

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ САДОВЫХ КУЛЬТУР В СИБИРИ

В.И. Усенко, О.В. Мочалова, И.А. Пучкин

НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко СО РАСХН, Барнаул,
e-mail: niilisavenko@hotmail.ru

В настоящее время особенно важно совершенствование селекции плодовых, ягодных, декоративных культур и винограда на основе углубленного изучения частной генетики садовых растений с учетом специфики меняющихся климатических условий Сибири. Поиск и использование доноров ценных генов для дальнейшего расширения сибирского генофонда, разработка методологии повышения эффективности использования генетических методов в селекции необходимы для получения новых форм растений, обладающих уникальным комплексом признаков и успешного ведения любительского и промышленного садоводства в критических климатических условиях.

Сама возможность развития садоводства на восточных территориях за Уралом появилась лишь после создания местных высокозимостойких сортов плодовых, ягодных культур и винограда. Низкие температуры в зимние месяцы (абсолютный минимум $-52-53$ °С), оттепели и резкие температурные перепады в весенне-осенний период, возвратные заморозки в мае оказывают губительное действие на сорта с низким адаптивным потенциалом. Учеными Сибири создано большое количество уникальных по зимостойкости сортов садовых культур, однако вопросы повышения их устойчивости к болезням и вредителям, улучшения товарного качества плодов в сочетании с высокой продуктивностью остаются до конца не решенными [1, 2].

Ведущим НИУ по селекции садовых культур в Сибири является НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (НИИСС), осуществляющий методическое руководство и координацию исследований Новосибирской, Крас-

ноярской и Минусинской опытных станций, специализированных подразделений по садоводству Бурятского, Сибирского и Якутского НИИСХ, НИИАП Хакасии.

Селекционный центр при институте создан 16 октября 1979 г. приказом № 294 Минсельхоза СССР с целью ускорения создания сортов плодовых и ягодных культур для Сибири, более широкого и своевременного внедрения их в производство на основе научно-технического прогресса.

Основными направлениями работы селекцентра являются:

- сбор и изучение исходных форм, создание генофонда для селекции;
- выведение зимостойких, пластичных, устойчивых к болезням и вредителям, скороплодных, урожайных сортов 12 плодовых и ягодных культур (яблони, груши, сливы, вишни, облепихи, смородины черной, смородины красной, крыжовника, калины, жимолости, малины, земляники), винограда и 10 цветочно-декоративных культур (рододендронов, сирени, ирисов, пионов, лилейника, лилии, примулы, аквилегии, тюльпанов, флоксов);
- разработка селекционно-генетических и биотехнологических методов, направленных на ускорение селекционного процесса и повышение его эффективности.

Значительную роль в создании новых сортов и в разработке методических основ использования генетических методов в селекции для суровых климатических условий сыграли академики М.А. Лисавенко и И.П. Калинина, осуществлявшие в течение многих лет научное руководство работой коллектива ученых разных специальностей.

Большой вклад в исследования по созданию генетических источников, доноров, новых сортов и методических руководств по плодовым и ягодным культурам внесли селекционеры: И.А. Кухарский, Н.М. Павлова, Н.И. Кравцева, З.С. Зотова, Л.Н. Забелина, И.Л. Тесля, Л.С. Санкин, Н.И. Назарюк, А.А. Потапенко, В.Н. Сорокопудов (по смородине); А.М. Скибинская, Л.Ю. Жебровская, И.П. Калинина, Н.В. Ермакова, Т.Ф. Корниенко, З.С. Ящемская, З.А. Гранкина, Е.С. Орехова (по яблоне); В.С. Путов, И.А. Пучкин, М.А. Матюнин (по сливе, груше); Г.И. Субботин и В.Н. Левандовский (по вишне); Ж.И. Гатин, Е.И. Пантелеева, В.Ф.Иванова, Т.К. Смыкова (по облепихе); З.П. Жолобова, И.К. Гидзюк, Г.А. Прищепина, Л.А. Хохрякова (по жимолости и калине); В.И. Анисова, В.А. Соколова, В.М. Зерюков, Н.Д. Яговцева (по малине); А.Д. Забелина, С.В. Пысина, Н.П. Стольников (по землянике).

Новые высокодекоративные сорта многолетних травянистых и древесных растений создали З.И. Лучник, И.В. Верещагина, З.В. Долганова, К.С. Попова, И.Д. Бородулина, Л.А. Клементьева, Ф.А. Мулакаева, Н.Б. Семенюк, О.А. Мухина, М.П. Бурая.

Способствовали ускорению и совершенствованию селекционного процесса: цитологи А.С. Санкина, О.В. Мочалова; физиологи и биотехнологи В.М. Бурдасов, Э.М. Лобанов, Н.А. Вечернина, Т.В. Плаксина; биохимики Е.Е. Шишкина, И.В. Ершова; специалисты по защите растений М.А. Прокофьев, Л.Д. Шаманская, В.Г. Мирошников, В.И. Гладких, иммунолог В.С. Шевкунова.

За период существования селекцентра проведена большая работа по сбору генетических коллекций, выделению источников и доноров ценных хозяйственных признаков, разработке методологии применения генетических методов в селекции.

Сибирский генофонд плодовых и ягодных растений является уникальным в мире. Он создан при максимальном использовании генов адаптированных дикорастущих сибирских и дальневосточных видов и подвидов яблони, груши, сливы, малины, облепихи, жимолости и других культур.

Мобилизация ценных образцов осуществлялась учеными селекцентра путем экспедиционных сборов и обмена растениями

внутри страны и с зарубежными странами (Канадой, США, Великобританией, Венгрией, Швецией и др.). Богатый генофонд дикорастущих сородичей был собран в экспедициях по Дальнему Востоку (жимолость) и Горному Алтаю (ягодники).

Теория и методология формирования селекционных коллекций с учетом географии, биологии, экологии диких сородичей требует дальнейшего совершенствования. Потеря биологического разнообразия, включая стародавние сорта садовых культур, рассматривается сейчас как часть глобального экологического кризиса. В связи с изменением климата, возникновением эпифитотий и локальных эдафических явлений необходим постоянный прогноз потребности в определенных генетических источниках и донорах. Это осуществляется как инвентаризацией и использованием мирового генофонда, так и путем синтеза новых форм в результате селекции. К сожалению, многие природные популяции подвержены генетической эрозии, уже исчезли или стоят на грани исчезновения. Необходима дальнейшая разработка методов сохранения, изучения, идентификации, регистрации и использования в селекции генетических ресурсов.

В настоящее время в селекцентре, включая опытные станции, находится ценный генетический материал. В коллекциях собрано 4,5 тыс. сортообразцов плодовых и ягодных культур, 2,2 тыс. – цветочных и декоративных, гибридный генофонд (на 01.01.2005 г.) составляет соответственно 198,3 и 51,3 тыс. корнесобственных растений.

Всего селекционерами НИИСС создано 184 сорта плодовых и ягодных культур, 40 – цветочно-декоративных. На 43 сорта получены патенты.

За время функционирования селекцентра совместно с опытными станциями созданы и включены в Госреестр (2004 г.) 132 сорта плодовых и ягодных культур и 34 сорта цветочно-декоративных культур.

Селекционерами НИИСС впервые введены в садовую культуру и получены первые в мире сорта таких ценных поливитаминных растений, как облепиха, жимолость и калина. Впервые в Сибири получены сорта карликовой сирени, крупноцветковой аквилегии железистой, низкорослые

сорта ириса сибирского и засухоустойчивые – ириса мечевидного.

Генетическими особенностями плодовых и ягодных культур, во многом обусловленными их таксономической принадлежностью к семействам Rosaceae, Caprifoliaceae, Grossulariaceae, Elaeagnaceae, являются высокая степень гетерозиготности в результате скрещивания диких и культурных видов, частое наличие полиплоидных рядов, многолетний жизненный цикл и длительный ювенильный период, облигатный перекрестный тип опыления, преимущественно вегетативный способ размножения и склонность некоторых видов к апомиксису [3, 4].

Реконструкция геномов плодовых и ягодных растений в Сибири специфически обусловлена их генетическими особенностями и традиционно проводится путем систематически и географически отдаленной гибридизации. При этом в качестве материнских форм используются дикорастущие формы или местные сорта (источники адаптивности и высокого содержания биологически активных веществ), а в качестве отцовских форм – европейские сорта (источники высокого качества плодов).

Задачей отдаленной гибридизации является расширение рамок генотипической и фенотипической изменчивости и увеличение возможности отбора ценных в практическом отношении генотипов. Отдаленные гибриды оказываются более пластичными и легче приспосабливаются к резким сменам климатических факторов. В результате разного вида интрогрессий возможно появление новообразований, оказывающихся в ряде случаев весьма благоприятными для продвижения этих форм в неосвоенные экологические регионы.

В настоящее время настала необходимость в активизации теоретического обобщения положительных результатов использования метода отдаленной гибридизации в создании наиболее выдающихся сортов, разработки дальнейшей стратегии подбора оптимальных родительских пар и совершенствования методов преодоления генетической несовместимости при получении отдаленных гибридов. Наиболее выдающиеся результаты при использовании метода отдаленной гибридизации достигнуты в селекции яблони, груши, сливы, вишни, облепихи, жимолости, смородины.

В период работы селекцентра были продолжены многоступенчатые улучшающие скрещивания, начатые пионерами сибирского садоводства в XIX–XX веке, по получению отдаленных гибридов у яблони. Задачей селекции было объединение геномов яблони сибирской (*Malus Pallasiana*) и крупноплодной европейской яблони домашней (*Malus domestica*) для создания высокозимостойких сортов: сначала ранеток, а затем полукультурок. Повторные насыщающие скрещивания полученных гибридов с донорами ценных хозяйственных признаков позволили вести отбор на их комплекс в последующих поколениях [5].

В результате селекции выведено 58 сортов яблони, 38 из них районированы, в Госреестре находятся 23 сорта. Вновь созданные сорта превосходят прежде районированные по устойчивости к парше, величине и вкусу плодов. Средняя масса плодов повысилась с 16–30 до 40–75 г. Выявлены доноры и источники основных хозяйственно ценных признаков, лучшие комбинации скрещиваний.

В последние годы селекция направлена на создание сортов, устойчивых к парше – наиболее опасной для яблони болезни. Привлечены доноры олигогенной устойчивости иностранной селекции OR 48 – T-47, OR 40 – T-43, SP 0523. В 2001–2004 гг. выделено 69 перспективных форм, иммунных к парше, зимостойких, с плодами хорошего качества, 25 из них высажено на конкурсное сортоиспытание. Впервые получены сорта с высокой степенью лежкости плодов (Баяна и Алтайское зимнее), которые могут храниться до февраля. Сорт Ермаковское горное имеет компактную крону, которая не превышает высоты 2,5 м, и пригоден для закладки насаждений интенсивного типа.

За последние четыре года в Госреестр включены высокозимостойкие и высокоурожайные с регулярным плодоношением сорта сырьевого назначения для промышленных садов – Комаровское, Кузнецовское, Юнга, Соловьевское, а также высококачественные столовые сорта – Смугляночка, Сурхурай, Баяна, Толунай, Алтайское зимнее.

Селекция груши проводилась путем скрещивания отборных форм зимостойкого дальневосточного вида *Pirus ussuriensis* с европейской грушей *P. domestica*. Работа с культурой направлена на создание сортов,

сочетающих высокую зимостойкость, хорошее качество и длительную лежкость плодов. В результате многоступенчатых скрещиваний получены зимостойкие урожайные сорта технического назначения (Сибирячка, Куюмская) и сорта средней зимостойкости с довольно крупными плодами хорошего вкуса и не темнеющей мякотью, летних и осенних сроков созревания [2]. Расширено районирование сортов селекции института (Лель, Перун и Сварог) на Уральский, Восточно-Сибирский и Волго-Вятский регионы.

В настоящее время на испытание высажено 84 перспективные формы. Гибридный фонд на 01.01.2005 г. составляет 1,9 тыс. корнесобственных растений и 180 сортообразцов. Для дальнейшей селекции рекомендовано 15 сортообразцов. В Госреестр внесено 7 сортов.

В качестве источников хозяйственно полезных признаков выделены сорта: Веселинка – раннего созревания и интенсивной окраски плодов; Осенняя мечта – по сочетанию высокой зимостойкости, десертного вкуса и продолжительной лежкости плодов; Скоропелка из Мичуринска – по устойчивости цветков к аномально высоким температурам.

В селекции груши на ускорение прохождения ювенильной стадии развития и для создания сортов с компактной формой кроны привлечены методы биотехнологии и получены обнадеживающие положительные результаты.

Из интродуцированных на Алтай сортов сливы на начальных этапах селекции были районированы лишь дальневосточные сорта Желтая Хопты, Маньчжурская красавица и американский гибрид Опата. В результате селекции созданы местные сорта сливы [6].

Для создания сортов, комплексно устойчивых к выпреванию и с зимостойкими генеративными органами, в селекцию были привлечены: афлатуния ильмолистная, микровишни, алыча, терн, слива канадская и другие виды косточковых растений. Создан богатейший исходный материал, насчитывающий 15 тыс. сортообразцов и 28 тыс. селекционных растений, включая большое количество межвидовых и межродовых гибридов. Выделены отборные и элитные полигибридные формы сливы и алычи. Отобраны источники необходимых хозяйственно ценных признаков, разрабатывается методика совершенствования генома сливы уссурий-

ской с привлечением методов отдаленной гибридизации, полиплоидии, цитологических методов оценки генофонда [7].

В последние годы созданы сорта сливы, не уступающие по качеству плодов сортам Средней России: Горянка, Памяти Путова, Чемальская синяя, Узюк, Ксения. Однако общий их недостаток – подверженность к выпреванию. Решение этой проблемы возможно только при вовлечении в селекцию всего генетического потенциала подсемейства Prunoideae.

Селекция вишни с целью создания зимостойкого сортимента с высоким качеством плодов проводилась на первом этапе как методом отбора лучших форм в популяции вишни степной *Cerasus fruticosa*, так и путем объединения геномов вишни степной и вишни обыкновенной *C. vulgaris* [8]. Всего выведено 10 гибридных сортов вишни (из 15 созданных в селекцентре сортов).

В последние годы на ГСИ передано два сорта – Кристина и Шадринская, превосходящие по ряду признаков контрольный сорт Алтайская ласточка. Сорт Кристина отмечен как самый крупноплодный, средняя масса плода 4,5 г. Это карлик, высота куста не превышает 0,7–0,8 м, что гарантирует полную сохранность кустов даже в самые суровые зимы. Сорт Шадринская отличается высокой (до 15 т/га) урожайностью и поздним (август) созреванием, что расширяет сроки потребления плодов.

Весьма актуальной проблемой в селекции вишни является создание сортов, устойчивых к коккомикозу, что определяет возможность самого существования этой культуры. В качестве доноров устойчивости используются вишня Маака и вишня Максимовича. Гибриды F₁, F₂, F₃ малоурожайны и имели малосъедобные плоды. К настоящему времени получены гибриды F₄ вишни степной с вишней Маака, которые не уступают по урожайности и качеству плодов контрольному сорту Алтайская ласточка, имеют высокую зимостойкость и полную устойчивость к коккомикозу [9].

Создание сортов и введение облепихи в культуру является одним из мировых достижений НИИСС. Пока облепиха (*Hippophae rhamnoides*) – единственная в Сибири стабильно плодоносящая, высокоурожайная промышленная культура с высокой окупае-

мостью возделывания. Алтайские сорта показали себя как доноры и источники многих ценных признаков (зимостойкости, слабой колючести, крупноплодности, высокого содержания масла и каротиноидов) для селекции облепихи в России и за рубежом. Такой успех был обеспечен отдаленной гибридизацией аборигенных алтайских и забайкальских эколого-географических форм [2].

Всего совместно с опытными станциями выведено 37 сортов, в Госреестре находится 18 сортов, 14 из них допущены к использованию в 9 регионах за пределами Сибири.

В настоящее время исследования по облепихе направлены на создание сортов скороплодных, высокопродуктивных, с повышенным содержанием масла и каротиноидов, сахаров, с пониженным содержанием кислот и низкой степенью колючести, устойчивых к клещу и облепиховой мухе, зимостойких, среднерослых, с относительно легким и сухим отрывом плодов, разных сроков созревания, пригодных к механизированной уборке и различным видам переработки. По большинству селекционируемых признаков выявлены источники [10].

Ежегодно гибридизация проводится в 80–150 комбинациях. За последние 4 года получено 302,1 тыс. гибридных семян, в селекционные сады высажено 9,0 тыс. сеянцев. На 01.01.2005 г. гибридный фонд составляет 46,2 тыс. корнесобственных гибридных растений.

За 2001–2004 гг. среди гибридных сеянцев выделено 270 отборных форм. На изучении находится более 500 сортообразцов. На ГСИ передано 6 сортов (Августина, Ажурная, Джемовая, Жемчужница, Росинка, Сударушка), превышающих по ряду признаков контрольный сорт Чуйская. Все сорта отличаются крупноплодностью (масса 100 плодов 120 г), высокой урожайностью (до 16 т/га), слабой околоченностью.

Сорта Августина и Жемчужница выделяются повышенным содержанием сахара (до 10,6 %), созревают в середине августа, что позволяет увеличить продолжительность сбора урожая, сдвинув его начало на середину августа. У сорта Сударушка повышенное содержание каротиноидов – до 29,3 мг/100 г, длинная плодоножка, что обеспечивает более легкий сбор плодов. Росинка отличается сдержанным ростом, компактной кроной,

плотной мякотью плодов. Сорт Джемовая очень хорош в переработке для получения однородной не расслаивающейся массы, отличного вкуса. По массе плода и привлекательной форме кроны выделяется сорт Ажурная.

Большое внимание уделено созданию сладкоплодных сортов. За последнее время выделено 2 сорта (Алтайская, Теньга) и более 30 сортообразцов с десертным вкусом плодов.

За создание сортов облепихи коллектив селекционеров НИИСС в 2003 г. стал лауреатом первой премии имени Рудольфа Херманна на Международном конкурсе по садоводству (Германия).

Для дальнейшей реконструкции генома облепихи представляет интерес скрещивание облепихи крушиновидной с китайскими видами и подвидами облепихи (китайской, тибетской, ребристой). Пока неизвестны примеры попыток подобных скрещиваний, поэтому донорские свойства китайских видов и их генетический потенциал остаются совершенно не изученными. Частная генетика облепихи исследована недостаточно. Необходимы дальнейшие методические разработки по применению генетических методов в селекции этой важной промышленной культуры.

Начало селекционной работы по жимолости было положено З.И. Лучник в 1938 г. с интродукции нескольких видов [11]. В настоящее время потомками жимолости камчатской (*Lonicera kamtschatica*) являются сорта НИИСС Голубое веретено, Золушка, Камчадалка, Роксана и др., потомками жимолости Турчанинова (*L. turczaninowii*) – Нарымская, Бакчарская, Томичка, Памяти Гидзюка, жимолости алтайской (*L. altaica*) – Галочка, Селена, Сириус, Салют, Огненный опал.

Межвидовая гибридизация (камчатская × алтайская, камчатская × Турчанинова) обеспечила выведение крупноплодных и урожайных сортов Берель, Сибирячка, Ассоль [2].

Всего создано 29 зимостойких сортов жимолости, 20 из них районировано, 17 находятся в Госреестре. В 2001–2004 гг. на ГСИ передано 4 сорта жимолости: Бархат, Сильгинка, Ассоль, Бакчарский великан. Сорт Ассоль в 2004 г. включен в Госреестр. На 12 сортов получены патенты. Новые сорта отличаются высокой урожайностью (5–6 т/га), хорошим вкусом, более устойчивы к осыпанию, чем

старые. Сорт Бакчарский великан – самый крупноплодный из созданных ранее сортов, а Ассоль имеет наиболее гармоничный вкус плодов. Выделено 5 элитных и 58 отборных форм, отличающихся быстрым наращиванием урожая и прочным прикреплением плодов, крупноплодностью, что обеспечит в будущем создание новых сортов с названными признаками.

Не менее успешной оказалась и работа по селекции черной смородины. Интродуцированные сорта европейского подвида смородины черной *Ribes nigrum ssp. europaeum* даже в условиях низкогорья Алтая оказались незимостойкими. Использование в селекции отборных форм сибирского подвида *ssp. sibiricum* и дальневосточного сорта Приморский чемпион – прямого потомка якутского вида *R. dickucsha* – обеспечило создание зимостойких, самоплодных и крупноплодных сортов. С распространением сферотеки в селекцию были привлечены скандинавские сорта – доноры олигоценной устойчивости с геном $S_p h_2$, что позволило вывести устойчивые к этой болезни гибриды [2].

Высокий уровень устойчивости к мучнистой росе (63–100 % семян) отмечен в гибридном потомстве смородины-дикуши, смородины малоцветковой, смородины канадской, полученном селекционерами Новосибирской ПЯОС. В комплексной селекции на повышенную устойчивость к септориозу, рябухе, столбчатой ржавчине, сферотеке лучшими источниками являются производные европейского (скандинавского экотипа) и сибирского подвида смородины черной, дикуши, а также смородина американская. К лучшим устойчивым гибридным сортам, выведенным на Новосибирской ПЯОС, относятся: от скрещивания со скандинавским сортом Бредторп – Калиновка, Шадриха, Алеандр, Зональная, Памяти Потапенко, Бердская черная, Обская черная, Карачинская, Перепел, Августа и др., от скрещивания со смородиной канадской – Рахиль, Глаприоза, Марьюшка [12].

К настоящему времени на Алтае выведено 77 сортов черной смородины, в Госреестре находится 27 сортов. Сибирские сорта районированы во многих странах СНГ и Прибалтики.

Продолжаются исследования по созданию сортов смородины, устойчивых к не-

благоприятным факторам среды, основным болезням и вредителям, скороплодных, самоплодных, с массой ягод не менее 1,2–1,4 г, с высоким содержанием в них биологически активных веществ, с потенциальной урожайностью 10 т/га и более, пригодных к механизированной уборке урожая.

Методы селекции – отдаленная межвидовая и межродовая гибридизация, химический мутагенез, индивидуальный отбор, цитологический анализ [13].

Ежегодный объем гибридизации достигает 2500 цветков в 17–24 комбинациях скрещиваний. Гибридный фонд на 01.01.2005 г. составляет 46,5 тыс. корнесобственных гибридных растений.

В 2001–2004 гг. на ГСИ передано 6 сортов смородины черной: Агата, Престиж, Любимица Бакчар, Экстрим, Лучия, Садко, отличающихся устойчивостью к мучнистой росе, почковому клещу, галловой тле, скороплодностью, крупноплодностью, высокой урожайностью (8–10 т/га). Сорта универсального назначения, разных сроков созревания, что позволяет продлить употребление ягод в свежем виде, рекомендованы как для промышленного, так и для любительского садоводства.

При дальнеродственных скрещиваниях растений вступают в действие генетические механизмы несовместимости, когда трудно не только получить гибриды, но сохранить и стабилизировать их. Выяснение механизмов несовместимости и путей преодоления ее – важная теоретическая и практическая задача генетики и селекции. Степень несовместимости геномов определяет степень фертильности полученных гибридов и характер наследования признаков во втором и последующих гибридных поколениях [14].

Одним из радикальных способов восстановления фертильности отдаленных гибридов является амфидиплоидия. Многочисленные примеры показывают, что полиплоидия, возникающая при гетерозиготности геномов, значительно увеличивает размах изменчивости признаков в потомстве. Таким образом, полиплоиды – это совершенно новые организмы с другими физиологическими свойствами, новыми нормами реакции, сдвигающимися в разные стороны, что имеет огромное значение в природе и в селекции, так как позволяет формам занимать новые места обитания.

Спонтанная амфидиплоидия сопровождала отдаленную гибридизацию в филогенезе разных видов и родов садовых растений. При этом она создавала лучший генный баланс за счет появления второй пары гомеологичных хромосом, что способствовало нормализации репродуктивных процессов и повышению продуктивности гибридов.

Спонтанная и искусственная полиплоидия как методы селекции показали себя эффективной при создании исходного генетического материала у смородины, сливы, малины.

На основе усовершенствованных способов экспериментального получения нередуцированных гамет и митотической полиплоидизации была предпринята попытка реконструкции генома черной смородины. В скрещиваниях были привлечены генетически отдаленные диплоидные виды смородины – американская (*Ribes americana*), золотистая (*R. aureum*), а также крыжовник (*Grossularia reclinata*), отличающиеся устойчивостью к грибным заболеваниям, почковому клещу, махровости и рябухе. Гибриды диплоидной смородины черной с указанными видами характеризуются стерильностью. Лишь после разработки приёмов и способов экспериментальной полиплоидии были получены плодовые амфидиплоиды. К сожалению, они не скрещивались с исходными диплоидными формами.

Барьер несовместимости гетероплоидных форм удалось преодолеть с помощью промежуточных сесквидиплоидных (аллотриплоидных) гибридов смородины черной и американской, смородины черной и крыжовника. Проведено изучение семянцев от скрещивания и свободного переопыления сесквидиплоидов с диплоидными сортами и гибридами смородины черной. Они отличаются повышенной устойчивостью к болезням и вредителям и могут быть использованы в качестве доноров и источников этих признаков. Некоторые из потомков сесквидиплоидов сочетают повышенную устойчивость к неблагоприятным условиям среды с высокими вкусовыми и биохимическими качествами ягод.

К 2004 г. от гетероплоидных скрещиваний получены комплексно устойчивые к болезням и вредителям формы черной смородины. Они показали себя более конкурентоспособными по сравнению с контрольными районированными сортами черной смородины [15].

Группа научных сотрудников института, участвовавших в создании новых сортов смородины черной, стала лауреатами конкурса СО РАСХН по завершённым НИР, выполненным в 2000–2004 гг., и получила диплом первой степени.

В роде *Prunus* (слива) существует полиплоидный ряд видов. Сибирские сорта сливы созданы преимущественно на основе генома диплоидной сливы уссурийской.

На ближайшую перспективу ставится задача создания сибирской тетраплоидной и гексаплоидной сливы на основе синтеза геномов сливы уссурийской, канадской и терна с привлечением других источников ценных признаков. Сибирский гибридогенный вид должен иметь высокую адаптивность к критическим зимним температурам и весенним оттепелям, длительный период покоя и короткий период вегетации, высокую морозостойкость древесины и цветковых почек, устойчивость к выпреванию и засухе. Имеющийся генофонд гибридов позволяет вести создание новых сортов на основе практически всех геномов подсемейства косточковых.

Цитологическая оценка генофонда косточковых растений позволила выявить 164 спонтанных полиплоидов, относящихся к видам, сортам и гибридам сливы уссурийской, сливы канадской, терна, микровишни песчаной, микровишни войлочной и луизеани. Выявлены и рекомендованы для скрещиваний формы-продуценты нередуцированных женских гамет (Маньчжурская красавица, Красный шар, Лакресцент, Долинская красавица, Опата, Пчелка, Евразия 43 и др.), автополиплоиды (сеянец Уссурийской 10-5, ВВ 14-17А) и сложные по геномному составу тетраплоидные гибриды (Пчелка × терн, 16-9, VIII-6-60 и др.) для реконструкции генома сливы и микровишни. Среди семянцев межвидовых и межродовых гибридов выявлены источники высокой морозостойкости, короткого срока вегетации и устойчивости к зимнему иссушению [7].

Спонтанные триплоидные гибриды сливы уссурийской с луизеанией вязолистной показали себя в качестве перспективных подвоев. Триплоидная форма вишнесливы (микровишня песчаная × слива уссурийская) СВГ 11-19 районирована по Западной Сибири как лучший клоновый подвой для сливы, микровишни, вишни и абрикоса [16].

Определенный успех достигнут при использовании автополиплоидных форм в селекции малины. После подсчета числа хромосом в генофонде НИИСС были выделены триплоидные и тетраплоидные формы малины обыкновенной *Rubus idaeus*. Использование этих форм в скрещиваниях способствовало большей рекомбинационной изменчивости в потомстве. Так, в результате свободного опыления тетраплоидной формы сорта Карнавал был получен районированный сорт За здоровье [17].

Проведен анализ влияния полиплоидии на течение эмбриологических процессов, фертильность пыльцы и завязываемость костянок у диплоидных и полиплоидных сортов и форм малины обыкновенной, прослежены закономерности формообразовательного процесса при скрещивании родительских форм разного уровня плоидности.

Возможности использования спонтанных и индуцированных полиплоидов в селекции плодовых и ягодных культур еще недостаточно изучены и мало использованы для решения актуальных проблем селекции.

Небольшое количество спонтанных полиплоидов было выделено цитологами у таких культур, как яблоня, облепиха, вишня [18].

Триплоидная форма облепихи показала себя как хороший опылитель и использована для получения отборных форм, а гексаплоидный гибрид вишни превосходит по качеству плодов тетраплоидные гибридные аналоги. Задачей селекции является получение гексаплоидных форм вишни путем удвоения числа хромосом у отдаленных стерильных триплоидных гибридов, несущих гены устойчивости к коккомикозу, а также получение сесквидиплоидных тетраплоидных форм отдаленных гибридов – источников ценных признаков комплексной устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды.

Проведенные в НИИСС исследования по скрещиванию облепихи, шефердии и разных видов лоха на диплоидном уровне подтвердили значительную филогенетическую отдаленность этих таксонов в семействе лоховых. Получить всхожие гибридные семена в таких комбинациях не удалось [19]. Скрещивание автополиплоидных форм облепихи с другими представителями лоховых растений на тетраплоидном уровне теоретически

может способствовать преодолению межродовой несовместимости для передачи в геном облепихи признаков плотной мякоти и легкого отрыва плодов, пригодности к механизированной уборке урожая. Возможно, подобные проблемы возникнут при скрещивании облепихи крушиновидной с китайскими видами. Такие исследования – задача следующего поколения селекционеров Сибири. В настоящее время в селекцентре разработана методика получения нередуцированной пыльцы облепихи путем воздействия высоких температур на определенной стадии профазы мейоза.

Недостаточно используются в селекции сибирских сортов плодовых и ягодных культур также такие генетические методы, как инцухт, партенокарпия, химический и радиационный мутагенез, апомиксис. Вместе с тем достигнуты определенные успехи использования инцухта, апомиксиса и химического мутагенеза в селекции малины и облепихи, радиационного мутагенеза в селекции жимолости.

Так, при обработке семян облепихи химическими мутагенами НДММ и ДЭС получены сорта Иня, Сударушка и Елизавета. В семье, полученной от обработки ДЭС семян сорта Чуйская, выделена однодомная форма облепихи, используемая в настоящее время в скрещиваниях. В результате воздействия химических мутагенов 1,4 бис и НЭМ на семена сортов малины Моллинг Джуэл и Карнавал получены сорта селекции НИИСС Колокольчик, Соколенок, а также ряд перспективных отборных форм [10, 17]. В результате обработки семян жимолости лазером был получен сорт Огненный опал.

Проведены цитозембриологические исследования для выявления типа и механизма апомиксиса у малины обыкновенной, выделены апомиктические сорта и формы, склонные к завязыванию семян по типу стимулятивного псевдогамного апомиксиса (Фантазия, Колокольчик, 47-94, 15-9). Предложено практическое использование этого способа размножения для создания гомозиготных форм, отбора чистых линий с последующим гетерозисным эффектом в потомстве [20].

Эффективность научного прогресса в работе селекцентра может быть существенно повышена путем использования биотехнологии. Ее методы успешно применяются для

ускоренного размножения уникальных генотипов, оздоровления растений от патогенов, сохранения генофонда редких и исчезающих видов. Немаловажное значение имеет культура незрелых зародышей, позволяющая на искусственных питательных средах выращивать отдаленные гибриды из семян, которые гибнут при обычных условиях посева.

За период работы селекцентра разработаны методики микроклонального размножения облепихи, лоха узколистного, земляники, новых бесшипных форм крыжовника и сортов вишни. Изучена регенерационная способность изолированных органов и тканей у яблони, сливы, смородины. Разрабатываются методические подходы, позволяющие решить проблему ускорения прохождения ювенильного периода для яблони и груши [21, 22].

Для закладки маточников земляники микроклональным способом размножено и выращено более 1500 растений новых сортов этой культуры. Одним из решений проблемы адаптации растений-регенерантов и многократного увеличения коэффициента размножения является использование гидропонных установок типа «Минивит».

Для преодоления нескрещиваемости лоховых растений разработаны биотехнологические методы изменения генома облепихи, получения андрогенных чистых линий из пыльников облепихи и подготовки к проведению соматической гибридизации в семействе лоховых.

Предложенная методика культивирования незрелых зародышей лоховых растений позволяет с 8–10-недельного возраста зародышей получать жизнеспособные растения-регенеранты. Разработаны условия регенерации растений из андрогенного каллуса лоха серебристого. Проведена цитологическая оценка кариологических особенностей линий андрогенного каллуса облепихи. Отработана методика получения нативных протопластов облепихи, шефердии и лоха узколистного в асептических условиях как отдельный этап осуществления соматической гибридизации в семействе лоховых [23].

Получена новая информация о закономерностях морфогенеза растений в зависимости от генотипа, состава питательной среды, сроков введения эксплантов в культуру. Для дорастивания незрелых зародышей от-

даленных гибридов подобраны условия стерилизации семян, основные модификации среды Мурасиге-Скуга, установлены оптимальные температура и фотопериод для культивирования эксплантов в световой комнате. Усовершенствованы способы клонирования уникальных отдаленных гибридов из одного семени уже на ранних этапах развития на питательной среде *in vitro*. Изучена тканеспецифичность культивирования разных частей изолированных зародышей [22].

Особый интерес для дальнейшего совершенствования методов биотехнологии применительно к садовым растениям представляют методические разработки: по получению соматоклональных вариантов, расширяющих генетическую изменчивость и возможность отбора ценных форм растений; по использованию регенерационной способности тканей эндосперма в целях выделения естественных сесквидиплоидных гибридов; по индукции андрогенных линий разного уровня пloidности у вишни, сливы и облепихи; по искусственному получению полиплоидов у диплоидных видов; по ускоренному отбору иммунных форм после заражения в пробирках.

Н.И. Вавилов в 1930-е гг. прошлого столетия постулировал, что в отличие от основных наук селекция как научная дисциплина характеризуется высокой степенью комплексности. Так, в управлении наследственностью она всецело опирается на данные генетики, цитологии и эмбриологии. В учении о селекционном процессе, помимо генетики, она опирается на биологию цветения, физиологию, химию, фитопатологию и энтомологию. При этом селекция не просто выбирает или заимствует отдельные части из общих наук, но и трансформирует их, дифференцирует в соответствии с конечной задачей выведения сорта. Разрабатывает на их базе свои методы и устанавливает закономерности формообразовательного процесса, ведущие к созданию сорта [4].

Цитологические исследования генофонда по девяти садовым культурам начаты в НИИСС с 1975 г. За этот период проведена оценка сортов и гибридов по числу хромосом (более 4000 форм), по качеству пыльцы (более 1500 сортообразцов). Отобраны полиплоиды, лучшие опылители, формы, склон-

ные к образованию нередуцированных гамет, псевдогамные апомикты.

Предложены методические рекомендации по цитологическим методам исследования лоховых растений, по получению нередуцированной пыльцы у облепихи крушиновидной, отбору полиплоидов косточковых культур по прямым и косвенным цитологическим признакам [7, 23].

В НИИСС применяются методы гаметной селекции для косточковых культур. Основой этого направления является представление о половом процессе как о механизме, реализующем при размножении внутренние системы доступной генетической наследственности и изменчивости в качестве материала для последующего отбора на конкретные хозяйственно значимые признаки. Рекомбинация как самый отличительный признак полового процесса играет ключевую роль в популяционной генетике и обуславливает образование новых комбинаций генов, имеющих разную селективную ценность.

Отбор родительских форм, продуцирующих гаметы определенного генетического состава (нередуцированные, апомиктические, гибридные), важен для прогнозирования результатов скрещиваний косточковых культур, для создания сибирской тетраплоидной и гексаплоидной вишни и сливы с оптимальным сочетанием полезных для селекции генов [7].

Комбинирование методов гаметной селекции с филогенетическим методом может дать более полное представление о генетическом потенциале и ценности конкретного генотипа.

В 2001–2004 гг. изучены закономерности формирования и качество гамет у видов, сортов и гибридов вишни, сложных гибридов сливы. На основе выявленных закономерностей микроспорогенеза у 23 сортов и гибридов отобрано 15 источников гамет разного уровня пloidности для гаметной селекции (3-66-9, Алтайская Ласточка, Селиверстовская, Рошинская 3, Любская, 124-17, БКИ 13-318, БКИ 19-224, ГЭС 11-5 и др.).

Показано отсутствие механизма автономного апомиксиса в генофонде вишни при функционировании женских гамет. Предварительно выделены 2 формы с генетической способностью к индуцированному апомиксису и 5 частично самоплодных форм.

Проведены поисковые НИР по выявлению закономерности фенотипического проявления гамет разного геномного состава при формообразовательном процессе у видов и гибридов вишни. Путем использования сравнительно-морфологического, цитологического, геномного, корреляционного анализов изучены качественные и количественные морфологические и цитологические признаки у видов и сортов отдаленных гибридов вишни. Выделены маркерные признаки, позволяющие судить о гибридной природе сибирских геномов вишни. Установлены достоверные корреляционные зависимости разных признаков и отобраны формы для гаметной селекции.

Усовершенствованы методы оценки морозоустойчивости прямым промораживанием тканей у яблони, смородины, облепихи, малины, сливы; дифференциально-термографический анализ для экспресс-диагностики морозоустойчивости для облепихи и яблони; метод импеданса для экспресс-диагностики уровня формирования морозоустойчивости перед зимовкой для яблони, смородины, облепихи; метод оценки морозоустойчивости гибридных семян яблони по замедленной флюоресценции на ранних этапах онтогенеза.

Задача комплексности генетических и селекционных исследований совместно с другими биологическими дисциплинами остается очень актуальной в селекцентре и в начале третьего тысячелетия.

В настоящее время НИИСС, опытные станции, отделы и лаборатории по садоводству НИУ Сибири испытывают трудности, связанные с отсутствием специалистов цитологов, иммунологов, фитопатологов, физиологов, биохимиков, агрохимиков и др. Недостаточно оснащение лабораторий современными приборами и оборудованием, в том числе фитотронами для подбора и использования нужных параметров внешней среды, анализаторами для белковой идентификации и паспортизации сортов и гибридов.

При лучшей оснащенности селекцентра НИИСС необходимым оборудованием и реактивами представляется возможным осуществление методических разработок, направленных на углубленное исследование частной генетики плодовых и ягодных культур, на выявление генов, ответственных за передачу цен-

ных для селекции признаков, на интенсификацию селекционного процесса и ускорение темпов и сроков выведения новых сортов.

Задачи кооперации и интеграции научных исследований по селекции и генетике садовых культур требуют разработки совместных комплексных программ, в том числе с учебными учреждениями региона с привлечением студентов и одаренных школьников; расширения сети сотрудничества с российскими и зарубежными генетико-селекционными центрами и генбанками для максимального использования накопленных к настоящему времени генетических ресурсов и современных технологий.

Необходимо продолжить эстафету достижений в селекционно-генетических исследованиях садовых культур в Сибири, начатых выдающимися учеными-садоводами в Западной и Восточной Сибири еще в XIX веке.

Литература

- Лисавенко М.А. Садоводство Алтайского края // Тр. науч. конф. по изучению и освоению производительных сил Сибири. Томск, 1940. Т. V. С. 187–201.
- Калинина И.П. Итоги интродукции и селекции плодовых и ягодных культур на Алтае // Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию НИИСС им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул, 18–23 августа 2003 г. Барнаул, 2003. С. 10–16.
- Мичурин И.В. Избранные сочинения / Под общ. ред. проф. Н.П. Яковлева. М.: ОГИЗ Гос. изд-во с.-х. литературы, 1948. 711 с.
- Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. М.: Наука, 1987. С. 7–39, 48–82.
- Калинина И.П. Селекция яблони на Алтае. Барнаул, 1976. 352 с.
- Путов В.С. Селекция сливы на Алтае // Селекция и технология выращивания плодовых культур. М.: Колос, 1978. С. 142–148.
- Мочалова О.В., Матюнин М.Н. Цитозембриология и селекция отдаленных гибридов и полиплоидов косточковых растений на Алтае. Новосибирск, 2002. 232 с.
- Субботин Г.И. Вишня в Южной Сибири. Барнаул, 2002. 145 с.
- Левандовский В.Н. Итоги селекции вишни на Алтае // Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию НИИСС им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул, 18–23 августа 2003 г. Барнаул, 2003. С. 117–119.
- Пантелеева Е.И. Результаты и перспективы селекции облепихи // Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию НИИСС им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул, 18–23 августа 2003 г. Барнаул, 2003. С. 81–85.
- Лучник З.И. Интродукция деревьев и кустарников в Алтайском крае. М.: Колос, 1980. С. 331–351.
- Сорокопудов В.Н., Мелькумова Е.А. Биологические особенности смородины и крыжовника при интродукции. Новосибирск, 2003. С. 130–235.
- Назарюк Н.И. Результаты селекции черной смородины на Алтае // Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию НИИСС им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул, 18–23 августа 2003 г. Барнаул, 2003. С. 152–156.
- Фадеева Т.С. Принципы и методы геномного анализа и изучения несовместимости видов // Селекция и технология выращивания плодовых культур. М.: Колос, 1978. С. 37–47.
- Санкин Л.С., Салыкова В.С. Создание и изучение нового исходного материала для селекции смородины черной // Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию НИИСС им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул, 18–23 августа 2003 г. Барнаул, 2003. С. 131–137.
- Пучкин И.А. Итоги и перспективы создания подвоев косточковых культур в Алтайском крае // Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию НИИСС им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул, 18–23 августа 2003 г. Барнаул, 2003. С. 230–233.
- Соколова В.А. Результативность поэтапной селекции малины // Научные аспекты совершенствования индустриальных технологий возделывания ягодных культур. Новосибирск, 1992. С. 19–25.
- Санкина А.С. Использование цитологического метода в селекционной работе с плодовыми и ягодными культурами // Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию НИИСС им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул, 18–23 августа 2003 г. Барнаул, 2003. С. 143–149.
- Мочалова О.В. Результаты и перспективы отдаленной гибридизации лоховых растений на амфигаплоидном и амфидиплоидном уровнях // Адаптивный подход в земледелии, селекции и семеноводстве с.-х. культур в Сибири. Красноярск, 1996. С. 58–60.
- Мочалова О.В. Цитозембриологическое изуче-

- ние диплоидных и полиплоидных форм малины в связи с апомиксисом // Апомиксис у растений: состояние, проблемы и перспективы исследований: Тр. Междунар. симп. Саратов, 1994. С. 115–117.
21. Вечернина Н.А., Таварткиладзе О.К., Антонова И.И. Размножение *in vitro* бесшипных форм крыжовника // Научно-экономические проблемы регионального садоводства. Барнаул, 2003. С. 199–207.
22. Плаксина Т.В. Ускоренное внедрение в производство новых сортов вишни с использованием биотехнологических методов // Научно-экономические проблемы регионального садоводства. Барнаул, 2003. С. 190–193.
23. Мочалова О.В., Тесля А.А., Халманская В.А., Плаксина Т.В. Использование цитологических и биотехнологических методов в селекции облепихи // II Междунар. симп. по облепихе: Тез. докл. Новосибирск, 1993. С. 57–58.