России, в зависимости от зоны возделывания, колебалась в 30-х годах от 0,61 до 1,36 т/га. Очень большим недостатком возделываемых сортов была очень сильная осыпаемость зерна. У широко распространенного сорта Альбидум 0604 она достигала 30%, если урожай не был убран в течение двух недель. Большие потери урожая были обусловлены также сильным

полеганием стеблей. В северных районах из-за позднеспелости почти все существовавшие сорта не созревали.

Освоение комбайновой уборки началось в России с пшеницы яровой, что потребовало создания специализированных сортов. К концу XX века пшеница мягкая яровая была районирована во всех регионах России (см. табл. 1). Наибольшее сортовое разнообразие было районировано в Уральском, Западно-Сибирском, Восточно-Сибирском регионах. Среди 167 районированных сортов было 28 сортов широкого ареала, возделывавшиеся более чем в трех регионах страны.

Уникальные по скороспелости сорта были созданы в Свердловской области на Красноуфимской селекционной станции под руководством В.А. Воробьева. Районированный в 1998 г. сорт Ирень к 2007 г. занял обширный ареал в Северном, Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Уральском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах. Для условий лесной и лесостепной зоны России ведут селекцию пшеницы мягкой яровой НИИСХ ЦРНЗ, НИИСХ ЦЧО им. В.В. Докучаева. Их сорта (Амир, Лада, Воронежская 12, Воронежская 6) районированы в Западно-Сибирском, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Средневолжском и Уральском регионах. В условиях степной зоны Юго-Востока Европейской части России для засушливых регионов России созданы высокоурожайные сорта в НИИСХ Ю.-В., на Ершовской селекционной станции. Сорт Прохоровка, районированный в 1996 г., к 2007 г. занял обширный ареал в Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Средневолжском, Нижневолжском и Уральском регионах. Сорт Юго-Восточная 2, впервые районированный в 1999 г., в тех же регионах занял обширный ареал. Уникальный по засухоустойчивости сорт Саратовская 29 с 1957 до 2007 г. районирован в Уральском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах.

Во второй половине XX века селекция пшеницы яровой получила большое развитие в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах. Серия высокоурожайных и высококачественных сортов яровой пшеницы создана в Сибирском НИИСХ. Сорта Омская 32 и Омская 33 заняли обширный ареал в Западной и Восточной Сибири, а также распространились в Средневолжский и Уральский регионы. В тех же регионах получили признание сорта Новосибирская 15 и Новосибирская 89 селекции Сибирского НИИ растениеводства и селекции. В Алтайском НИИСХ к 2007 г. создано и районировано 11 сортов для южных районов Западно-Сибирского региона. В условиях Приморского края для специфических условий муссонного климата создаются сорта пшеницы яровой в Приморском НИИСХ. В 2007 г. районировано в Дальневосточном регионе 4 сорта, впервые включенные в Госреестр РФ в 1977-2003 гг. В условиях государственного испытания средняя урожайность пшеницы яровой достигает: 1,44 т/га (Нижневолжский регион), 2,19 т/га (Восточно-Сибирский регион), 2,62 т/га (Средневолжский регион). С учетом богатого биоразнообразия пшеницы мягкой имеются большие возможности создания

новых сортов яровой и озимой пшеницы с повышенной устойчивостью к неблагоприятным абиотическим, эдафическим и биотическим факторам среды.

Рожь озимая (*Secale cereale* L.)

В 30-х годах XX века рожь озимую возделывали почти на всей территории России. Северная граница проходила вблизи городов Петрозаводск, Няндама, Сыктывкар, Соликамск. Южная граница достигала Элисты и южного Предуралья. В азиатской части рожь озимую возделывали вблизи городов: Тюмень, Тобольск, Тара, Новосибирск, Томск, Канск, Тулун, Иркутск. Южная граница проходила вблизи городов Челябинск, Омск, Барабинск, Барнаул, Минусинск. В 1881-1914 гг. урожайность ржи озимой колебалась от 0,51 т/га до 0,6 т/га (Нечерноземная зона и Север Черноземной зоны). К 1915-1929 гг. она повысилась до 0,74-0,92 т/га (Растениеводство СССР, 1930). В XIX и в начале XX века рожь являлась основной зерновой культурой для внутреннего потребления. В 1925-1928 гг. годовое производство зерна ржи достигало 22318,7 тыс. т. В общей площади посева зерновых культур доля ржи составляла от 18,5% (Уральская обл.) до 53,1% (Центральный промышленный район). В 30-х годах создание сортов Вятка, Авангард, Тулунская позволило повысить урожайность на 25% по сравнению с местными сортами. Наибольший ареал занял сорт Вятка, созданный на Фаленской опытной станции на Северо-Востоке России. На его основе был создан сорт Вятка 2, который с 1950 г. по 2007 г. находится в районировании в Северном, Центральном и Волго-Вятском регионах России. На Тулунской селекционной станции был создан сорт Тулунская зеленозерная, который с 1931 г. по 2007 г. находится в районировании в Восточно-Сибирском регионе.

Интродуцированные в Россию сорта ржи из европейских стран проявили очень низкую зимостойкость и были использованы в селекции для повышения качества зерна. В связи с интенсивным развитием селекции пшеницы площадь посева ржи озимой в России сократилась с 23 млн га в 1950 г. до 9,2 млн га в 1970 г. (Кедрова, 2000). Но возделывание ее сохранилось во всех регионах России и не только на зерно, но и на очень ранний зеленый корм высокого качества. Возделывание ржи озимой на зерно было затруднено сильной полегаемостью стеблей, особенно при повышении плодородия почвы. С открытием короткостебельных форм произошло качественное изменение селекции ржи. В 70-х годах XX века В.Д. Кобылянский в ВИР всесторонне исследовал генетику короткостебельности ржи и идентифицировал высоко эффективные гены короткостебельности. В 80-90-х годах В.Д. Кобылянским и О.В. Солодухиной в ВИР были созданы очень эффективные доноры короткостебельности, сочетающие этот признак с высокой продуктивностью растений и устойчивостью к наиболее вредоносным болезням. При этом сложилось очень тесное сотрудничество ВИР с селекционерами России.

В 2007 г. в России районировано 49 сортов и один гибрид. В 80-90-х годах XX века в зональных селекцентрах России был создан качественно новый высокоурожайный сортовой потенциал, занявший огромный ареал в Европейской части России. Для условий лесной и лесостепной зоны районированы сорта широкого ареала селекции НИИСХ С.-В. им. Н.В. Рудницкого (Кировская 89) и НИИСХ ЦРНЗ (Валдай).

В лесостепной и степной зонах России получили очень широкое распространение сорта Самарского НИИСХ им. Н.М. Тулайкова (Безенчукская 87), НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Таловская 15), Татарского НИИСХ (Татарская 1). Особенно широкое распространение получил сорт Чулпан, созданный в Башкирском НИИСХ и районированный с 1979 по 2007 гг. в Северо-Западном, Центральном, Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Средневолжском, Уральском и Западно-Сибирском регионах России и не имеющий себе равных по ареалу возделывания.

Для условий Юго-Востока Европейской части России в НИИСХ Ю.-В. создана и районирована серия сортов широкого ареала (Саратовская 5, Саратовская 6, Саратовская 7), получивших распространение в Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Средневолжском, Нижневолжском, Уральском и Западно-Сибирском регионах. В условиях государственного сортоиспытания средняя урожайность ржи озимой в 90-х годах составила 2,53-3,11 т/га, максимальная 6,0-6,7 т/га. Наиболее высокую урожайность (средняя 5,57 т/га, максимальная 8,11 т/га в Калининградской области) проявил первый районированный гибрид озимой ржи НВПЗ F₁, созданный в результате сотрудничества германской фирмы Lochov-Petkus GmbH с НИИСХ ЦРНЗ и НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. В 2004 г. гибрид был районирован в Калининградской области, а к 2007 г. получил признание в Северо-Западном, Центральном и Центрально-Черноземном регионах России. Этот факт свидетельствует о больших перспективах развития селекции ржи озимой на гетерозис. Для этого требуется создание исходных форм с высокой адаптацией к экологическим условиям регионов России.

Тритикале (x *Triticosecale* Wittm. ex A.Gamus)

В 1888 г. немецкий селекционер В. Римпау впервые на основе естественного переопыления получил гибрид пшеницы с рожью. Г.К. Мейстер в 1918 г. на Саратовской опытной станции начал развивать селекцию тритикале. А.И. Державин в 1932 г. получил первый 42-хромосомный амфидиплоид от скрещивания твердой пшеницы с многолетней дикой рожью. Гибридные растения имели открытое цветение, были устойчивы к ржавчине и отличались мощным ростом. В.Е. Писарев в 40-х годах при скрещивании озимой твердой пшеницы с рожью вывел гексаплоидную тритикале, отличающуюся высокой зимостойкостью и плодovitостью. А.Ф. Шулыгин в условиях лесостепи Украины на основе трехвидовых форм (пшеница твердая и мягкая, рожь) создал сорта зерновых тритикале, которые характеризовались высокой зимостойкостью, урожайностью, хорошим качеством зерна и зеленой массы.

К концу XX века были созданы высокоурожайные сорта тритикале, районированные в 10 регионах России, кроме Северного и Дальневосточного (см. табл. 1).

В 2007 г. в России районировано 45 сортов преимущественно российского происхождения. В НИИСХ ЦРНЗ создано 4 сорта тритикале озимой, районированные в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском и Средневолжском регионах. Наиболее успешно развивалась селекция тритикале озимой в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко (районировано 9 сортов с 2000 до 2007 гг.), на Донецкой государственной сельскохозяйственной опытной станции (районировано 11 сортов). Сорта этих селекционных учреждений получили распространение в Северо-Кавказском, Средневолжском, Нижневолжском и Центрально-Черноземном регионах. Тритикале озимая начала получать распространение в Уральском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах (сорта Алтайская 4, Башкирская 1, Башкирская короткостебельная, Конвейер, Привада, Тальва 100, Цепад 90). В условиях государственного сортоиспытания средняя урожайность тритикале озимой в условиях лесной, лесостепной и степной зон достигает 3,78-4,88 т/га в Европейской части России и 1,9-2,07 т/га в азиатских регионах. Новые сорта тритикале проявляют высокую зимостойкость, устойчивость к мучнистой росе, септориозу, слабо поражаются клопом-черепашкой и шведской мухой.

В настоящее время селекционеры уделяют большое внимание созданию сортов тритикале для пищевой промышленности.

Ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L.)

В 30-х годах XX века ячмень яровой возделывали на всей территории России для кормовых целей, пивоварения, а в северных и приполярных районах население использовало ячмень для хлебопечения. В условиях Центрально-Черноземного и Средневолжского регионов возделывание ячменя лимитировалось сильной вредоносностью шведской мухи. В Волго-Вятском регионе на юге Архангельской и в Вологодской областях успешно возделывали сорта пивоваренного ячменя. До 1914 г. России принадлежало 23,8% мирового производства ячменя (Орлов А.А., Голубцов Н.З, Королев С.И., 1933). В системе государственного сортоиспытания в 1926-1930 гг. урожайность ячменя достигала 0,8-2,4 т/га при значительных различиях в качестве зерна. Селекционные сорта при этом превосходили местные сорта по урожайности на 25-30%. В 2007 г. в России районировано 137 сортов ячменя ярового, преимущественно созданных в селекцентрах России, из них 15 районированы более чем в трех регионах.

Наиболее широкий ареал в лесостепных и степных регионах России с 1992 г. занял сорт ячменя Прерия, созданный в Белгородской области в ОАО НПФ «Белселект» (Центрально-Черноземный, Средневолжский, Нижневолжский, Уральский, Западно-Сибирский и Восточно-Сибирский регионы). В лесной и лесостепной зонах наиболее широкий ареал занимает сорт Дина, созданный в НИИСХ С.-В. им. Н.В. Рудницкого (Северный, Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный

и Средневолжский регионы). Для этих же регионов созданы высокоурожайные сорта в НИИСХ ЦРНЗ (сорта: Эльф, Райшон, Нур).

В Азиатской части России успешную селекцию ячменя проводят СибНИИРС (сорт Ага); Красноярский НИИСХ (сорта: Бахус, Вулкан, Кедр). В Сибирском НИИСХ создана серия из 7 сортов, районированных в Уральском и Западно-Сибирском регионах. В условиях государственного испытания в регионах России средняя урожайность ячменя колебалась от 2,2 т/га до 3,85 т/га. Максимальная урожайность отмечена у сорта Сонет в Свердловской области (8,25 т/га). Россия располагает богатым биоразнообразием ячменя для успешного дальнейшего развития селекции во всех регионах страны.

Овес посевной. (*Avena sativa* L.)

В 30-х годах XX века овес посевной возделывали почти на всей территории России. По валовому производству зерна овса СССР в то время занимал второе место после США. Наибольшие площади возделывания овса были в Нечерноземной зоне, Центральной Черноземной зоне, в Волго-Вятском, Уральском и Сибирском регионах. В северных районах Европейской части России овес был второстепенной культурой по сравнению с ячменем яровым. В 30-х годах овес использовали преимущественно в качестве фуража для лошадей, а также для откорма животных и изготовления пищевых продуктов. В зависимости от зоны возделывания и условий года урожайность зерна овса составляла 0,72-1,00 т/га (Петропавловский, Голубев, Королев, 1933).

В 1927-1930 гг. в системе государственного сортоиспытания урожайность сорта Золотой Дождь составляла 1,92 т/га. В лесостепной и на севере степной зоны, где пшеница яровая сильно поражалась шведской мухой, овес ежегодно давал стабильные урожаи при высоком качестве зерна. В Центрально-Черноземном регионе в системе государственного сортоиспытания селекционные сорта овса давали урожайность 1,7-2,2 т/га и при этом почти в два раза превышали урожайность пшеницы яровой. В Западной Сибири, в зоне тайги овес посевной давал устойчивые высокие урожаи.

Лучшими сортами того времени были сорта Золотой Дождь и Победа, интродуцированные из Швеции, а также отечественные селекционные сорта Московский А 1315 и Шатиловский 05В. Местные российские сорта отличались высоким качеством и питательными свойствами, в связи с чем пользовались большим спросом в европейских странах и были предметом экспорта. Включение этих сортов в селекционный процесс способствовало повышению урожайности на 20-30%. По натуре и абсолютному весу зерна многие сорта проявляли лучшие качества в условиях Северо-Западного, Волго-Вятского и Центрального регионов России, а также в Поволжском и Центрально-Черноземном регионах.

В зависимости от почвенно-климатических условий проявляется высокая изменчивость в содержании белка. В связи с этим проводится

целевая селекция на его повышение при селекции пищевых и кормовых сортов.

В 2007 г. в 12 регионах России было районировано 72 сорта овса посевного, из них 10 сортов были районированы в четырех и более регионах. Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Нечерноземной зоны в 80-90-х годах XX века практиковал осуществление комплексных селекционных программ с Ульяновским НИИСХ, с Ижевской государственной сельскохозяйственной академией для создания сортов очень широкого ареала. Сорт Скаун с 1988 г. районирован в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Средневолжском, Нижневолжском, Уральском и Западно-Сибирском регионах и не имеет себе равных по ареалу распространения. В лесной и лесостепной зонах получили очень широкое распространение сорта: Борец (2002), Друг (1985), Козырь (1993), Улов (1992), районированные в 5-6 регионах. От Северного до Северо-Кавказского регионов получили распространение сорта селекции Фаленской селекционной станции Дэнс (2002), Фауст (2002). В Бурятском НИИСХ в 1991-2001 г. были созданы сорта Гэсэр и Догой, районированные в Восточно-Сибирском регионе. Для засушливых степных районов Западно-Сибирского региона в Сибирском НИИСХ созданы урожайные сорта Иртыш 13 и Иртыш 21, районированные в 1991 и 2003 гг. По сравнению с 30-ми годами XX века к началу XXI века урожайность овса увеличилась в 2-3 раза.

В системе государственного сортоиспытания в Уральском регионе получена средняя урожайность 2,75 т/га, максимальная 6,19 т/га (сорт Стригунок, Ульяновский НИИСХ). В Восточно-Сибирском регионе по сорту Мэрген (Бурятский НИИСХ) средняя урожайность в Восточно-Сибирском регионе составила 2,05 т/га, максимальная 5,88 т/га. На Нарымской государственной станции, на севере Западно-Сибирского региона, создан сорт Тогурчан, который в 2004 г. включен в Государственный реестр РФ по Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам. Его средняя урожайность составила в системе государственного сортоиспытания в Волго-Вятском регионе 4,2 т/га, в Западно-Сибирском 3,63 т/га, а максимальная - 8,35 т/га получена в Свердловской области.

В будущем необходимо развивать селекцию овса на иммунитет, так как во многих регионах большой ущерб наносят головня, корончатая и стеблевая ржавчина, бактериальный ожог, шведская муха и пьявица. По всем зерновым культурам селекция на иммунитет является наиболее актуальной.

В заключение интересно проанализировать динамику урожайности зерновых культур в России в 1940-1997 гг., в которой отражается суммарное влияние возделываемых зерновых колосовых на получение урожая зерна. И.Б. Загайтов и Л.С. Воробьева (1998) на основе данных государственной статистики собрали и опубликовали по каждой области, краю и республике РФ ежегодные данные о средней урожайности зерновых колосовых, за 1940-1997 гг. (за исключением военных лет). На основе этих данных появилась возможность сгруппировать материал по регионам, в

каждом регионе – по административным структурам, а в каждой области, крае и республике по трем репрезентативным временным периодам: 1940-1960, 1961-1980 и 1981-1997 гг.

До 1960 г. урожайность зерновых культур во всех регионах базировалась на естественном плодородии, которое, за исключением черноземных почв, было низким. В 1961-1980 гг. увеличилось применение минеральных удобрений, улучшилось обеспечение тракторами и сельскохозяйственными машинами. Производство зерна превратилось в индустриальную отрасль, почти для всех регионов были созданы сорта широкого ареала с высоким адаптационным потенциалом. В 1961-1980 гг. практически по всем зерновым культурам был создан качественно новый селекционный материал. По сравнению с 1940-1960 гг. в 1981-1997 гг. во всех регионах урожайность зерновых культур увеличилась в несколько раз. Особенно важно, что значительно возросла урожайность в неблагоприятные годы. Это позволило повысить стабильность валовых сборов зерна в стране

В таблице 2 приведены данные по всем регионам на примере одной области.

Таблица 2. Динамика урожайности зерновых колосовых культур в России в 1940-1997 гг.

Область, край, республика	Урожайность т/га									Годы с минимальной урожаем
	Средняя			Минимальная			Максимальная			
	Годы									
	1940 - 1960	1961 - 1980	1981 - 1997	1940 - 1960	1961 - 1980	1981 - 1997	1940 - 1960	1961 - 1980	1981 - 1997	
Архангельская	0,58	0,90	1,43	0,42	0,45	0,76	0,77	1,35	2,09	1952,1961, 1988
Вологодская	0,61	1,14	1,57	0,39	0,47	0,83	0,76	1,66	2,11	1952,1961, 1988
Брянская	0,57	1,07	1,52	0,32	0,64	1,00	0,85	1,58	2,28	1946,1963, 1981
Кировская	0,64	0,89	1,39	0,47	0,30	0,63	1,00	1,26	1,96	1952,1961,1981
Белгородская	0,96	1,88	2,36	0,20	1,22	1,40	1,77	2,86	3,33	1946,1978, 1981
Краснодарски й край	1,49	2,92	3,61	0,80	2,05	2,66	2,65	3,74	4,97	1945,1961, 1996
Республика Татарстан	0,67	1,25	1,92	0,35	0,80	0,78	1,00	1,59	3,68	1946,1963, 1981
Волгоградская	0,56	1,12	1,37	0,19	0,39	0,41	1,04	1,97	2,34	1946,1975, 1984
Республика Башкортостан	0,70	1,41	1,58	0,41	0,72	0,85	1,20	2,03	2,29	1949,1975, 1987
Омская	0,77	1,12	1,34	0,40	0,29	0,91	1,05	1,79	1,71	1952,1965, 1991
Красноярский край	0,91	1,18	1,71	0,44	0,80	1,13	1,09	1,61	2,01	1945,1965, 1981
Хабаровский край	0,67	1,16	1,27	0,32	0,61	0,67	0,94	1,62	1,74	1948,1961, 1982

В XX веке селекционеры России успешно воплотили в жизнь идеи Н.И. Вавилова о новом рациональном размещении зерновых культур в почвенно-

климатических зонах страны, о всемерном развитии селекции и создании новых сортов, о продвижении культур в новые районы, о введении в культуру новых растений. Россия располагает богатейшим исходным материалом и современными методами для дальнейшего развития адаптивной селекции зерновых культур. Это особенно важно отметить в 2007 г., когда исполняется 120 лет со дня рождения гения земли русской – академика Николая Ивановича Вавилова, внесшего неоценимый вклад в отечественную селекцию и растениеводство

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалова Л.А. Селекция полукарликовых сортов озимой пшеницы.// Автореф.дис. на соиск. уч. ст. докт. с.-х.н. Краснодар, 1998. 49с.
2. Бережной П.П., Удачин Р.А. На костре. Книга об академика Н.И.Вавиллове// М. Изд.»Барс», 2004. 264 с.
3. Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы.// В кн.: Теоретические основы селекции растений. Т.2. Частная селекция зерновых и кормовых культур// М.Л., 1935. Гос.изд.совх. и колх. литературы. С. 3-244.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 60 лет.// МСХиПРФ, 1997. 158с.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.Т.1.Сорта растений. 70 лет государственного сортоиспытания.// М., 2007. 270 с.
6. Загайтов И.Б., Воробьева Л.В. Прогноз колебаний природных условий сельскохозяйственного производства и всемирная статистика урожаяев.//Воронеж. Воронежский ГАУ, 1998. 215 с.
7. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе.// Киров, 2000. 157 с.
8. Калинин И.Г. Краткие итоги работ по селекции озимой пшеницы в Донском селекцентре за 1955-1993 гг.// В кн.: Селекция, семеноводство и агротехника зерновых и кормовых культур на Дону. Зерноград, 1994. С.3-12.
9. Лемешев С.Я. Страницы жизни. // В кн.: С.Я.Лемешева .Из биографических записок. Статьи. Беседы. Письма. Воспоминания.// М. «Советский композитор», 1987. 398 с.
10. Пучков Ю.М. Научное наследие академика П.П.Лукияненко – основа селекции озимой пшеницы в Краснодарском НИИСХ им.П.П.Лукияненко.// Краснодар, 1982. С. 3-19.
11. Пшеницы мира./В.Ф.Дорофеев, Р.А.Удачин, Л.В.Семенова и др./. 2-е издание. Л.. «Агропромиздат» ЛО, 1987. 560с.
12. Растениеводство СССР// ВАСХНИЛ, институт прикладной ботаники и новых культур.Л., 1930. 616 с.
13. Растениеводство СССР// Всесоюзный институт растениеводства НКЗ СССР, 1933.Т.1, ч.2-674с.
14. Таланов В.В. Желательное распределение зерновых культур в СССР в связи с естественно-историческими районами// В кн.: Растениеводство СССР, 1930. С. 155-176.
15. Характеристика сортов растений, впервые включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Государственная Комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений.М., 1997. 2007.
16. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология.// М., 1980. МГУ. 463 с.

КОЛЛЕКЦИЯ ВИР – НА СЛУЖБЕ СЕЛЕКЦИИ

Н.И. Дзюбенко, З.С. Виноградов

Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург

Представлены результаты анализа современного ассортимента сельскохозяйственных культур, созданного на базе коллекций в системе ВИР. Приведены лучшие и перспективные сорта экономически значимых культур, а также стародавние селекционные сорта, представляющие интерес для селекции.

THE VIR COLLECTION AND ITS USE IN BREEDING

N.I.Dzyubenko, Z.S.Vinogradov

State Scientific Centre N.I.Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
St. Petersburg

The results of analyzing modern varieties of agricultural crops created on the basis of collections in the VIR system are presented. The best and promising varieties of economically important crops, as well as the old varieties of interest for breeding are described.

Н.И. Вавилов неоднократно повторял, что коллекции растений создаются для использования в народном хозяйстве, в частности, в селекции. Любимым его выражением было: "Селекция – это эволюция, направляемая волей человека". На начальных этапах в России практически отсутствовали отечественные сорта по целому ряду культур. Н.И. Вавилов создает новые селекционные станции, которые с использованием коллекции ВИР создают новые сорта, применительно к разным регионам страны. Результаты этих исследований обобщены им в работе "Селекция как наука" (1934, 1935), где на первое место поставлено учение об исходном материале. Положения, выдвинутые ученым, актуальны и в настоящее время.

ВИР плодотворно сотрудничает с селекционными центрами РФ, а именно: снабжает новыми образцами, источниками и донорами ценных генов для включения их в селекционный процесс, участвует в создании новых сортов. Только за последние десять лет селекционерами страны с использованием генофонда ВИР создано и районировано более 500 новых сортов и гибридов, что составляет около 50% всех вновь районированных сортов, а по зерновым, зерновым бобовым и картофелю – более 70%.

В настоящее время в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включено 380 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, выведенных в системе ВИР (табл. 1).

Таблица 1. Количество сортов сельскохозяйственных культур, выведенных в системе ВИР и включенных в Госреестр

№ п/п	Культура	Число сортов, включенных в Госреестр - 2007	
		Всего	в т.ч. после 2000 г
1	Зерновые	14	4
2	Зернобобовые	16	6
3	Крупяные	28	3
4	Многолетние бобовые травы	7	-
5	Многолетние злаковые травы	4	-
6	Технические культуры	9	7
7	Картофель	5	1
8	Овощные и корнеплоды	102	41
9	Бахчевые	26	16
10	Плодовые	71	15
11	Ягодные	86	33
	ВСЕГО	368	126

Из табл. 1 видно, что наибольшее количество сортов создано по овощным, бахчевым и плодово-ягодным культурам. Начиная с 2000 года, доля сортов по этим культурам составила 83%. Связано это, по-видимому, с традиционно сложившимися условиями, сохранившимися кадрами селекционеров и потребностями рынка.

Вместе с тем, изменились направления и тактика ведения селекции. По овощным и плодово-ягодным культурам все больше развивается селекция на коммерческой основе, включая организацию научно-производственных фирм, частных предприятий и фермерских хозяйств. В этих условиях ученые института и его опытных станций расширили исследования совместно с селекцентрами и научно-производственными фирмами. В 2001-2007 гг. совместно с 7 селекцентрами и 3 фирмами выведен и включен в Госреестр 31 новый сорт (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что наиболее плодотворным является сотрудничество ВИР с НПФ "Российские семена". Совместно с этой научно-производственной фирмой создано и включено в Госреестр 15 новых сортов овощных и бахчевых культур; среди них большой популярностью пользуется сорт свеклы Вировская односемянная, моркови Деликатесная, тыквы Целебная, гороха овощного Первенец, а также сорта малораспространенных овощных культур – душица Северное сияние, змееголовник Горгона, иссоп Розовый туман и др.

Новинками селекции последних лет являются: дайкон Миноваси РС (скоропелый, нецветущий), редис Фламинго розовый (высокоурожайный, с высокими вкусовыми качествами), шпинат Варяг (пригоден для подзимнего посева), кабачок Буратино (засухоустойчивый), кабачок Негритенок (высокоурожайный, холодостойкий), тыква Красавица (высокие вкусовые качества).

Таблица 2. Учреждения, с которыми ВИР ведет совместную селекционную работу

№ п/п	Учреждение	Культура	Создано сортов
1	НПФ "Российские семена"	Овощные культуры, горох, подсолнечник	17
2	ВНИИССОК	Овощные культуры	4
3	ООО "Интерсемя"	Капуста	2
4	Кемеровский НИИСХ	Овес, ячмень	2
5	Ленинградский НИИСХ	рожь	1
6	НИИСХ Северного Зауралья	Горох	1
7	Поволжский НИИ селекции и семеноводства	Лен масличный	1
8	ВНИИ картофельного хозяйства	Картофель	1
9	Краснодарский КНИИОКХ	Перец сладкий	1
10	НПФ "Агросемтомс"	Укроп	1

Вместе с тем, в Госреестре-2007, наряду с современным сортиментом, присутствуют стародавние сорта селекции сети ВИР. По овощным культурам – это: капуста белокочанная Золотой гектар 1432 (год районирования 1943), капуста цветная Отечественная (1953 г.), огурец Авангард (1953 г.), перец острый Астраханский 143 (1943 г.), редис Вировский белый (1956 г.) и Красный великан (1958 г.), томат Новато (1934 г.) и Волгоградский 5/95 (1953 г.). Они обладают высоким адаптивным потенциалом и наиболее приспособлены к условиям возделывания. Перечисленные сорта, так называемые сорта широкого ареала, являются золотым фондом для последующих селекционных изысканий. Привлечение их в гибридизацию способствует повышению стабильности урожаев по годам, а также общего потенциала продуктивности. Для овощных культур данное направление селекции наиболее важно, так как проблема "максимальный урожай" или адаптация для них стоит очень остро.

В этом плане, как никогда, перспективным является эколого-географическое изучение генетических ресурсов растений, у истоков которого стоял Н.И. Вавилов. В последние годы исследования в этом направлении были возобновлены. Так, из 49 образцов капусты белокочанной 9 превышали в течение 3 лет стандарт по урожайности и одновременно в 4 пунктах; при этом они характеризовались скоропелостью. Проявившие высокую продуктивность в разных регионах

образцы перца сладкого отличались засухоустойчивостью; плоды были средней величины с повышенным содержанием аскорбиновой кислоты. Стабильные по урожайности в разных зонах образцы свеклы столовой имели высокую продуктивность единицы листовой поверхности, были сравнительно устойчивы к церкоспорозу. В результате эколого-географического изучения коллекции овощных и бахчевых культур выделены образцы для селекционного и производственного использования.

Изложенное выше свидетельствует о том, что идеи и дела великого ученого современности – Н.И. Вавилова получили практическое подтверждение. Несомненно, что дальнейшее пополнение и углубленное изучение коллекции будет способствовать эффективному ее использованию в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов Н.И. Селекция как наука. М.; Л.: Сельхозгиз, 1934. 16 с.
2. Вавилов Н.И. Селекция как наука. Теоретические основы селекции растений. М.;Л., 1935. Т.1. С.17-74.

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

Вместо предисловия Е. И. Гаевская – Instead of a foreword E.I. Gaevskaya	4
С.М. Алексанян. Стратегия взаимодействия генбанков мира в условиях глобализации – S.M. Alexanian. A strategy of the world's genebank interaction under globalization.....	11
Л.Е. Горбатенко Н.И. Вавилов – основоположник теории интродукции растений – L.E.Gorbatenko N.I.Vavilov – the inventor of the plant introduction theory.....	34
Т.Н. Смекалова. Систематика культурных растений в связи с проблемами сохранения, изучения и использования генетических ресурсов растений – T. N. Smekalova. Systematics of cultivated plants in connection to problems of plant genetic resources conservation, studying and utilization.....	50

ИЗУЧЕНИЕ, СОХРАНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ STUDYING, PRESERVATION AND USE OF PLANT GENETIC RESOURCES

О. П. Митрофанова. Коллекция пшеницы ВИР: сохранение, изучение, использование – O.P. Mitrofanova The VIR wheat collection: preservation, study and use.....	63
И. Г. Лоскутов, В. Д. Кобылянский, О. Н. Ковалева. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции овса, ржи и ячменя – I. G. Loskutov, V. D. Kobylaynsky, O.N. Kovaleva. The resalts and prospects of studies of the global oat, rye and barley collections.....	80
М.А. Вишнякова. Роль генофонда зернобобовых культур в решении актуальных задач селекции, растениеводства и повышения качества жизни – M.A. Vishnyakova. The significance of grane legumes genetic diversity for solving urgent problems of breeding, plant industry and improvement of life cuality	101
В.А. Гаврилова, Н.Б. Брач, Л.П. Подольная, А.Г. Дубовская, С.Н. Кутузова, С.В. Григорьев, Н.Г. Конькова, А.В. Павлов, Е.А. Пороховинова. Итоги изучения и новые направления использования генофонда масличных и прядильных культур в селекции – Gavrilova, N.B. Bruch, L.P. Podolnaya, A.G. Dubovskaya, S.N. Kutuzova, S.V. Grigoriev, N.G. Konkova, A.V. Pavlov, E.A. Porokhovinova General results of studying and new trends in using germplasm of oil and fiber crops in breeding.....	119
О.И. Романова, А.Ф. Курцева, Г.В. Матвеева, Б.Н. Малиновский Роль генофонда проса, гречихи, сорго и кукурузы в развитии биологической науки и селекции на крупяные качества – O. I. Romanova, A. F. Kurzeva, G. V. Matveeva, B. N. Malinovskij. Genetic diversity of millet, buckwheat, sorgo and maize, biological science development and breeding for groat properties.....	142
Н.И. Дзюбенко, В.Ф. Чапурин, А.В. Бухтеева, Ю.Д. Сосков. Мобилизация и изучение многолетних кормовых культур в свете идей Н.И. Вавилова –	

N.I. Dzyubenko, V.F. Chapurin, A.V. Buchteeva, U.D. Soskov. Accumulation and study of perennial fodder crops in the light of ideas N.I. Vavilov.....	153
В. И. Буренин, А. М. Артемьева, И.А. Храпалова, Т. М. Пискунова, Л.И. Шашилова. Закономерности наследственной изменчивости овощных и бахчевых культур – V. I. Burenin, A. M. Artemyeva, I. A. Khrapalova, T.M. Piskunova, L.I. Shashilova. Laws of hereditary variability in vegetable and cucurbit crops	164
С.Д. Киру, Л.И. Костина, Е.В. Рогозина. Мировой генофонд картофеля – источник исходного материала для селекции – S. D. Kiru, L.I. Kostina, E.V. Rogozina. The global potato germplasm as a source of initial material for breeding.....	180
Л.А. Бурмистров. Генетические ресурсы плодовых культур и их использование в селекции в свете развития учения Н.И. Вавилова – L.A. Burmistrov. Genetic resources of fruit crops and their utilization in breeding in the light of N.I. Vavilov's concepts	194
Г.В. Еремин. Генофонд рода <i>Prunus</i> L. И его использование в селекции – G.V.Eremin. Genetic diversity of <i>PRUNUS</i> L. and its use in breeding.....	208
А.С. Туз, И. А. Бандурко. Диагностические признаки видов рода <i>Pyrus</i> L. – Груша – A. S. Tuz, I. A. Bandurko. Diagnostic characteristics of <i>PYRUS</i> species.....	218
Л. Г. Семенова, Е. А. Добренков, Е. Л. Добренкова. Ежевика и малина в коллекции Майкопской опытной станции ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова – L.G.Semenova, E.A.Dobrenkov, E.L.Dobrenkova. Blackberry and raspberry collection of the Maikop experiment station of N.I. Vavilov All-Russian research institute of plant industry	225
Л. Г. Семтнова. Характеристика генофонда ягодных культур Майкопской опытной станции ВНИИР по основным хозяйственно-ценным признакам – L.G. Semenova. A study of main agronomic traits of berry crops genetic diversity at the Maikop experiment station of VIR.....	230
А.А. Альдеров. Вклад Дагестанской опытной станции ВИР в изучение генетических ресурсов растений – A.A. Alderov. The contribution of VIR'S Dagestan experiment station of VIR to studies of plants genetic resources	234
Г.А. Теханович. Изучение и селекционное использование растительных ресурсов на Кубанской опытной станции ВИР – G.A.Tehanovich. Studying of plant resources at the Cuban experimental station of VIR and their use in breeding...	244
Т.И. Кирносова, А.А. Грушин. Волгоградской опытной станции ВИР - 75 лет – T.I.Kirnosova, A.A.Grushin 75 years of the Volgograd experimental station VIR.....	253

ДОЛГОСРОЧНОЕ ХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ LONG –TERM PRESERVATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Г.И. Филиппенко. Развитие системы низкотемпературного хранения и криоконсервации генофонда растений в ВИР имени Н.И. Вавилова – G.I. Filipenko. Development of the system of low-temperature storage and cryopreservation of plant genetic resources at VIR	
Т.А. Гавриленко, С.Е. Дунаева, Э.В. Трускинов, О.Ю. Антонова, Г.И. Пендинен, Ю.В. Лупышева; В.В. Роговая, Н.А. Швачко. Стратегия долгосрочного хранения вегетативно размножаемых сельскохозяйственных растений в контролируемых условиях среды – Gavrilenko T.A., Dunava S.E., Truskinov E.V., Antonova O.Y., Pendinen G.I., Lupisheva J.V., Rogovaja V.V., N.A. Shvachko. A strategy of long-term conservation of vegetatively	263

МЕТОДИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ METODICAL INVESTIGATIONS

Б. В. Ригин. Основные направления исследований в отделе генетики ВИР – B. V. Rigin The main directions of research at the genetic department of VIR	286
Ю.В. Чесноков. Парадигмы оценки использования генетических ресурсов, сохраняемых в генных банках растений – Yu.V.Chesnokov. Paradigms of evaluation and utilization of genetic resources preserve in plant genebanks	303
Е.Е. Радченко. Генетическое разнообразие зерновых культур по устойчивости к вредным организмам – E.E. Radchenko. Genetic diversity of cereal crops for resistance to harmful organisms	316
Э.А. Гончарова. Стратегия изучения физиологического базиса адаптации растительных ресурсов – E.A. Goncharova Adaptive strategy of plant resource investigations.....	328
И.А. Косарева, В.А. Кошкин Развитие физиологических исследований в ВИР – I.A. Kosareva, V.A. Koshkin. Development of plant physiology investigations at VIR	350
<u>М.И. Зеленский</u> , М.Г. Агаев. Некоторые тенденции эволюционной изменчивости фотосинтеза культурных растений – M.I. Zelensky, M.G. Agaev. Some tendencies in evolutionary variability of photosynthensis of cultivatedplants ...	361

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ GENERAL PROBLEMS OF BREEDING

Л.В. Сазонова. Расширение ареала и повышение урожайности зерновых культур в России в XX веке на основе развития отечественной селекции – L.V. Sazonova. Widen of area and rize of harvest grain crops in Russia in XX century on the base of development native selection	379
Н.И. Дзюбенко, З.С. Виноградов. Коллекция ВИР – на службе селекции – N.I.Dzjubenko, Z.S.Vinogradov. THE collection VIR and its use in breeding...	393