

ИНФОРМАЦИОННЫЙ

**ВЕСТНИК
ВОГЧС**

ОСНОВАН В 1997 г.

Том 9

3

ИЮЛЬ 2005

ТРУДЫ

2-й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ
И СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ»**

Омск, Россия

18–20 июля 2005 г.

Под редакцией д.б.н. Н.П. Гончарова

Организаторы

Вавиловское общество генетиков и селекционеров
Научный совет по генетике и селекции РАН
Институт цитологии и генетики СО РАН
Объединенный научный и проблемный совет
по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству СО РАСХН
Сибирский НИИ сельского хозяйства СО РАСХН

Программный комитет

академик РАН В.К. Шумный (председатель)
академик РАСХН П.Л. Гончаров
чл.-кор. РАСХН И.Ф. Храмцов
д.б.н. Н.П. Гончаров
к.с.-х.н. Т.Н. Гордеева

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ К НОМЕРУ	277
I. ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ В РОССИИ	
К 250-ЛЕТИЮ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ В РОССИИ	
<i>Н.П. Гончаров</i>	279
СИБИРСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ИСТОРИЯ, ТРАДИЦИИ, РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ	
<i>И.Ф. Храмцов</i>	290
II. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ РАСТЕНИЙ	
ПРИНЦИПЫ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СИМБИОТИЧЕСКИМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ	
<i>И.А. Тихонович, Н.А. Проворов</i>	295
ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ	
<i>В.А. Пухальский</i>	306
ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В КАЗАХСТАНЕ	
<i>Р.И. Берсимбаев, К.К. Шулембаева</i>	317
III. СЕЛЕКЦЕНТРЫ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ	
МОСКОВСКИЙ СЕЛЕКЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПО ЗЕРНОВЫМ КУЛЬТУРАМ: ИСТОРИЯ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	
<i>А.А. Гончаренко</i>	324
ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТЫ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО СЕЛЕКЦИОННОГО ЦЕНТРА	
<i>Н.В. Зобова, Н.А. Сурин</i>	333
ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИБИРСКОМ НИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И СЕЛЕКЦИИ	
<i>И.Е. Лихенко, П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Р.А. Цильке, Г.К. Машьянова, П.И. Степочкин, Ю.А. Христов, А.Н. Лубнин, Е.Г. Гринберг, А.В. Бахарев, Г.В. Артемова</i>	341
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В АЛТАЙСКОМ СЕЛЕКЦИОННОМ ЦЕНТРЕ	
<i>Н.И. Коробейников, В.И. Янченко</i>	348
СЕЛЕКЦИОННЫЙ ЦЕНТР СибНИИСХ – ФЛАГМАН СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ	
<i>Р.И. Рутц</i>	357
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ САДОВЫХ КУЛЬТУР В СИБИРИ	
<i>В.И. Усенко, О.В. Мочалова, И.А. Пучкин</i>	369
СЕЛЕКЦИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В СИБИРИ	
<i>Р.И. Полюдина, О.А. Рожанская, Д.А. Потапов</i>	381

СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ В СибНИИСХ: ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ <i>Б.Н. Дорожкин, Н.В. Дергачева</i>	390
ИНТРОДУКЦИЯ И СЕЛЕКЦИЯ ПИЩЕВЫХ РАСТЕНИЙ В ЦСБС СО РАН, ИЛИ НАСКОЛЬКО МЫ ВСЕЯДНЫ <i>А.Б. Горбунов, Н.В. Моисеева, В.С. Симагин, Т.И. Снакина, И.Г. Боярских, Ю.В. Фотев, Г.А. Кудрявцева, В.П. Белоусова</i>	394
СЕЛЕКЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ СИБИРИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В РАЗВИТИИ СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РЕГИОНЕ <i>Т.Н. Гордеева</i>	407
IV. СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ ЗА РУБЕЖОМ	
СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КАЗАХСТАНЕ <i>Р.А. Уразалиев, А.С. Абсаттарова</i>	415
RESEARCH STRATEGIES FOR FORAGE LEGUME BREEDING IN JAPAN <i>К. Okumura</i>	423
RESEARCH, BREEDING, VARIETY TESTING AND SEED PRODUCTION OF FIELD CROPS IN THE CZECH REPUBLIC <i>Р. Martinek</i>	430
СОВРЕМЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ В АВСТРАЛИИ <i>Ю.Н. Шавруков</i>	436
V. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	
МикроРНК РАСТЕНИЙ <i>Н.А. Омелянчук, Т.Н. Кузнецова, А.В. Катохин</i>	440
МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ПО СОРТАМ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ <i>В.В. Альт</i>	451

ПРЕДИСЛОВИЕ К НОМЕРУ

Главная задача Вавиловского общества генетиков и селекционеров России – координация генетических и селекционных исследований. Материалы, представляемые в этом номере «Информационного вестника ВОГиС», отражают эту цель. В нем помещены статьи руководителей крупных селекционных центров России, в которых изложены основные результаты их работы, и постановочные статьи ряда генетиков. Они отражают содержание докладов, представленных на 2-ю Международную конференцию «Актуальные проблемы генетики и селекции растений» (Омск, 18–20 июня 2005 г.).

Место проведения конференции выбрано не случайно – селекционный центр СибНИИСХ является лидером сибирской селекции по результативности и имеет многолетнюю историю старейшего селекционного учреждения Сибири.

Главная цель журнала «Информационный вестник ВОГиС» – оперативно информировать генетиков и селекционеров о наиболее значимых результатах в их деятельности, о наиболее ярких событиях в отечественных и зарубежных генетических и селекционных исследованиях, новых методах, наиболее значимых научных форумах.

Мы надеемся, что познакомившись с материалами, опубликованными в «Информационном вестнике ВОГиС», генетики и селекционеры будут иметь представление о современных тенденциях развития нашей науки, ее приоритетах, практических приложениях, о наиболее значимых датах в жизни наших ведущих генетиков и селекционеров.

Предлагаемый читателям номер «Информационного вестника ВОГиС» посвящен селекции растений. В нем руководители селекционных центров России, в основном Сибири и ряда зарубежных стран (Казахстан, Япония, Чехия и Австралия), представили информацию о направлениях селекционной деятельности.

Кроме этого, даются обзоры по истории селекции в России, генетической теории се-

лекции, цитогенетическим аспектам, интродукции новых растений и другим аспектам. На международной конференции в Омске (18–20 июля 2005 г.) будут рассмотрены также вопросы хромосомной и геномной инженерии применительно к селекции растений.

Резюмируя роль селекции в истории человечества, следует отметить, что это древнейшая наука, начало которой связывают с переходом человека на оседлый образ жизни и освоение территории под посевы растений и содержание одомашненных животных. К настоящему времени земельные ресурсы под эффективное ведение сельского хозяйства фактически исчерпаны, остался небольшой резерв в северной части нашей планеты.

Примитивные формы селекции или, точнее, отбора стали применяться 10–12 тыс. лет назад с введением растений в культуру и одомашниванием животных.

Для этих целей человек интуитивно применял методы негативного и позитивного массового отбора. Итогом его деятельности стало введение в культуру более 100 видов пищевых растений из примерно 250 тыс. описанных к настоящему времени видов высших растений, 30 из которых составляют почти 90 % продовольственного потенциала, а среди них 7 злаковых – 60 % продовольственного потенциала. Эти данные говорят о том, что в отличие от земельного ресурса введение в культуру новых видов пищевых растений является не до конца использованным потенциалом для стабилизации продовольственного баланса.

Массовый отбор, сопровождающий процесс введения в культуру растений, базирующийся на генетической гетерогенности популяций, позволил во много раз повысить продуктивность диких видов и весьма кардинально реорганизовать их архитектуру. Этот процесс продолжался порядка 10 тыс. лет и возделываемые сегодня виды культурных растений имеют мало общего со своими дикими сородичами.

Знаковым событием в истории селекции является разработка методов индивидуального отбора, т.е. через оценку по потомству стало возможным отбирать лучшие генотипы. Это позволило весьма существенно повысить продуктивность культивируемых растений.

Однако еще более значимым событием является разработка теории (Г. Мендель) и методов комбинационной селекции. В данном случае в результате гибридизации мы получаем новые комбинации генов, а следовательно, и новые фенотипы. Без преувеличения можно сказать, что наиболее выдающиеся достижения селекции и в настоящее время получены методами комбинационной селекции.

Несомненно, что эти методы будут играть важную роль еще многие годы.

В первой половине 20 века были разработаны технологии получения гетерозисных гибридов, которые широко и с высокой эффективностью начали использоваться наряду с сортами. Сегодня гетерозисные формы используются у многих растений и животных. Это стало еще одним этапом повышения продуктивности в истории селекции. К сожалению, в теории гетерозиса, в расшифровке генетических механизмов высокой комбинационной способности скрещиваемых компонентов мы не достигли существенных успехов.

Мутагенез, полиплоидия, отдаленная гибридизация также внесли существенный вклад в селекцию, так как расширили возможности получения новых аллелей генов, увеличения их дозы и передачи новых генов и/или их блоков от других видов.

В настоящее время идет формирование новой селекционной идеологии, основанной на достижениях молекулярной и клеточной биологии. Отрабатываются технологии клеточной, хромосомной и генетической инженерии. В данном случае уже речь идет не об использовании генетического полиморфиз-

ма или получения новых комбинаций генов, а о введении в геномы новых, ранее не присутствующих генов, их блоков или целых хромосом. Впереди конструирование генотипов с включением в них генов далеких в систематическом отношении и никогда не скрещивающихся видов растений, генов бактериального и животного происхождения.

Перспективы и последствия данного этапа только просматриваются, однако уже первые результаты получения и использования трансгенных растений, под которыми занято в настоящее время порядка 70 млн га, вызвали острые дискуссии и пристальное внимание средств массовой информации.

Анализ перспектив нового этапа в селекции, основанного на генноинженерных технологиях, свидетельствует о следующем:

1. Этот процесс уже не остановить, так как в нем просматриваются огромные возможности как для теоретических, так и для прикладных сфер деятельности, в том числе и для селекции;
2. Этот процесс требует еще большей консолидации генетиков и селекционеров, так как клеточная, хромосомная и генная инженерия требуют серьезных затрат и могут быть освоены только при их тесном взаимодействии. Важным моментом является и подбор соответствующего селекционного материала;
3. Этот процесс требует тщательной проработки селекционного материала на биобезопасность его применения и должен сопровождаться тестированием по установленным международным нормам.

Как было отмечено выше, селекция – древнейшая и важнейшая наука для человечества. Она его, человечество, кормит. И у этой науки блестящее, интригующее будущее.

Желаю всем нам, генетикам и селекционерам, успехов!

Президент ВОГиС, академик РАН
В.К. Шумный

I. ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ В РОССИИ

К 250-ЛЕТИЮ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ В РОССИИ

Н.П. Гончаров

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, e-mail: gonch@bionet.nsc.ru

Не успела аграрная общественность страны отметить 100-летие селекции полевых культур в центральной части европейской России (Материалы..., 2003)¹, как пора готовиться, по крайней мере, еще к двум селекционным юбилеям: к 130- и 250-летию начала занятия селекцией Иваном Владимировичем Мичуриным (1855–1935) и Андреем Тимофеевичем Болотовым (1738–1833). Первый из них наступает в этом году, для уточнения календарной даты второго требуются дополнительные архивные изыскания, так как из литературы известно только то, что А.Т. Болотов занимался селекцией с 1760-х гг. (Бердышев, 1988).

В 1903 г. заведующий кафедрой общего земледелия Московского СХИ (ныне Сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева) профессор В.Р. Вильямс (1863–1939), который одновременно заведовал институтским опытным полем, выделил средства для проведения на участке этого поля размером в 240 кв. саженей (~ 450 м²) «селекционного

посева» (Говоров, 1924; Компанец, 1976а). С этого посева, выполненного ассистентом В.Р. Вильямса Дионисием Леопольдовичем Рудзинским (Рудзинскасом) (1866–1954), часто отсчитывается возраст научной селекции в нашей стране (см. примечание 1). Заметим, что Д.Л. Рудзинский с 1898 г. заведовал коллекционным питомником опытного поля МСХИ (Говоров, 1924), в задачу которого входило размножение зарубежных сортов (Компанец, 1976а). При этом он занимался поддержанием этих сортов в чистоте, т. е. в соответствии с неустоявшейся терминологией конца XIX – начала XX вв., их «селекцией». На возможность начала занятия селекцией Д.Л. Рудзинским с 1898 г. также указывают А.П. Горин и Г.В. Приезжев (1965). Однако сам Д.Л. Рудзинский считал таковым 1903 г. (Отчет..., 1914; Рудзинский, 1947). Годом ранее им был прослушан курс лекций профессора К. фон Рюмкера в Бреславльском университете (Силезия, Германия, ныне г. Вроцлав, Польша) (Бала-

¹ Данное событие иногда трактуется более широко как 100-летие селекции в России (Пухальский, 2004) или 100-летие научной селекции в России (Материалы..., 2003; Пухальский А., Пухальский В., 2003). Хотя существуют и более «нейтральные» трактовки данного события, например 100-летие организации первой селекционной станции в России (Коновалов, Пыльнев, 2003), начала «селекционной работы в Москве» (Бердышев, 1984. С. 121) и даже «этот год (1903 – Н.Г.) считается началом селекции полевых культур в Московском сельскохозяйственном институте» (Бечус, Марков, 1966. С. 13).

шев, 1946) и состоялось посещение «селекционной Мекки» – селекционной станции в Свалёфе (Швеция) (Elina, 1997). Таким образом, в начале своей заграничной командировки Д.Л. Рудзинский занимался у горячего сторонника применения методического или массового отбора К. фон Рюмкера, а затем посетил идеолога использования в селекции метода индивидуального отбора Г. Нильсона.

В данной работе нам бы хотелось «этнодно» рассмотреть состояние селекционного дела на всей территории Российской Империи до и после вышеупомянутого «селекционного посева 1903 г.».

История селекции растений в России. В 1875 г. И.В. Мичурин разбил на маленьком приусадебном участке свой первый питомник. Этот год – официально признанная дата начала занятия им селекцией плодовых (Васильченко, 1963). Интересно отметить историографическую «неравновеликость» события в Тамбовской губернии таковому, имевшему место быть в 1903 г. в окрестностях первопрестольной². Возможно, первое из них не воспринималось современниками как уникальное событие. Если верить «отцу истории» Геродоту, за 450 лет до рождения Христа одно из скифских племен гелоны – «земледельцы, питаются хлебом и имеют сады (выделено мной – Н.Г.)» (Геродот. История, книга IV, л.109), т. е. занимаются садоводством на территории России не менее 2,5 тысяч лет.

Еще более чем на век раньше И.В. Мичурин – с 1760-х гг. в Тульской губернии занимался селекцией плодовых и тюльпанов А.Т. Болотов, использовавший гибридизацию и отбор в расщепляющихся поколениях (Новиков, 1992). К сожалению, мы не имеем более ранних календарных дат и не знаем других имен наших соотечественников, поэтому этот период известен под названием «народная селекция» (Серебровский, 1969). Ее успехи значительны, например, созданная «народными селекционерами» керченская твердая пшеница Белотурка была в 1850 г. удостоена медали на Лондонской всемирной выставке (Якубцинер, 1956). В

результате «народной селекции» были созданы и многочисленные сорта овощных культур, в том числе знаменитые клинские и муромские сорта огурцов, бессоновские луки и т. д. Причем иногда даже известны и авторы некоторых «народных» сортов, например, московские огородники Пышкины создали замечательные сорта поздней капусты Пышкинская и Кубышка.

После работ А.Т. Болотова селекция стала популярной в среде «прогрессивных» помещиков: в 30-х гг. XIX в. петербургский помещик Н.Н. Муравьев вывел широко пропагандировавшийся в сельскохозяйственной печати сорт ржи Муравьевка (Щербакова, 1979), звенигородский помещик Ф.Х. Рамих отселектировал рожь Плодовитую (Рамих, 1849), в поместье Хлудова была создана Хлудовская пшеница; селекция сорта ржи Сангасте начата Ф. Бергом в 1875 г. в имении Сангасте и др. Селекцией ржи занимался в своем имении Кроткое и выдающийся русский ученый-агроном И.А. Стебут, выведший сорт, известный под названием Стебутовская (Стебут, 1911). На созданной земством Саратовской станции его сын А.И. Стебут в 1911 г. организовал отдел селекции и пригласил вести селекцию пшеницы А.П. Шехурдина, работавшего ранее у его отца в имении Кроткое заведующим хозяйством (Компанеев, 1976б). Заметим, что и в некоторых других имениях управляющие занимались селекцией: К. Белявский в имении графини Потоцкой Высоко Литовск (Гродненская губ.) в 1876 г. вывел сорт озимой пшеницы Высоколитовская, в имении Моховое председателя Московского Императорского общества сельского хозяйства (МОСХ) И.Н. Шатилова его управляющим Ф.Х. Майером из французского образца отбором выведен сорт овса Шатиловский, управляющий имениями графов Бобринских Б.А. Бергам в с. Михайловское вывел из семян урожайный сорт картофеля (Стебут, 1911), управляющий имением Л.Е. Кенинга (Харьковская губ.) П.П. Корхов занимался селекцией озимой пшеницы.

Совершенно не исследован вопрос возникновения селекции на северо-западе Рос-

² В 1928 г. на базе питомника И.В. Мичурина будет организована Селекционно-генетическая станция плодово-ягодных культур, реорганизованная в 1934 г. в Центральную генетическую плодово-ягодную лабораторию ВАСХНИЛ (ныне это ВНИИ генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина, г. Мичуринск).

сии (работы члена Национальной академии земледелия, мануфактур и художеств в Париже Е.А. Грачева³ (1826–1877) (Баталин, 1877) и члена-корреспондента Императорской СПб Академии Наук директора Санкт-Петербургского ботанического сада Э.Л. фон Регеля, создавшего первый в России помологический питомник «Помологический сад д-ра Э. Регеля и Я. Кессельринга») (Регель Р., 1913 (1915)), а также в самой западной части Российской Империи Царстве Польском и прилегающих к нему юго-западных территориях. Заметим, что культурные сорта малины стал разводить в конце XVIII века в С-Петербурге учитель императора Александра I, большой любитель садоводства А.А. Самборский (1732–1815), устроивший плодовый и ягодный сад у Литейного моста в Кричевском (ранее Самборском) переулке.

В работе заведующего Собешинской опытной станцией (основанной в 1886 г. в Седлецкой губернии на частные средства) профессора А. Семполовского (1897), составленной по просьбе Императорского Вольного экономического общества и опубликованной в конце XIX в., селекция полевых культур подается как совершенно разработанный вопрос⁴. В этой же работе указывается на некоторые достижения в области селекции в самом западном регионе Российской Империи. Перечислим основные из них. В 1892 г. А. Семполовский сам начал

селекцию ржи, создав сорт Собешинская. Позднее уже на Собешинской опытной станции с середины 90-х гг. XIX в. он занимался селекцией и некоторых других культур – пшеницы, кукурузы и кормовых трав. В Пелловский (Плоцкая губ.) из местных форм вывел в 1866 г. сорт пшеницы Сарновская, Г. Мазуркевич (Люблинская губ.) в 1886 г. – сорт пшеницы Недржевицкая. Уже упомянутый выше К. Белявский в Высоко Литовске получил многократным отбором из гибридной популяции от комбинации скрещивания сорта Magenta × Банатка⁵ сорт Genealogiczna czerwona (Семполовский, 1897). В Данькове (Варшавская губ.) с 1880-х гг. с применением гибридизации «экспериментировал» семянозаводчик А. Янаш (А. Janasz), а в Собешине с 1890-х гг. – А. Семполовский (1897). Знаменитый сорт Dańkowska Selekcujna стал результатом такой работы А. Яноша (Kostecki, Wolski, 1963). Интересно, что в части Польши, отошедшей к Австро-Венгрии, селекция растений началась позже (Kostecki, Wolski, 1963). В части же, отошедшей к Германии, возделывались в основном немецкие сорта, так как мощные немецкие семеноводческие фирмы Рабетке и Гизеке, Штрубе и др. не были заинтересованы в конкуренции. С 1850 г. Л.Ф. Вальков (Подольская губ.) от производства свекловичных семян перешел к проведению ее селекции на урожайность и сахаристость. В 1891 г. Сляский организует по

³ Возможно, если бы не преждевременная смерть сына Е.А. Грачева Владимира, то Россия имели бы и своих Вильморенов, и не менее известную селекционно-семеноводческую фирму. Однако история не знает сослагательных наклонений. После революции в России прекратили свое существование практически все семеноводческие хозяйства, в том числе в Сибири – семеноводческое хозяйство Л. Смолина и Н.Л. Скалозубова, И.М. Карзина и др. Самое поразительное, что практически весь селекционный материал многих таких хозяйств и поместий был сохранен и позднее в той или иной форме использован в дальнейшей селекции (см., например, В.В. Таланов (1923), А.Г. Лорх (1923) и др.).

⁴ Попытка Н.И. Вавилова (1965) связать начало селекции в России с переоткрытием законов Г. Менделя, вероятно, была обусловлена реалиями времени и сложившимся положением вокруг генетики. Эта же причина, вероятно, и вызвала указание на работу Д.Л. Рудзинского (1904) как на пионерскую: «в нашей стране создание селекционных станций в значительной мере связано с результатами генетических исследований, о чем наглядно свидетельствует первый курс по селекции и семеноводству, опубликованный Д.Л. Рудзинским в 1903 г.» (Вавилов, 1965. С. 407). Несомненно, что не только Д.Л. Рудзинский выступал как пропагандист, привлекая внимание агрономов к работам Г. Менделя и неустанно показывающий их возможную позитивную связь с селекцией. В это же время вышла в свет очень подробная публикация заведующего Бюро по прикладной ботанике (ныне это ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова) чл.-кор. СПб Имп. АН И.П. Бородина, посвященная вопросам оплодотворения, с изложением работы Г. Менделя и работ его последователей, подтверждающих ее выводы (Бородин, 1903).

⁵ Пшеница Банатка венгерского происхождения введена в производство юго-западных губерний профессором Горы-Горещкого земледельческого института И.А. Стебутом (Семполовский, 1897). Интродукцией зарубежных сортов занимались и на опытном поле Ново-Александровского института сельского хозяйства введя в возделывание в Царстве Польском и прилегающих юго-западных районах размноженный образец, привезенный с Парижской выставки 1867 г., получивший название Пулавка (Семполовский, 1897. С. 89).

заказу сахарозаводчиков западных районов Российской Империи конкурсное испытание сахарной свеклы. Правда, в этом случае селекция в основном сводилась к применению поддерживающего отбора для сохранения в чистоте немецких и французских сортов сахарной свеклы. Другая ранее созданная сеть опытных станций по сахарной свекле включала в себя Немерчанскую и Люлинацкую (обе организованы в 1886 г.), а с 1899 г. – и Верхнячскую. Все три станции, как и вышеупомянутая Собешинская, были организованы на частные средства. На них занимались поддерживающим отбором не только сортов сахарной свеклы, но и других культур. Например, селекция овса в Немерче начата в 1886 г. Вероятно, это год начала организованной (научной) селекции данной культуры в стране (Мордвинкина, 1935). Интересно, что Семенное хозяйство К. Бушинского и М. Лонжинского (Немерча) издавало и научную литературу (например, работу Э.Ю. Заленского (1907)).

В 1898 г. в Крыму академик Императорской Санкт-Петербургской академии наук С.И. Коржинский (1861–1900) начал опыты по выведению новых сортов винограда (Бердышев, Сипливинский, 1961). Для этой цели он проводит перекрестное опыление различных сортов. Однако преждевременная смерть в 1900 г. прерывает его работу в самом ее начале. В то же время он успел подготовить к публикации описание сортов винограда Крыма, которое было дважды посмертно издано (Коржинский, 1904, 1910а, б). Еще раньше в 1828 г. в Никитском ботаническом саду его директор Н.А. Гартвис (1792–1860) начал создавать на земле Магарачского урочища, принадлежавшей ботсаду, особое виноградарско-винодельческое заведение. Он организовал посадку значительного набора сортов винограда из числа признанных лучшими по испытаниям в ботаническом саду. Занимаясь селекционной работой, Н.А. Гартвис выводил новые сорта из семян, полученных путем естественного и искусственного опыления. К концу его деятельности «Магарач» (ныне Институт винограда и вина) был известным винодельческим учреждением, проводившим опытную работу по виноградарству и виноделию, обеспечивающим Крым и весь юг России лозами винограда и

обладавшим значительной, европейского масштаба, коллекцией сортов винограда. Плодоводы вероятно, вообще, являются пионерами применения гибридизации в целях селекции, так как ввиду ограниченности исходного материала с незапамятных времен использовали гибридизацию и отбор в расщепляющихся поколениях.

В Москве успешно работали с плодовыми редактор журнала «Садоводство», хозяин и директор первого в России акклиматизационного сада доктор А.К. Грелль (1891) и преподаватель Петровской земледельческой и лесной академии (позже МСХИ) садовод, овощевод, дендролог Р.И. Шредер (1822–1903), считавший, что выведение новых сортов, приспособленных к суровым климатическим условиям, является одной из важнейших задач, стоящих перед плодоводами средней и северной России (Шредер, 1929). В 50-е гг. XIX в. академик Императорской СПб АН, первый президент Российского общества садоводства и первый ректор Петровской земледельческой и лесной академии Н.И. Железнов (1816–1877) взял на себя руководство разведением хмеля в с. Гуслицы Московской губернии и внедрением новых немецких сортов, на основе которых был выведен сорт хмеля Гуслинский (Щербакова, 1979). В 1880 г. М.В. Рытов (1846–1920) организует для испытания с.-х. культур в Горы-Горечком земледельческом училище питомник, где создает знаменитый сорт комнатного огурца М.В. Рытова, поддерживаемый в культуре любителями до настоящего времени. Любопытно, что сорт получен из «клинского огурца», выведенного огородником Сальниковым в г. Клине Московской губернии. В открытом грунте последний также не выращивался (Вольногорский, 1901). При чем М.В. Рытов считал, что в развитии садоводства важны не отдельные сорта и культуры, а умение их выводить и возделывать.

Вероятно, цветоводы и садоводы были одними из первых гибридизаторов. В 1841 г. профессор Дерптского ун-та И.Ф.Шмальц писал: «Садовники давно уже делают большие успехи в преобразовании растений; они не представляют случайности оплодотворения цвета, но решительно содействуют в том природе, перенося на тонкой волосистой кисточке мужскую семенную пыль с одной раз-

новидности какого-нибудь растения на другую того же рода и таким образом производят искусственное оплодотворение для того, чтобы по воле своей сочетать различные породы и нередко с некоторой точностью предугадывают результаты подобного сочетания» (Шмальц, 1841. С. 17).

Таким образом, даже при беглом, очень поверхностном обзоре состояния селекции растений в России, в том числе и полевых культур, не подтверждаются представления аграрной историографии о Д.Л. Рудзинском как о первом российском селекционере. Вопрос об истоках рождения данного мифа выходит за рамки данной работы и представляет скорее культурологический интерес. Ниже ретроспективно остановимся на рассмотрении вопросов организационного и дисциплинарного становления селекции в России и роли Д.Л. Рудзинского в этих процессах, т. е. в строительстве «научной селекции» в России.

Дисциплинарное строительство. Вопрос дисциплинарного строительства селекции в России изучен слабо. Даже не ясно происхождение используемого в России самого термина «селекция», а не «сортводство», как в большинстве других европейских стран. По одной из гипотез название дисциплины произошло от несколько измененного польского названия сортов – «селекционный», перешедшего в польский язык из французского через немецкий (Серебровский, 1969). В то же время уже в руководстве А. Семполовского (1897) часто использовался термин «селекция» применительно к способу получения сортов, т. е. к отбору⁶. Однако часть селекционеров еще долго будут использовать термины «сортводство» и «селекция» как синонимы (см., например, руководство А. Стебута (1911), а руководители МОСХ и Д.Л. Рудзинский отдавали предпочтение термину «семеноводство» (Рудзинский, 1904; Опытная..., 1912). Более того, вероятно, использование последнего термина не случайно, так как именно семеноводство рассматривалось российскими

ми агрономами как основа поднятия сельского хозяйства, а селекция была эффективным средством для достижения этого. Несмотря на то что вопросы организационного и дисциплинарного становления селекции в России все чаще становятся предметом пристального рассмотрения (Elina, 2002; Коновалов, Пыльнев, 2003; Пухальский А.В., Пухальский В.А., 2003; Пухальский, 2004; Елина, 2005), роль Д.Л. Рудзинского до конца не ясна. Семеноводство же как отрасль сельского хозяйства рассматривается исследователями аграрной истории России еще более непоследовательно и однобоко – только начиная с работ П.И. Лисицына и ленинского декрета 1921 г. (см. например, Развитие... (2003) или юбилейный номер журнала «Селекция и семеноводство» за 1946 г.). В то же время именно селекционно-семеноводческие работы на границе веков представляли наибольший интерес для интенсивного развития аграрного сектора Российской Империи при переходе от натурального хозяйства к товарному (Бердышев, 1984). С этого момента все большее значение стали приобретать сортовые семена, становясь доходным «товаром», а семенное дело стало превращаться в самостоятельную отрасль сельского хозяйства. В связи с этим испытание и поиск наиболее пригодных для возделывания на определенных территориях сортов становятся одними из важнейших направлений в работах первых как частных, так и государственных российских опытных сельскохозяйственных учреждений: опытных полей, ферм и станций.

Заметим, что первым отечественным руководством по селекции сельскохозяйственных растений была сводка А. Семполовского (1897), опубликованная на 7 лет раньше сводки Д.Л. Рудзинского (1904). Последняя в основном отличалась изложением результатов переоткрытий законов Г. Менделя и отсутствием изложения практических достижений селекционеров на территории Российской Империи. Интересно заметить, что

⁶ В IV томе «Сельское хозяйство и обработка важнейших его продуктов» энциклопедии «Промышленность и техника», изданной в 1896 г., на странице 100 также находим использование термина «селекция» в смысле улучшение: «Влиянию селекции [улучшению – Н.Г.] растения поддаются более или менее легко...» (Промышленность..., 1896. С. 100). Термин употреблен только один раз, однако и термин «отбор» в данной статье также еще не популярен.

в переводе руководства директора Парижского Агрономического института Е. Рислера «Пшеница. Физиология и культура. Правила, которых следует придерживаться, если желают уменьшить стоимость производства пшеницы», вышедшем на девять лет ранее работы А. Семполовского, очень подробно приводятся основные достижения селекции пшеницы в Англии и Франции и даются подробные наставления по получению ее новых сортов отбором и посредством гибридизации (Рислер, 1888). В том числе подробно изложена методика кастрации пшеницы и искусственного опыления кастрированных цветков.

Как мы отмечали выше, Н.И. Вавилов (1965) связывал развитие селекции в России с переоткрытием законов Г. Менделя, одновременно считая, что «в основе селекции лежит учение о формообразовании и видообразовании в природе» (Вавилов, 1923. С. 1). Несомненно, что и генетика, и селекция, имеющие дело с наследственностью и изменчивостью, взаимопроникают отдельными своими частями, поэтому «извечный» для России вопрос, «что из них – чья основа» вряд ли имеет положительное решение. Селекция использует законы наследственности, вскрытые генетикой, генетика в свою очередь черпает в селекции данные для обобщения. В связи с этим вопрос о том, была ли генетика «матерью» селекции в России, требует специального скрупулезного исследования. Заметим, что указание на «менделизм» как на консолидирующее начало, которое помогло самоопределиться российским «сортоводам», имеет своих сторонников (Елина, 2005). Парадокс, но А.А. Сапегин, единственный из выдающихся российских селекционеров занимавшийся профессионально генетикой, был «отборщиком». Более того, он не создал ни одного сорта с использованием гибридизации.

Вопрос о роли дарвинизма как консолидирующего начала для российских селекционеров также требует специального рассмотрения. Ч. Дарвин своими сочинениями прочно ввел в умы понятие об изменчивости в органическом мире (Дарвин, 1939; 1941), что вызвало широкий отклик, в том числе и в виде массового увлечения занятиями селекцией «на научных основах» (Стебут, 1909). Кроме того, Ч. Дарвин, собрав исчер-

пывающую информацию, ввел в научный оборот практически все успешные примеры занятия селекцией, продемонстрировав, таким образом, возможность практического использования эволюционного учения. В данном контексте и вековой опыт селекции растений в Европе вполне мог послужить «третьей основой» дисциплинарного строительства селекции в России. По мнению В.В. Колкунова, на начало XX в. пришлось изменение подхода земледельцев к возделываемому растению: если раньше главное внимание они уделяли условиям для их успешного роста и развития, то теперь они стали пытаться изменить само растение (Колкунов, 1911).

Российские агрономы в начале прошлого века активно проводили многочисленные съезды и совещания, на которых обсуждались злободневные вопросы развития сельскохозяйственного опытного дела, в том числе и проблемы становления селекции. Хотя первый «чисто» селекционный съезд состоялся в Харькове только в 1911 г., это был «съезд победителей». На нем констатировали завершение дисциплинарного строительства селекции в стране, он пришелся на начало организационного строительства. Ко времени его проведения уже работали специализированные селекционные станции в Харькове и Юрьеве (Справочник..., 1912), Виннице и Ревеле (Список..., 1915), селекционные отделы при некоторых опытных сельскохозяйственных станциях (Стебут, 1911) и с 1908 г. издавались «Труды по прикладной ботанике», признанные в 1912 г. областным съездом по селекции «центральным научным органом по селекции» (Регель, 1915. С. 352). В то же время необходимость организации кафедр селекции для целенаправленной подготовки специалистов по селекции все еще обсуждалась (Колкунов, 1911). И только в 1913 г. С.И. Жегалов впервые в России на частных Высших женских Голицынских сельскохозяйственных курсах приступит к чтению лекций по генетике и селекции сельскохозяйственных растений (Сб. трудов..., 1929).

Организационное строительство. Рассмотрение этого вопроса нам бы хотелось начать с цитаты почти 100-летней давности, принадлежащей одному из активных участников дисциплинарного становления селек-

ции в России В.В. Винеру: «П.В. Будрину принадлежит заслуга возбуждения вопроса об устройстве в России селекционных учреждений, так же как Д.Л. Рудзинскому принадлежит заслуга пионера в осуществлении этой идеи, несмотря на самые тяжелые условия. Справка эта нам нужна главным образом для освещения “исторической перспективы” в данном вопросе» (Винер, 1911. С. 291). Профессор П.В. Будрин (1857–1939) уже будучи директором Харьковской селекционной станции (организованной губернским земством и Харьковским обществом сельского хозяйства и открытой в 1908 г.), был председателем комиссии по организации селекционных опытных станций на Всероссийском совещании по опытному делу (Журнал..., 1909). В 1908 г. на этом совещании был разработан и внесен в Государственную Думу законопроект «О насаждении сельскохозяйственных опытных учреждений», который затем в 1912 г. с доработками и уточнениями утверждается и высочайше подписывается. Закон предписывал всем областным учреждениям государственной опытной сети «создавать селекционные отделы».

Д.Л. Рудзинский, несомненно, был среди первых ученых, которые начинали организационное строительство селекции как отдельной отрасли растениеводства. На первом съезде по сельскохозяйственному опытному делу было принято решение о настоятельной необходимости изучения сортов русских пшениц и пивоваренного ячменя и устройства для этих целей не менее двух специальных станций (Труды Первого съезда..., 1902). В связи с этим он полагал, что «2-й съезд не остановится на полпути и пойдет дальше, включив в число задач этих станций и улучшение сортов» (Рудзинский, 1903. С. 12). Однако только благодаря активной поддержке председательствовавшего на съездах Председателя Ученого комитета МГИИЗ

проф. И.А. Стебута вопрос о желательности иметь такую станцию был внесен в решения 2-го съезда. С 1902 г. в Бюро по прикладной ботанике (СПб) появилась возможность целенаправленного планомерного изучения и описания «русских культурных растений и сравнения их с иностранными» (Регель, 1915. С. 327), и вопрос об открытии специальных станций для их изучения был снят с повестки дня. Открытие селекционных станций затянулось. Заметим, что уже на некоторых ранее организованных сельскохозяйственных опытных станциях велись селекционные работы. Например, на организованной в 1895 г. Вятской земской сельскохозяйственной опытной станции в течение нескольких лет отборы по весу, форме зерна, а затем дважды по величине колоса в 1900 г. создали знаменитый сорт озимой ржи Вятка. В то же время селекционеры привисленского края, являясь сотрудниками уже активно работавших частных опытных станций и частных семенных хозяйств, дистанцировались от участия в организации государственных селекционных учреждений в стране. Их дистанцирование, первая мировая война и последовавшая затем революция, приведшие к потере Россией большинства этих территорий, вероятно, являются основными причинами, по которым успехи селекции в данном регионе выпали из поля зрения отечественных аграрных историографов.

С 1 января 1913 г. Семенную селекционную станцию при МСХИ оформляют официально и принимают на государственный счет⁷, а Д.Л. Рудзинского назначают ее заведующим. В 1914 г. Д.Л. Рудзинского призывают в армию. «Начавшаяся в 1914 г. мировая война оторвала меня от селекционной станции на 2 года, – писал он позже, – при мобилизации меня зачислили в Вологодскую ополченскую дружину, а оттуда послали на Варшавский фронт» (Цит. по: Бала-

⁷ Использование в публикациях различных дат основания селекционной станции МСХИ обусловлено сложностями на пути ее становления. Первые средства, как мы отмечали выше, для проведения «селекционного посева» были выделены в 1903 г. В.Р. Вильямсом. Частичное финансирование работ по селекции с 1909 г. осуществлялось Главным управлением землеустройства и земледелия. В этом же 1909 г. появился первый практикант по селекции – С.И. Жегалов (1881–1927), занимавшийся селекцией ржи (Жегалов, 1914). В это же время Совет профессоров МСХИ частично выделяет деньги на строительство помещений будущей станции. Интересно, что все постройки и схема организации полей селекционной станции МСХИ представляют собой точную копию Свалефской станции. Первый опубликованный официальный отчет о работе станции также помечен 1913 г. (Отчет, 1914), т. е. несомненно, что станция была официально открыта в соответствии с Высочайшим Указом 1912 г.

шев, 1946. С. 68). До 1917 г. его замещает С.И. Жегалов, а с марта 1922 г. после отъезда Д.Л. Рудзинского в Латвию и.о. зав. станцией на непродолжительное время становится Л.И. Говоров (1885–1941), в 1915–1921 гг. работавший заместителем заведующего станцией. В 1932 г. селекционная станция ТСХА вошла в состав Московского селекцентра, перестав существовать как отдельное научно-исследовательское учреждение. Штат ее сотрудников, оборудование и материал были переданы в это учреждение (ныне это НИИСХ ЦНЗ, пос. Немчиновка Московской обл.). В 1948 г. селекционная станция будет восстановлена в структуре ТСХА, но уже как учебное подразделение академии (Горин, Приезжев, 1965). Таким образом, беглое рассмотрение положения с селекцией растений в Российской Империи позволяет сделать вывод о том, что Д.Л. Рудзинский не был ее «отцом-одиночкой», как может сложиться о том первое впечатление. Однако его личный вклад, несомненно, значителен: его деятельность была первым примером организационной селекции и связана с целенаправленной подготовкой кадров селекционеров. Среди его учеников – С.И. Жегалов, П.И. Лисицын, А.Г. Лорх, В.Е. Писарев, Л.И. Говоров и ряд других выдающихся отечественных селекционеров. Посеянные им семена организационной селекции легли на благодатную подготовленную почву, которую готовили долго и кропотливо множество неравнодушных людей.

Вместо заключения. 9 июня 2012 г. исполнится 100 лет Высочайшему Указу «О насаждении сельскохозяйственных опытных учреждений», завершившему многолетнее дисциплинарное и организационное строительство селекции растений в России. В соответствии с этим Указом, законодательно закрепившим становление селекции как отдельной отрасли растениеводства, в стране была развернута сеть государственных селекционных учреждений. Заметим, что существует реальная возможность введения профессионального праздника «День селекционера» в день подписания Указа. К 1914 г. в соответствии с этим Указом в России откры-

лось 12 специализированных селекционных станций, еще 30 опытных станций и полей имели отделы селекции или занимались селекцией (Елина, 1997. С. 62). Первая мировая война и годы гражданской войны затормозили развитие селекционной работы в стране, широко развернутой только при советской власти, весьма удачно организовавшей в 1921 г. государственную систему семеноводства «Госсемкультуру». Такая организация семеноводства «как государственного дела» «вытянула» и селекционную работу. И это при том, что за годы гражданской войны и разрухи страна потеряла практически весь сортовой материал⁸. Для восстановления разрушенного сельского хозяйства стране необходимы были новые высокопродуктивные сорта. И организатор Шатиловской госсемкультуры (позже и Шатиловского овсяного треста) П.И. Лисицын (1877–1948), и Омской – проф. В.В. Таланов (1871–1936), и Саратовского «Госсемтреста» Г.К. Мейстер (1878–1943), и Северо-Западной госсемкультуры В.Е. Писарев (1882–1972) были выдающимися селекционерами. В 1925–1927 гг. еще один селекционер Л.И. Говоров организует и руководит Степной госсемкультурой в Воронежской обл. (Макашева, 1994). В структуру «Госсемкультуры» попадают не только успешно функционирующие областные станции, но и бывшие помещичьи «семеноводческие» хозяйства. Например, на территории усадьбы выдающегося селекционера картофеля Н.Я. Никитинского (1855–1912) организуется семхоз «Костино» Рязанского губернского семенного треста (Леонов, 1992).

В 1922 г. проф. В.В. Таланов создает Бюро по введению и распространению новых сортов полевых растений Наркомзема и Американского комитета помощи «Джойнт» (Гончаров, 2002). Бюро стало третьей составляющей единой государственной системы «сорт–семена–госприемка». В 1925 г. Бюро несколько изменяет свою деятельность, полностью принимается на государственное финансирование и реорганизуется в Бюро по сортоиспытанию и районированию сортов при Государ-

⁸ Позже сортовой материал частично восстанавливался. Например, Л.И. Ковалевским (1937) были восстановлены выведенные до революции сорта мягкой пшеницы Немерчинской станции Триумф Подколи (var. *ferrugineum*) и Банатка юбилейная (var. *erythrospermum*).

ственном институте опытной агрономии (позже в Госсортосеть).

Госсортосеть организовали, осталось дело за малым – повышением эффективности селекции растений в стране. Этим занялась реорганизованная в 1935 г. ВАСХНИЛ (Культура пшеницы, 1936). Первоначально в составе созданной в 1929 г. ВАСХНИЛ не было ни одного чисто селекционного института, только Институт кукурузы (г. Пятигорск) и Институт прикладной ботаники и новых культур (г. Ленинград) имели селекционные отделы. Однако уже в течение следующих двух лет (1930–1931) создаются институты лубяных, масличных культур, льна и конопли, лесокультур, садоводства и ряд других. Во многих из них селекционные отделы также не были профильными. Селекция же в стране велась на сельскохозяйственных, селекционных и опытных станциях. Согласно постановлению СНК СССР от 29 июня 1937 г. это существующее положение дел было закреплено законодательно вторично: на базе опытных станций была организована сеть Государственных селекционных станций, находившаяся в подчинении Главного сортового управления Народного Комиссариата Земледелия СССР (Пухальский, 2004). Однако это уже другая история, выходящая за рамки рассматриваемого вопроса.

Благодарности

Считаем своим приятным долгом поблагодарить к.б.н. С.Г. Вепрева, к.х.н. С.И. Ошевского, С.Э. Смоленскую (ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск) и к.б.н. О.Ю. Елину (ИИЕиТ РАН, г. Москва) за полезное обсуждение, а также сотрудников ЦНСХБ СО РАСХН (п. Краснообск, зав. Т.Н. Мельникова) и библиотеки ИЦиГ СО РАН (зав. Г.И. Исаева) за помощь, оказанную при подготовке данной работы.

Литература

- Балашев Л.Л. Профессор Д.Л. Рудзинский // Селекция и семеноводство. 1946. С. 66–69. (Юбилейный выпуск, посвященный 25-летию советского семеноводства, 1921–1946).
- Баталин А. Е.А. Грачев // Земледельческая газета. 1877. № 52. С. 825–827.
- Бердышев А.П. Организация селекционно-семеноводческой работы в России // Бердышев А.П. От дикорастущих растений до культурной флоры. М.: Наука, 1984. С. 120–150.
- Бердышев А.П. Андрей Тимофеевич Болотов – выдающийся деятель науки и культуры, 1738–1833. М.: Наука, 1988. 320 с.
- Бердышев Г.Д., Сипливинский В.Н. Первый сибирский профессор ботаники Коржинский: к 100-летию со дня рождения. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1961. 88 с.
- Бечюс К.М., Марков Х.Н. Пионер селекции. Вильнюс: Минтис, 1966. 152 с.
- Бородин И.П. Очерки по вопросам оплодотворения в растительном царстве. СПб: Тип. Скороходова, 1903. 48 с.
- Вавилов Н.И. Новейшие успехи в области теории селекции // Вавилов Н.И., Дояренко А.Г., Кольцов Н.К., Пряничников Д.Н., Самойлов Я.В., Худяков Н.Н. Новое в агрономии. Лекции на областных курсах для агрономов 15–30. XII. 1922 г., устроенных Московской областной сельскохозяйственной опытной станцией совместно с Всероссийским обществом агрономов и Московским земельным управлением. М.: Кооперативное изд-во, 1923. С. 1–16.
- Вавилов Н.И. Критический обзор современного состояния генетической теории селекции растений и животных // Избр. тр. Т. 5. Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции растений и агрономии. М.; Л.: Наука, 1965. С. 406–428.
- Васильченко И.Т. Иван Владимирович Мичурин. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 407 с.
- Винер В.В. О разделении селекционных работ по районам // Труды 1-го съезда деятелей по селекции сельскохозяйственных растений. Харьков, 1911. Вып. 2. С. 290–301.
- Вольногорский П. Растения – друзья человека. Вып. 2. Овощи. М.: Изд-е К.И. Тихомирова, 1901. С. 39.
- Говоров Л.И. Главнейшие практические результаты работ селекционной станции при Тимирязевской (Петровской) сельскохозяйственной академии: описание селекционных сортов. Л.: Новая деревня, 1924. 68 с.
- Гончаров Н.П. Организатор системы государственного сортоиспытания и выдающийся селекционер (130 лет со дня рождения В.В. Таланова) // Информ. вестник ВОГиС. 2002. № 20. С. 6–13.
- Горин А.П., Приезжев Г.В. Тимирязевская академия – колыбель отечественной селекции // Изв. ТСХА. 1965. Вып. 5/6. С. 162–185.
- Грелль А.К. Доходное плодоводство. Курсы промышленного плодоводства и огородничества, читаемые в различных пунктах России Александром Кондратьевичем Грелль, владельцем

- и директором первого и единственного в России акклиматизационного сада, устроенного в Москве. 3-е изд. М.: М.И. Грелль, 1891. 167 с.
- Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора // Собр. соч.: В 12 т. Т. 3. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. С. 1–678.
- Дарвин Ч. Изменение животных и растений в домашнем состоянии. М.; Л.: Сельхозгиз, 1941. 620 с.
- Елина О.Ю. Сельскохозяйственные опытные станции в начале 1920-х гг.: Советский вариант реформы // На переломе: Советская биология в 20–30-х годах / Под ред. Э.И. Колчинского. СПб, 1997. Вып. 1. С. 27–85.
- Елина О.Ю. От развлечений аристократов до декретов большевиков: веги российской селекции, конец XIX в. – 1920-е гг. // На переломе / Под ред. Э.И. Колчинского. СПб, 2005. Вып. 3. (В печати).
- Заленский Э.Ю. Руководство к устройству сравнительных опытов с различными породами сахарной свеклы: Пер. с польск. Р. Вещицкого. Киев: Семенное хозяйство К. Бушинский и М. Лонжинский в Немерче, 1907. 30 с.
- Жегалов С. Материалы по селекции ржи в 1909–1913 гг. // Труды опытных станций при МСХИ. Селекционная станция / Под ред. Д.Л. Рудзинского. М.: Типолит. Кушнерева, 1914. Вып. 2. 43 с.
- Журнал Комиссии по организации селекционных опытных учреждений под председательством П.В. Будрина // Тр. совещания по организации сельскохозяйственного опытного дела в России, происходившего при Главном управлении землеустройства и земледелия с 14 по 20 ноября 1908 года. СПб: Типо-литография М.П. Фроловой, 1909. С. 315.
- Ковалевский Л.И. [Выступление на сессии] // Достижения советской селекции (Работы IV сессии 19–26 декабря 1936 г.). М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1937. С. 24–33.
- Колкунов В.В. К вопросу об организации селекционных станций и учреждении кафедр по селекции // Тр. Первого Всероссийского съезда деятелей по селекции сельскохозяйственных растений, семеноводству и распространению семенного материала 10–15 января в г. Харькове. Харьков, 1911. Вып. II. С. 159–166.
- Компанеец М. Рудзинский Дионисий Леопольдович // Ученые агрономы России. Из истории агрономической науки. Кн. 2. М.: Колос, 1976а. С. 118–125.
- Компанеец М. Шехурдин Александр Павлович // Ученые агрономы России. Из истории агрономической науки. Кн. 2. М.: Колос, 1976б. С. 127–137.
- Коновалов Ю.Б., Пыльнев В.В. 100 лет селекционной станции им. П.И. Лисицына Тимирязевской академии – 100 лет российской селекции // Изв. ТСХА. 2003. Вып. 4. С. 153–163.
- Коржинский С.И. Ампеллография Крыма. Описание сортов винограда, разводимых в Крыму. СПб, 1904. Т. 1. 132 с.; Т. 2. 323 с.
- Коржинский С. Ампеллография Крыма. Описание сортов винограда, разводимых в Крыму. I. Общая часть // Тр. Бюро по прикл. бот. 1910а. Т. 3, № 9/10.
- Коржинский С. Ампеллография Крыма. Описание сортов винограда, разводимых в Крыму. II. Описание сортов // Тр. Бюро по прикл. бот. 1910б. Т. 4, № 8–10.
- Культура пшеницы // Материалы 2-й сессии Академии с.-х. наук им. В.И. Ленина. М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1936. 188 с. (Труды ВАСХНИЛ. Вып. 8).
- Леонов Ю. «Картофель – второй хлеб России» // Сеятели и хранители. Кн. 1. М.: Современник, 1992. С. 213–236.
- Лорх А.Г. Картофельная селекция и семеноводство в Московской области. М.: Новая деревня, 1923. 44 с.
- Макашева Р.Х. Леонид Ипатьевич Говоров // Соратники Николая Ивановича Вавилова: Исследователи генофонда растений. СПб: ВИР, 1994. С. 137–148.
- Материалы конференции, посвященной 100-летию научной селекции в России (Москва 9–11 декабря 2003 г.). М.: Изд-во МСХА, 2003. 204 с.
- Мордвинкина А.И. Селекция овса // Теоретические основы селекции. Частная селекция зерновых и кормовых культур. М.; Л.: ГИЗ колх. и совх. лит-ры, 1935. Т. 2. С. 336–378.
- Новиков С. «Не все всходит, что посеется...» // Сеятели и хранители. Кн. 1. М.: Современник, 1992. С. 10–96.
- Опытная станция по семеноводству при Московском сельскохозяйственном институте // Справочник по сельскохозяйственным опытным учреждениям России. М., 1912. С. 16–18.
- Отчет о деятельности станции за 1913 г. / Под ред. Д.Л. Рудзинского. М.: Тип. т-ва И.Н. Кушнеров и К°, 1914. 123 с. (МСХИ. Селекционная станция № 4).
- Промышленность и техника. Сельское хозяйство и обработка важнейших его продуктов. СПб: Т-во «Просвещение», 1896. Т. IV. С. 100.
- Пухальский А.В. Роль Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина и ее головных институтов в развитии научной селекции сельскохозяйственных культур // С.-х. биология. 2004. № 3. С. 16–25.
- Пухальский А.В., Пухальский В.А. К 100-летию научной селекции растений в России // Селекция и семеноводство. 2003. № 2. С. 16–32.

- Развитие научных идей академика Петра Ивановича Лисицына: Сб. трудов. М.: ВНИИМП, 2003. 427 с.
- Рамих Ф.Х. Плодовитая озимая рожь // Земледельческая газета. 1849. № 42. С. 412–413.
- Регель Р. Регель Эдуард Людвигович // Императорский С.-Петербургский ботанический сад за 200 лет его существования (1713–1913): Юбилейное изд. Пг.: Тип. “Дело”, 1913 (1915). Ч. 3. С. 128–132.
- Регель Р.Э. Организация и деятельность Бюро по прикл. ботанике за первое двадцатилетие его существования (27 окт. 1894 – 27 окт. 1915) // Тр. Бюро по прикл. ботанике. 1915. Т. 8, № 4/5. С. 327–723. № 12. С. 1465–1637.
- Рислер Е. Пшеница. Физиология и культура. Правила, которых следует придерживаться, если желают уменьшить стоимость производства пшеницы. СПб: Издание А.Ф. Девриена, 1888. 151 с.
- Рудзинский Д.Л. Нужны ли у нас селекционные семенные станции? // Вестник сельского хозяйства. 1903. № 1. С. 11–12. № 2. С. 8–10.
- Рудзинский Д.Л. Лекции по вопросам теории и практического семеноводства. М.: Тип. Сомовой, 1904. 128 с.
- Рудзинский Д.Л. О селекционных семенных станциях Западной Европы и об организации таковых в России // Тр. Второго съезда деятелей по опытному делу в Санкт-Петербурге с 14 по 20 декабря 1902 г. Ч. 2. Протоколы заседаний съезда с приложениями некоторых докладов и сообщений. СПб., 1905. С. 12–52.
- Рудзинский Д.Л. Воспоминания селекционера // Селекция и семеноводство. 1947. № 11. С. 12–15.
- Сборник трудов Селекционной станции Тимирязевской сельскохозяйственной академии, посвященный памяти профессора С.И. Жегалова, 1929.
- Семполовский А. Руководство к разведению семян и улучшению возделываемых растений. СПб: Имп. Вольн. Эконом. О-во, 1897. 200 с.
- Серебровский А.С. Селекция животных и растений. М.: Колос, 1969. 295 с.
- Список сельскохозяйственных опытных и контрольных учреждений. К 1 января 1915 года. Пг: Типо-литография М.П.Фроловой, 1915. 25 с.
- Справочник по сельскохозяйственным опытным учреждениям России. М.: Тип. О.Л. Сомовой, 1912. 372 с.
- Стебут А.И. Мутационизм и дарвинизм в сортоводном деле // Журнал опытной агрономии. 1909. Т. 10. С. 142–184.
- Стебут А. Сортоводство (селекция с.-х. растений). Харьков: Изд. Южно-русской с.-х. газеты, 1911. 220 с.
- Таланов В.В. Западно-Сибирская областная селекционная станция имени Н.Л. Скалозубова, Госсеменоводство Зап. Сибири и достигнутые ими результаты // Селекция и семеноводство в СССР. М., 1923. С. 132–159.
- Труды Первого съезда деятелей по с.-х. опытному делу в С.-Петербурге с 13 по 19 декабря 1901 года. СПб.: Тип. Киртбаума, 1902. 233 с.
- Щербакова А.А. История ботаники в России до 60-х гг. XIX в. (додарвиновский период). Новосибирск: Наука, 1979. 368 с.
- Шмальц И.Ф. Теория возделывания растений // Журн. с.-х. и овцеводства. 1841. № 4. С. 1–42.
- Шредер Р.И. Русский огород, питомник и плодовый сад. Изд. 10-е. М., 1929.
- Якубцинер М.М. К истории культуры пшеницы в СССР // Материалы по истории земледелия СССР. М.; Л.: Наука, 1956. С. 16–169.
- Elina O.Yu. Dionisy Rudzinsky, the Plant breeding station at the Moscow agricultural academy, and its contacts with Svalöf, 1900–1917 // Sveriges Utsädesförenings Tidskrift. 1997. V. 12. P. 225–234.
- Elina O. Planting seeds for the revolution: the rise of Russian agricultural science // Sci. Context. 2002. V. 15, 2. P. 209–237.
- Kostecki J., Wolski T. Winter-wheat breeding in Poland // Euphytica. 1963. V. 12. P. 81–89.

СИБИРСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ИСТОРИЯ, ТРАДИЦИИ, РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

И.Ф. Храмцов

Сибирский НИИ сельского хозяйства СО РАСХН, Омск, e-mail: sibniishoz@bk.ru

В начале нового столетия, в 2003 г. сибирская аграрная наука отметила свое 175-летие. Сибирский НИИ сельского хозяйства является прямым наследником первопроходцев сельскохозяйственного опытного дела.

В 1828 г. вблизи г. Омска на полях нынешнего ОПХ «Омское» СибНИИСХ был создан Казачий опытный хутор – первое научное учреждение аграрного профиля в Сибири. Закладка первых опытов на Казачьем опытном хуторе связана с именами двух молодых агрономов, успешно закончивших обучение в земледельческой школе Московского общества сельского хозяйства, Петра Щербакова и Осипа Обухова.

Конечно, создание такого хутора в Сибири не было случайностью, оно диктовалось необходимостью испытания и разведения сельскохозяйственных культур, способных эффективно произрастать в неосвоенном крае: людям было необходимо надежное производство продуктов питания, лошадям и другим домашним животным – корм. В 1831 г. хутор располагал домом для конторы и смотрителя, а также надворными постройками, садом, парниками, небольшим стадом овец. Для начала в распоряжении пионеров сибирского сельскохозяйственного опытничества имелись семена нескольких сортов пшеницы, а также ячменя, табака и ряда овощных культур. С 1832 г. на хуторе приступили к коннозаводству и разведению тонкорунных овец. Племенные овцы впоследствии поставлялись на овчарные заводы всей Сибири.

Омские «опытники» подали пример сибирякам, дальневосточникам. Сельскохозяйственная сибирская наука пустила ростки в различных точках региона, от Урала до Кам-

чатки стали создаваться опытные хозяйства и земледельческие компании.

В 1849 г. Казачий опытный хутор переименовывается в Атаманский хутор. В 1853 г. создается Омское опытное поле местного управления Министерства государственных имуществ. Организуются образцовая животноводческая ферма и сельскохозяйственная школа. В 1887 г. на опытном поле проводятся «пробные посевы» и испытание сельскохозяйственных машин. К 1890 г. здесь приступают к сортоизучению и разработке агротехнических приемов. Как видим, наши предки еще в позапрошлом веке заложили те принципы, формы, образцы работы, которые мы и сегодня используем и развиваем.

В 1894 г. образуется комплексное опытное поле с сетью лесных питомников, плодоводством и всеми функциями опытного учреждения.

В 1912 г. Омская сельскохозяйственная школа преобразуется в среднее сельскохозяйственное училище.

В 1918 г. в Омск приезжает профессор В.В. Таланов. Крупный ученый-селекционер, он сразу же поставил вопрос о необходимости создания специальной селекционной станции в сибирских условиях. Проявив незаурядные организаторские способности, приложив всю свою энергию, В.В. Таланов в том же году закончил организацию станции.

В то время в Омске независимо функционировали три научных структуры: опытное поле, областная опытная станция им. Н.Л. Скалозубова и областная машиноиспытательная станция. Для объединения творческих усилий ученых аграрного профиля, повышения эффективности их работы

в 1924 г. эти учреждения соединяются в комплексную областную сельскохозяйственную опытную станцию с шестью отделами. Отдел земледелия возглавил А.В. Федоровский, селекции – В.Р. Берг, животноводства – А.И. Мирославов, машиноиспытания – С.В. Башкиров, экономики – И.Н. Скорняков и фитопатологических исследований – В.С. Данченко. Кроме того, в 1927 г. дополнительно организуется отдел крестьян-опытников под руководством А.В. Ребрина.

Реорганизация продолжается и в 1931 г. в Омске создается зональная зерновая опытная станция Зернотреста. А в 1933 г. Совнарком СССР принимает постановление об организации в Омске Сибирского научно-исследовательского института зернового хозяйства (СибНИИЗХ) на основе ранее действовавшей сельскохозяйственной опытной станции. При этом было учтено, что в Омске уже имелись крупные специалисты по главнейшим направлениям аграрной науки. Кроме того, для работы в институте были привлечены способные, опытные научные работники из других регионов страны. Значительно расширилась география деятельности СибНИИЗХ, поскольку он в то время являлся единственным научным учреждением такого масштаба в Западной и Восточной Сибири.

В 1940 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 1 февраля СибНИИЗХ награжден орденом Трудового Красного Знамени за достижения в научной деятельности. Во время Великой Отечественной войны в СибНИИЗХ в эвакуации находился президиум ВАСХНИЛ во главе с академиком Т.Д. Лысенко.

С 1947 г. в институте функционирует аспирантура, которая за годы своей работы дала Сибири сотни подготовленных ученых, многие десятки кандидатов и докторов наук. Институт считается кузницей научных кадров высшей квалификации, выпускники аспирантуры СибНИИЗХ работают во многих научно-исследовательских учреждениях страны, некоторые из них возглавляли и возглавляют в настоящее время крупнейшие научные центры. Упомянем сибниисховцев – академиков и чл.-кор. ВАСХНИЛ (РАСХН): Н.В. Цицина, А.Н. Каштанова, П.Л. Гончарова, Н.З. Милащенко, Н.В. Краснощекова, Г.П. Гамзикова, В.А. Домрачева, К.Г. Азиева, В.А. Зыкина, Р.И. Рутца.

С 1956 г. в состав института включены Омская областная станция животноводства и Омская плодово-ягодная станция. Институт получил новое название, которое носит по настоящее время: Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (СибНИИСХ). С учетом наличия опытных кадров по многим научным специальностям аграрного профиля в течение многих лет наш институт осуществлял научно-методическое руководство всеми сельскохозяйственными опытными станциями Сибири.

В 1964 г. при институте организовано первое в аграрных научных учреждениях Сибири хозрасчетное опытно-конструкторское бюро.

В 1969 г. Совет Министров СССР организует Сибирское отделение ВАСХНИЛ и включает в его состав СибНИИСХ.

Важной вехой в истории института стал 1970-й г., когда на базе его селекционных и исследовательских подразделений организуется селекционный центр, который является одним из крупнейших и успешно работающих в масштабах Сибири и страны. Много сил в становление и развитие селекцентра, организацию комплексных исследований по селекции и семеноводству с привлечением ученых смежных дисциплин – генетики, физиологии и биохимии растений, качества зерна, иммунитета – вложено чл.-кор. РАСХН К.Г. Азиевым. Именно комплексность исследований позволила добиться ощутимых результатов и вывести селекцентр СибНИИСХ на ведущие позиции в стране.

В 1980 г. Совет Министров РСФСР принимает постановление о создании Сибирского научно-производственного объединения «Колос» – первого в регионе подобного объединения. В состав НПО вошли СибНИИСХоз, Тарская сельскохозяйственная опытная станция (организована в 1935 г.), Опытно-конструкторское бюро и четыре опытно-производственных хозяйства, расположенных в различных природных зонах Омской области: «Боевое» Исилькульского района, «Омское» Омского района, «Новоуральское» Таврического и им. М.В. Фрунзе Тарского района. В качестве основных задач перед руководством НПО были поставлены:

- выведение новых сортов сельскохозяйственных культур;
- разработка научно обоснованных техноло-

- гий и систем ведения сельского хозяйства;
- разработка на эталонных хозяйствах и реализация комплексных программ;
- совершенствование средств механизации в селекции, семеноводстве, земледелии, животноводстве и кормопроизводстве;
- внедрение достижений науки и передового опыта в сельскохозяйственное производство.

В эти годы координирующая научно-методическая деятельность НПО «Колос» по вопросам зернового хозяйства распространялась на территорию от Урала до Дальнего Востока.

В 1982 г. за разработку и внедрение комплекса агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий по увеличению производства и продажи государству высококачественного зерна пшеницы в Омской области присуждена премия СМ СССР участникам этих работ: Н.З. Милащенко, С.С. Синицыну, Б.С. Кошелеву, А.Ф. Неклюдову, А.Р. Макарову, Ю.В. Колмакову, В.С. Веревкину, И.Я. Архипову. В 1986 г. лауреатом Государственной премии СССР за разработку методов селекции и создание раннеспелых гибридов кукурузы в составе творческой группы «Север» стал В.С. Ильин.

В настоящее время СибНИИСХ представляет собой государственное научно-исследовательское учреждение, в котором функционируют пять научных отделов: селекции (селекционный центр), земледелия, животноводства, механизации и экономики сельского хозяйства, а также Тарская сельскохозяйственная опытная станция (п. Тара Омской обл.), решающая научные вопросы северного земледелия. В СибНИИСХ также входят опытно-конструкторское бюро (ОКБ) и четыре опытно-производственных хозяйства. ОПХ и ОКБ служат основной научно-производственной и экспериментальной базой СибНИИСХ.

Тематика научно-исследовательских работ в институте и на Тарской СХОС определяется, прежде всего:

- программой «Фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития АПК РФ на 2001–2005 гг.»;
- проектом Федеральной целевой научно-технической программы Миннауки РФ 2001–2003 гг.;
- программой поисковых фундаментальных

исследований, выполняемых через центр научного поиска СО РАСХН (2001–2003 гг.);

- программой методических исследований «Лидер», выполняемых членами академии (РАСХН) (2001–2005 гг.);
- договорами с Главным управлением сельского хозяйства администрации Омской области.

При выполнении научных программ институт сотрудничает с коллегами по региону Западной Сибири: ОмГАУ, АНИИЗиС, Кемеровским НИИСХ, СибНИИРС, а также ВИР, ВИЗР, Татарским НИИСХ, КурганНИИСХ, ЮжУралНИИПОК, УралНИИСХ и рядом других научных учреждений, в том числе из ближнего и дальнего зарубежья (Казахстан, Белоруссия, Украина, Мексика, Перу).

Большое внимание уделяется выполнению заказов Министерства сельского хозяйства и продовольствия администрации Омской области, ежегодно выполняется 15–20 договоров по тематике областного значения.

В настоящее время в основных зерносеющих районах Сибири возделываются лучшие новые сорта института по яровой мягкой и твердой пшенице, ячменю и овсу, просу, гороху и озимой ржи, которые только в Омской области занимают площадь около 1,5 млн га, или 75 % от общей площади посева зерновых. При этом наилучшие результаты достигаются хозяйствами, применяющими технологические рекомендации СибНИИСХ. Такие рекомендации разработаны и апробированы для всех природных зон области и культур. Они учитывают и современные реалии села, а именно – необходимость достигать высокой продуктивности и качества с минимальными затратами энергоресурсов при сохранении плодородия почв и соблюдении экологических требований.

Широка география возделываемых сортов СибНИИСХ в Уральском, Западно-Сибирском, Восточно-Сибирском регионах и в странах ближнего зарубежья, которые занимают площадь более 8 млн га. Сегодня в Госреестр селекционных достижений РФ включено 82 сорта 13 культур, в том числе по зерновым культурам 35 сортов. Наличие такого числа новых высокопродуктивных сортов позволяет товаропроизводителям рационально оперировать сочетанием культур и сортов, поскольку для стабилизации зернового производст-

ва необходима регулярная сортосмена. Институтом для этой цели ежегодно производится 300–400 т оригинальных семян новейших сортов более чем по 30 позициям. Опыт-но-производственными хозяйствами института производится ежегодно 12–15 тыс. т семян зерновых культур высших репродукций. Кроме того, в работе по распространению новых сортов задействованы базовые хозяйства региона, которые в своих почвенно-климатических зонах на договорных началах с институтом обеспечивают хозяйства и фермеров семенами 1–3 репродукций.

Приведу некоторые результаты исследований по другим направлениям работы за 2001–2004 гг. Учеными-земледелами института усовершенствована система повышения плодородия почв с применением минеральных, органических удобрений на фоне применения средств химизации в сочетании с ресурсосберегающими технологиями обработки почвы. По кормопроизводству разработаны способы формирования агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур на сенаж и силос. По животноводству сформирован и утвержден новый зональный сибирский тип красного степного скота, уточнена структура рационов кормления молодняка и молочных коров с использованием новых культур (козлятник, горец забайкальский и др.). По экономике разработаны основные научно обоснованные параметры долгосрочного развития сельскохозяйственного производства Омской области до 2010 г. по основным видам продукции, определены направления по улучшению технологии работы и использованию передовых методов в экономическом обосновании принимаемых решений. По разработкам механизации процессов земледелия, селекции и семеноводства получено три патента на изобретения, подано две заявки на изобретения и получено три положительных решения.

В настоящее время научные исследования в Институте выполняют 108 научных сотрудников, в том числе 15 докторов наук (из них 1 академик, 3 члена-корреспондента, 6 профессоров, два «Заслуженных деятеля науки»), 47 кандидатов наук. Защищено 5 докторских и 9 кандидатских диссертаций, учатся в очной аспирантуре 25, заочно – 7 человек.

В 2001–2004 гг. сотрудниками Института издано 12 монографий, более 20 рекомендаций, опубликовано 982 научные статьи, из них около 90 за рубежом.

В институте сертифицированы лаборатории технологии зерна, агрохимии, биохимии и физиологии, которые проводят анализы для сельхозтоваропроизводителей области.

Систематически, но особенно активно на протяжении последних лет, институт принимает участие в пропаганде научно-технических достижений, участвуя в выставках, проводя научно-практические конференции, школы и курсы, семинары и экскурсии. Постоянными гостями ученых стали не только специалисты хозяйств, но и главы сельских администраций области, начальники районных управлений сельского хозяйства. За период 2001–2004 гг. институтом проведено 8 научно-практических конференций, 243 семинара, ученые приняли участие в 89 региональных совещаниях, 33 выставках.

Важную роль в проведении научных исследований, апробации новых сортов, технологий, машин и орудий являются опытно-производственные хозяйства института. ОПХ «Омское» (директор М.И. Шуляков) и «Боевое» (директор В.А. Бубенко) на протяжении многих лет являются лидерами в производстве основных видов сельскохозяйственной продукции не только в своих районах, но и в Сибирском регионе. Стабильно трудится коллектив ОКБ, возглавляемый заслуженным работником сельского хозяйства В.Ф. Клуостером. Здесь успешно решаются производственные, финансовые и социальные вопросы, постоянно обновляется ассортимент продукции. География заказов ОКБ – не только области и края Западной Сибири, но также Урал и Казахстан.

Безусловно, все отмеченные достижения института стали возможными благодаря сохранению традиций и поддержке научного потенциала. СибНИИСХ был и остается школой по подготовке ученых высшей квалификации по основным отраслям аграрной науки Сибири. За последнюю четверть века (с 1978 г.) в институте подготовлена и успешно защищена 31 докторская диссертационная работа, в том числе: по земледелию – 9, по агрохимии и почвоведению – 4, по растениеводству и кормопроизводству – 6, по селек-

ции и семеноводству – 7, по механизации – 2, а также по иммунитету растений, животноводству и экономике сельскохозяйственного производства.

С течением времени задачи, стоящие перед коллективом института, а также условия работы не становятся легче, жизнь ставит новые

задачи. Решить эти задачи можно только при соблюдении основных традиций: тесной связи с учеными-аграриями и производством, воспитания и бережного отношения к кадрам. Эти приоритеты сложились исторически, они всегда были присущи СибНИИСХ и мы делаем все, чтобы их сохранить.

II. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ РАСТЕНИЙ

ПРИНЦИПЫ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СИМБИОТИЧЕСКИМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

И.А. Тихонович, Н.А. Проворов

ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии,
Санкт-Петербург–Пушкин, e-mail: contact@arriam.spb.ru

Адаптация к условиям внешней среды путем симбиотических взаимодействий с микроорганизмами является одним из фундаментальных свойств высших растений [1]. Обладая способностью полностью обеспечивать себя углеродом и энергией, получаемыми в процессе фотосинтеза, большинство растений испытывает недостаток во многих других элементах минерального питания, в первую очередь – в азоте и фосфоре. Поэтому симбиозы с микроорганизмами, фиксирующими азот (ризобии, актиномицеты, цианобактерии, эндофитные и ризосферные бактерии) или оптимизирующими получение питательных веществ из почвы (микоризные грибы), характерны для подавляющего большинства растений [2]. Кроме того, многие растения поддерживают в своих тканях или на поверхности микроорганизмы, которые регулируют развитие хозяина путем выработки фитогормонов, защищают его от фитофагов благодаря синтезу токсинов, либо подавляют развитие патогенов [3].

К сожалению, созданная человеком культурная флора характеризуется резким снижением природного симбиотического потен-

циала [4]. Следствием этого является необходимость восполнять утраченные симбиотические функции растений путем использования агрохимикатов (удобрения, средства защиты, регуляторы роста), которые являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Поэтому создание систем устойчивого сельского хозяйства (sustainable agriculture), с которым экологи не без основания связывают выживание человека и сохранение биосферы, немыслимо без восстановления и преумножения симбиотического потенциала культурных растений.

Генетическая система симбиоза

Концепция симбиоза, предложенная Антоном де Бари более 120 лет назад [5], рассматривает его как длительное сосуществование неродственных организмов, в ходе которого осуществляется широкий спектр взаимовыгодных (мутуалистических) и паразитарных (антагонистических) взаимодействий. Впоследствии эти типы отношений стали противопоставлять друг другу, что выразилось в становлении фитопатологии и

паразитологии в качестве самостоятельных дисциплин. Однако к концу 1980-х гг. стало очевидным, что мутуализм и антагонизм в отношениях партнеров могут быть разделены только на популяционном и экологическом уровнях, тогда как генетические и биохимические механизмы этих отношений имеют больше сходства, чем различий [6, 7].

Выяснение этого факта имело огромное методологическое значение, так как создало возможность для синтеза знаний о генетике мутуализма и антагонизма, что привело к становлению новой области знаний – симбиогенетики. Ее предметом являются надорганизменные генетические системы симбиоза, формируемые в результате функциональной, а иногда и структурной интеграции «симбиотических» (*sym*) генов-партнеров [8]. Благодаря работе этих систем осуществляются: 1) сигнальные взаимодействия партнеров, приводящие к перекрестной регуляции и дифференциальной экспрессии их *sym*-генов; 2) развитие комбинированных структур, содержащих компоненты от разных партнеров; 3) их метаболическая интеграция, которая приводит к появлению у организмов новых адаптивно значимых свойств.

Наиболее изученный пример сигнальных взаимодействий – это обмен партнерами регуляторными факторами на ранних стадиях симбиоза бобовых растений и клубеньковых бактерий или ризобий [9]. Он начинается с узнавания ризобиями флавоноидов, выделяемых прорастающими семенами и корнями хозяина и воздействующих на белковый продукт конститутивного бактериального гена *nodD*. В результате этого белок NodD активирует систему генов клубенькообразования, функцией которых является синтез липо-хито-олигосахаридных Nod-факторов. Одни из этих генов (*nodABC*) являются общими для всех видов ризобий и кодируют коровую часть молекулы Nod-фактора. Другие гены (например, *nodPQ*, *nodH*, *nodEF*, *nodX*) являются видо- или даже штаммоспецифичными. Они контролируют модификации химической структуры Nod-фактора, определяющие специфичность последующего взаимодействия. Например, гены *nodPQ* и *nodH*, выявленные у клубеньковых бактерий люцерны (*Sinorhizobium meliloti*), определя-

ют присоединение к Nod-фактору сульфатной группы, необходимой для индукции клубенькообразования у люцерны. Инактивация данных генов приводит к утрате бактериями способности инокулировать люцерну, однако при этом появляется способность вызывать ранние симбиотические реакции у нехарактерного хозяина – вики.

Сигнальные процессы при симбиозе часто сводятся к узнаванию партнеров и к их обмену факторами, обеспечивающими запуск совместной программы развития. Это не совсем правильно, так как в результате перекрестного обмена сигналами у каждого из партнеров индуцируются собственные сигнальные процессы, обеспечивающие тонкую регуляцию симбиоза. Клубеньковые примордии, возникающие у бобовых под действием Nod-факторов, вырабатывают сигналы, поступающие в листья и приводящие к формированию авторегуляторного ответа. Он ограничивает число формируемых растением клубеньков, ограждая растение от перерасхода энергии и определяя формирование симбиоза только в условиях недостатка азота [10]. Благодаря действию системных факторов растение взаимодействует с микробами, локализованными лишь в одном из его органов, как единое целое, что и обеспечивает высокую адаптивную значимость сформированного симбиоза.

Образование новых тканевых и клеточных структур характерно для большинства микробно-растительных симбиозов. Наиболее изученными их примерами являются клубеньки бобовых, которые закладываются *de novo* в наружном или внутреннем кортексе корня [11]. Для большинства бобовых характерны недетерминированные клубеньки, способные к длительному росту благодаря активности апикальной меристемы. В этих клубеньках выявляется несколько зон, соответствующих основным стадиям развития симбиоза (инфицирование растительных клеток; дифференцировка бактерий во внутриклеточные бактериоиды, содержащиеся в особых клеточных компартментах – симбиосомах; индукция в бактериоидах нитрогеназной активности; старение и деградация бактериоидов). Однако у некоторых бобовых (соя, фасоль) возникают более простые детерминированные клубеньки, лишенные ста-

бильной меристемы и не подразделяемые на гистологически выраженные зоны.

Характерной чертой многих симбиозов является их строгая регуляция со стороны растения-хозяина, которая обеспечивает оптимальное количество и биохимическую активность эндосимбионтов, предотвращая переход мутуалистического взаимодействия в патогенный процесс. Тем не менее на биохимическом и генетическом уровнях механизмы регуляции мутуализма и патогенеза имеют много общего. В частности, в клубеньках бобовых наблюдают ограниченный синтез фенолов, флавоноидов и активных форм кислорода, которые в больших количествах образуются при реакции сверхчувствительности, вызванной внедрением патогенов. В нормальных клубеньках эти факторы функционируют не как подавители микросимбионтов, а как регуляторы их активности. Чрезмерная активация этих регуляторов, происходящая, например, при нарушении у ризобий синтеза поверхностных полисахаридов, блокирует развитие симбиоза [12].

К аналогичным выводам привело изучение регуляции растениями арбускулярной микоризы. При ее развитии в эпидермисе и кортексе корня индуцируется синтез фенолов, пероксидаз, глюкеназ, хитиназ, каллозы и других факторов, используемых растениями для защиты от фитопатогенов [13]. В случае микоризы эти реакции гораздо менее интенсивны и более дифференцированы в пространстве и во времени, чем при патогенном процессе, что связано с регуляцией защитных реакций растения сигналами симбионта-мутуалиста. Учитывая, что грибы арбускулярной микоризы являются анцестральными симбионтами наземных растений, которые возникли уже на самых ранних этапах становления наземной флоры, можно сделать вывод о том, что и функции поддержания растениями этих симбионтов являются весьма древними. Позднее эти функции могли быть преобразованы для защиты растений от патогенов, а также для взаимодействия с более молодыми симбионтами-мутуалистами. Об этом говорит, например, наличие ряда общих факторов, регулирующих развитие арбускулярной микоризы и клубеньков [11]. Наличие у растений единой системы контроля над развитием различных

форм симбиоза является основой для разработки методов биоконтроля патогенов, осуществляемого при использовании микробных препаратов [14].

Итогом сигнальных и морфогенетических процессов, сопровождающих развитие симбиоза, является формирование у партнеров комплекса новых признаков, которые отсутствовали у них в свободном состоянии и развитие которых приводит к расширению адаптивных возможностей одного или обоих взаимодействующих организмов. Это расширение часто происходит путем метаболической интеграции партнеров, которая открывает им доступ к новым источникам питания и энергии.

Необходимо различать несколько типов метаболических взаимодействий при симбиозе. Наиболее простым из них является установление между партнерами тесных трофических связей, которые, однако, сводятся к передаче неспецифических метаболитов: обычно эндосимбионты получают от хозяина вещества, которые могут вырабатывать и сами. При паразитизме взаимодействие партнеров обычно ограничивается этими связями. При мутуализме взаимодействие часто оказывается более сложным: наблюдается предоставление одним из партнеров другому новой биохимической функции, которую последний не может выполнять самостоятельно. Подобные отношения часто оформляются в виде обобщенных (межорганизменных) метаболических систем, которые объединяют биохимические пути партнеров. Во многих симбиозах объединению подвергаются пути азотного и углеродного обмена партнеров, что обеспечивает оптимизацию их базовых жизненных функций – получение энергии и синтез белка [5].

Наиболее изученным примером такого объединения является сопряжение растительного фотосинтеза с микробной азотфиксацией, наблюдаемое в бобово-ризобиальном симбиозе. Поступающие в клубенек продукты фотосинтеза используются в двух направлениях – для обеспечения процесса азотфиксации энергией и для ассимиляции ее продуктов. Согласно данным В.Л. Кретовича [15], для симбиотической фиксации 1 г азота бобовым необходимо затратить 15–20 г глюкозы, из которых более половины расходуется на дыхание клубеньков и менее трети

преобразуется в транспортные формы азота, возвращаемые в надземные органы. Взаимная адаптация метаболических систем партнеров является результатом их длительной коэволюции, направленной на максимально экономное расходование поступающего в клубеньки углерода. Эта эволюция привела к параллельному формированию в нескольких группах бобовых клубеньков детерминированного типа, в которых в качестве транспортных форм азота образуются уреиды – аллантаин и аллантаиновая кислота [16]. В этих соединениях соотношение С : N равно 1 : 1, тогда как в амидах и аминокислотах это соотношение вдвое выше.

Таким образом, упрощение тканевой структуры клубенька оказалось весьма прогрессивным с функциональной точки зрения – оно было сопряжено с повышением эффективности его функционирования. Совершенствование механизма ассимиляции фиксированного азота достигается благодаря тому, что внешне однородная ткань детерминированного клубенька состоит из чередующихся клеток двух типов – инфицированных ризобиями, в которых фиксируется азот и происходит его первичная ассимиляция (образование аминокислот и амидов), и неинфицированных, в которых амиды трансформируются в уреиды [17]. Такое преобразование симбиотической системы, позволяющее резко снизить затраты углерода на ассимиляцию азота, несомненно, имело большое адаптивное значение для растений и было закреплено отбором в нескольких группах бобовых.

Тесное метаболическое взаимодействие партнеров наблюдается и в других типах микробно-растительного симбиоза. В случае арбускулярной микоризы поступающие от растения фотосинтаты используются в качестве источников энергии для осмотрофного питания гриба и для транспорта по его мицелию больших количеств фосфата, который передается растению через утонченные стенки особых структур гриба – арбускул, проникающих в растительные клетки [18]. При симбиозе злаков с эндифитными грибами *Neotyphodium* поступающий от растения углерод используется для синтеза токсинов, ограждающих хозяина от животных-фитофагов [19].

Итак, взаимодействия с микроорганизмами осуществляются благодаря наличию у

растений высокоинтегрированных генных систем, сложившихся в результате длительной эволюции и являющихся неотъемлемой частью растительного генома. Конкретные механизмы действия этих систем в разных симбиозах могут существенно различаться, однако они вызывают единый экологический эффект – повышение адаптивного потенциала растений, который может и должен быть использован в практических целях.

Симбиотический потенциал культурных растений

Наиболее полный цикл работ по характеристике симбиотического потенциала растений был выполнен на бобовых, которые имеют два типа азотного питания – симбиотрофное (осуществляемое при симбиозе с ризобиями) и автотрофное (усвоение азотных соединений из почвы или удобрений). Анализ баланса этих типов питания показал [20], что для «традиционных» бобовых культур, имеющих продолжительную историю окультуривания и селекции, характерно либо преобладание автотрофного типа азотного питания (горох, люцерна, вика посевная), либо равная эффективность авто- и симбиотрофного питания (фасоль, соя). Для этих культур характерен высокий полиморфизм по типу азотного питания: одни сорта развивают максимальную продуктивность при инокуляции ризобиями, а другие – при внесении азота. Преобладание симбиотрофного питания выявлено лишь у некоторых молодых бобовых культур (вика мохнатая, клевер сходный, козлятник восточный), которые по физиологическим свойствам еще близки к своим дикорастущим предкам. Более того, при анализе генетического полиморфизма гороха и люцерны было установлено, что примитивные сорта и дикорастущие формы превосходят сорта интенсивного типа по азотфиксирующей активности. Эти данные показывают, что в ходе окультуривания и селекции растений происходило существенное снижение их симбиотического потенциала. Оно могло быть связано с тем, что селекцию растений проводили на фоне достаточного, а часто и избыточного снабжения азотом, что привело к отбору генотипов, «склонных» к энергетически менее затратному автотрофному питанию.

К аналогичному выводу приводит и изучение растений по эффективности других типов симбиоза. Так, дикорастущие диплоидные формы пшеницы в 20–40 раз превосходят гексаплоидные сорта по эффективности поддержания ризобактерий, рассчитанной на единицу выделяемого корнями углерода [21]. У дикорастущих форм и местных сортов гороха при инокуляции грибами арбускулярной микоризы прибавки составили в среднем по массе растений +184,0 %, а по накоплению в них фосфора +356,9 % [22]. В то же время для сортов интенсивного типа эти прибавки составили только +12,3 % и +42,6 %. Представленные данные показывают, что одной из наиболее актуальных задач селекции растений является восстановление их природного симбиотического потенциала, утраченного в ходе адаптации к условиям агроценоза.

Другим выводом из проведенных работ является то, что дикорастущие и малокультурные формы растений должны максимально широко использоваться в качестве исходного материала для селекции симбиотически активных форм. Наиболее изучена изменчивость гороха посевного и его микросимбионтов (*Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae*) на Ближнем Востоке – в центре происхождения гороха. Здесь были выявлены мелкосемянные «афганские» формы, не заражающиеся штаммами ризобий европейского происхождения [23, 24]. Позднее было показано, что эти горохи дефектны по наиболее ранним стадиям сигнального взаимодействия, связанным с синтезом и рецепцией Nod-факторов [25]. Бактериальные штаммы, инокулирующие ближневосточные формы гороха, были выделены из почв Афганистана, Израиля и Турции [26]. У них обнаружен ген *nodX*, определяющий присоединение к Nod-фактору дополнительной ацетильной группы. Такая структура сигнала оказалась необходимой для преодоления устойчивости растений к инокуляции, определяемой рецессивным геном *sym2*, по которому гомозиготны афганские горохи и который кодирует один из компонентов рецептора для Nod-факторов [27].

К счастью, культурные сорта бобовых утратили симбиотический потенциал далеко не полностью, вследствие чего для большинства из них характерен высокий поли-

морфизм по признакам симбиоза. Его характерной чертой является преобладание в сортовых популяциях генотипов с низкой азотфиксирующей активностью, среди которых с невысокими частотами могут быть обнаружены высокоактивные генотипы [28]. Опыты с различными бобовыми культурами, включая перекрестноопылителей (люцерна посевная, козлятник восточный, клевер луговой) и самоопылителей (горох посевной, фасоль обыкновенная), показали, что на основе этих редких генотипов могут быть получены линии, стабильно поддерживающие высокий уровень азотфиксации и пригодные для использования в качестве ее доноров при селекции на повышение симбиотической активности [29]. Высокая наследуемость признаков симбиоза, а также наличие высоких корреляций между азотфиксирующей активностью и урожайностью растений свидетельствуют о том, что такая селекция может быть весьма результативной [30].

Симбиотическая селекция требует оценки большого количества растительных генотипов на эффективность взаимодействия с микроорганизмами, что технически часто оказывается сложным. Поэтому было разработано несколько групп экспресс-методов, позволяющих решать данную задачу [30].

1. Отбор растений на обедненных субстратах. Для бобовых весьма эффективным является отбор растений, способных активно развиваться при инокуляции ризобиями на безазотном (резко обедненном по азоту) фоне.
2. Учет интенсивности колонизации растений микроорганизмами, например числа образующих клубеньков. В то же время отбор по этому показателю имеет некоторые ограничения, связанные с тем, что число клубеньков хорошо коррелирует с азотфиксирующей и симбиотической активностью лишь для форм с низкими уровнями проявления этих признаков. Повышение числа клубеньков выше определенного предела может вызвать снижение урожайности растений, обусловленное перерасходом продуктов фотосинтеза на поддержание избытка симбиотических структур.
3. Измерение ферментативных активностей, обеспечивающих эффективность симбиоза. При изучении азотфиксирующих сис-

тем в первую очередь должна быть изменена активность нитрогеназы, катализирующей восстановление N_2 . Для этого используют прямые и косвенные методы. Прямые методы, связанные с использованием нерадиоактивного изотопа ^{15}N , дают наиболее точную оценку количества фиксируемого азота [31], однако для экспресс-анализа селекционного материала применение этих дорогостоящих и трудоемких методов не целесообразно. Поэтому широкое распространение получил косвенный метод, связанный со способностью нитрогеназы восстанавливать ацетилен до этилена [32]. Несмотря на некоторые методические ограничения, ацетиленредуктазная активность может быть использована для сравнительной оценки большого числа генотипов, так как систематические ошибки метода нивелируются в ходе сравнения. Особенно удобен этот метод на первых этапах селекции, когда решается задача отбраковки большого числа симбиотически неактивных растений [33, 34].

Поскольку микробно-растительный симбиоз является продуктом сопряженной эволюции партнеров, то и его эффективность зависит от генотипов как микросимбионта, так и растения-хозяина. Поэтому для улучшения эффективности симбиоза необходима координированная работа с растениями и микроорганизмами. Для организации этой работы важно знать, каковы относительные генотипические вклады партнеров в определение симбиотической эффективности. Общим подходом к решению данной задачи является двухфакторный дисперсионный анализ данных об эффективности симбиоза, образуемого различными генотипами растений и микроорганизмов. Этот подход позволяет разделить общее варьирование симбиотической активности на составляющие, которые соответствуют аддитивным (неспецифическим) действиям сортов растений и штаммов бактерий, а также их неаддитивному (специфическому) взаимодействию [35].

Анализ различных бобово-ризобиальных систем показал, что вклады партнеров в варьирование показателей симбиотической активности зависят от вида растений, изучаемого признака, а также от условий прове-

дения опыта. При этом была выявлена важная закономерность: аддитивные действия генотипов растений или бактерий не коррелируют с общей эффективностью симбиоза, тогда как для их неаддитивного взаимодействия эта корреляция четко проявляется при сравнении эффективных и неэффективных симбиозов, формируемых различными бобовыми культурами в разных почвенно-климатических условиях [36]. Таким образом, наиболее эффективный симбиоз формируется в тех случаях, когда в максимальной степени реализуется специфичность взаимодействия растений и бактерий. Очевидно, что высокая симбиотическая эффективность может быть достигнута путем создания комплементарных сочетаний генотипов партнеров, для чего и должна проводиться их координированная селекция.

Биоинженерия симбиотических систем

Вскрытие генетической системы симбиоза позволяет нам приступить к направленному повышению его эффективности, а также к созданию новых симбиотических комплексов. Одним из подходов для этого является модификация процессов узнавания и ранних симбиотических взаимодействий, на которых растение выбирает оптимального партнера из состава обширной и генетически разнородной микробной популяции. Решение этой задачи весьма важно потому, что используемые для инокуляции растений производственные штаммы вступают в конкурентные отношения с аборигенной микрофлорой, представители которой обычно не обладают высокой симбиотической эффективностью, однако хорошо приспособлены к местным условиям и более активно инокулируют растение, чем штаммы-интродуценты [37].

Очевидно, что для решения проблемы конкуренции производственных и местных микроорганизмов необходима, в первую очередь, работа с их собственными генами. Действительно, у ризобий выявлено значительное количество факторов, которые контролируют конкуренцию за образование клубеньков и перенос которых в высокоэффективные производственные штаммы может существенно улучшить их конкурентоспособность [38]. Однако в этой работе важно использовать и

генетические ресурсы растения-хозяина, которое оказывает существенное влияние на исход конкуренции между микросимбионтами. Например, рассмотренные выше афганские горохи были использованы в качестве доноров гена *sym2*, интрогрессия которого в коммерческие сорта исключает их инокуляцию местными малоэффективными штаммами *R. leguminosarum* bv. *viceae*. Изогенные аналоги сортов, отличающиеся от них только аллельным состоянием гена *sym2*, в полевых условиях образуют клубеньки только с высокоэффективным штаммом A1, способным преодолеть *sym2*-контролируемую устойчивость хозяина, благодаря присутствию гена *nodX*. Такое повышение симбиотической специфичности позволяет существенно увеличить массу растений и особенно по накоплению в ней азота, получаемую при инокуляции штаммом A1 (табл.). Аналогичный подход был использован при селекции сои, в центре происхождения которой (Китай) выявлены аллели *Rj*-генов, ограничивающие инокуляцию малоэффективными штаммами ризобий, распространенными в почвах США [39].

Конструирование новых сигнальных отношений является заманчивым подходом не только для повышения эффективности взаимовыгодных микробно-растительных взаимодействий, но и для исключения нежелательных отношений паразитарного типа. Оно может быть достигнуто благодаря изменению «химического портрета» растения путем модификации сигналов, используемых паразитом для активации генов вирулентности. Такими сигналами обычно являются соединения, которые не играют самостоятельной роли в обмене веществ, и поэтому их изменение не приводит к нарушению адаптивных свойств растения. Наиболее ин-

тересной на сегодняшний день попыткой такого рода является метод получения комплексной устойчивости картофеля к фитофторе [40]. Как известно, ее споры начинают активно прорастать, если растение выделяет определенный набор стерингов, необходимых для развития гриба, синтез которых у патогена отсутствует. Изменение спектра стерингов может сделать растение бесполезным как объект паразитизма, и не исключено, что гриб идентифицирует такие «неподходящие» генотипы уже на стадии прорастания.

Важно отметить, что манипуляции сигналлингом являются в противоположность использованию пестицидов «экологически безопасными». Более того, они не предполагают уничтожения патогена, а лишь делают недоступной одну из его потенциальных ниш. При этом организм имеет все шансы сохраниться в природе, меняя своего хозяина, например, атакуя сорные растения.

Еще один подход к использованию сигналлинга основан на том, что шансы на образование клубеньков у внесенного в почву штамма ризобий тем выше, чем раньше начнут работать гены клубенькообразования. Оказывается, что для восприятия растительного сигнала и формирования адекватного ответа бактериям необходимо значительное время. Для того чтобы ускорить эти процессы, можно обработать бактерии, находящиеся в препарате, флавоноидом-индуктором, синтезируемым растением-хозяином. Будучи преадаптированным к скорой встрече с макросимбионтом, коммерческий штамм получит преимущество перед аборигенными штаммами, которые до появления экссудатов ничего не «знали» о потенциальной симбиотической нише.

Однако использование сигналлинга в сельскохозяйственной практике еще ждет

Таблица

Повышение симбиотической активности гороха после интродукции аллели *sym2*
(штамм A1 имеет ген *nodX*)

Генотип	Число клубеньков		Нитрогеназная активность, мкм С ₂ Н ₄ на растение в час		Прибавка (%) при инокуляции штаммом A1	
	К	A1	К	A1	масса	азот
Nord	18	14	19,8	27,6	+71	+7
Nord <i>sym2/sym2</i>	0	41	0	24,6	+84	+45

своего часа, между тем как негативные последствия его нарушения уже проявляются. Так, некоторые пестициды и инсектициды, используемые при выращивании бобовых (ДДТ, 2,4-D, 2,4,6-T), подавляют клубенькообразование, хотя не являются токсичными ни для растений, ни для микросимбионтов [41]. Причина заключается в том, что по своей структуре данные вещества сходны с флавоноидными соединениями-регуляторами клубенькообразования. Этот пример показывает, что негативный экологический эффект ксенобиотиков может быть гораздо шире, чем их токсическое воздействие, что заставляет анализировать влияние новых агрохимикатов на тест-системы, основанные не только на индивидуальных организмах, но и на образующих ими биосистемах.

Одним из факторов, определяющих эффективность симбиотической азотфиксации, является ее высокая энергетическая стоимость, покрываемая за счет поступающих в клубеньки продуктов фотосинтеза. Бактероиды получают от растения углерод в форме дикарбоновых кислот, метаболизируемых в цикле Кребса с целью выработки АТФ. Лимитирующей стадией этого процесса является перенос дикарбоновых кислот через перибактероидную мембрану, осуществляемый бактериальной пермеазой DctA [42]. Введение в клубеньковые бактерии люцерны (*Sinorhizobium meliloti*) дополнительных копий генов, кодирующих синтез этого фермента, может повысить нитрогеназную активность клубеньков в 1,5–2 раза [43]. В условиях стерильных вегетационных опытов это может привести к возрастанию количества азота, накапливаемого в зеленой массе люцерны, на 70–80 %. Однако сама биомасса растений возрастает при этом только на 15–20 % [44]. Этот факт еще раз убедительно показывает, что современные сорта бобовых усваивают фиксируемый азот неэффективно и существенное повышение продуктивности симбиоза возможно только в процессе параллельной селекции обоих партнеров.

Один из путей оптимизации метаболической системы симбиоза был открыт благодаря сравнительному биохимическому анализу рассмотренных выше диплоидных и гексаплоидных пшениц. Оказалось, что их различие по эффективности поддержания в ризосфере по-

лезной микрофлоры связано с особенностями состава корневых экссудатов: у диплоидов в них преобладают органические кислоты – оптимальные для ризобактерий питательные субстраты, тогда как гексаплоиды выделяют преимущественно сахара, стимулирующие развитие патогенной микрофлоры [21]. Очевидно, что селекция зерновых культур на способность выделять в почву углерод в форме органических кислот может существенно повысить эффективность ассоциативных симбиозов.

Инженерия корневых ассоциаций представляет существенные трудности, потому что ризосфера, в отличие от клубеньков, не является структурно ограниченной симбиотической нишей, и специфичность ее колонизации почвенными микробами относительно невелика. Однако состав ризосферной микрофлоры можно сделать гораздо более контролируемым путем придания растению способности синтезировать специфические питательные вещества, доступные для утилизации только специально внесенными в почву штаммами-интродуцентами. Пробразом для такого рода отношений является взаимодействие растений с агробактериями, которые в процессе «генетической колонизации» придают своим хозяевам способность синтезировать опины – уникальные производные аминокислот или сахаров, которые доступны для утилизации только самим агробактериям [45]. В модельных опытах было показано, что трансгенные линии лядвенца (*Lotus corniculatus*) с введенными в них генами биосинтеза опинов (нопалина и маннопина) приобретают способность избирательно поддерживать на своей поверхности рекомбинантные штаммы псевдомонад, содержащие гены катаболизма этих соединений [46]. Использование подобной стратегии дает ключ к конструированию «искусственной ризосферы», специфически колонизируемой только теми микробами, которые выполняют полезные для растений трофические, ростстимулирующие или защитные функции.

Заключение

Несмотря на то, что генетика микробно-растительных взаимодействий развивается в настоящее время очень быстро, наши знания в этой области пока ограничены несколько-

ми относительно простыми модельными системами. Поэтому весьма актуальным является распространение опыта симбиогенетики на более сложные, многокомпонентные симбиотические системы (например, рубец жвачных), а также и на биоценоотические комплексы (почвенная микрофлора). Итогом этих работ может стать создание принципиально новых форм агроценоза, в которых применение агрохимикатов будет весьма ограниченным, поскольку основные адаптивно значимые функции сельскохозяйственных растений и животных выполняют микроорганизмы. Сочетание высокой эффективности сельского хозяйства, достигнутой в ходе «зеленой революции», с его экологической безопасностью требует оптимизации сочетаний агрохимических и микробиологических приемов в растениеводстве. В этой связи весьма важной представляется организация фундаментальных исследований в области экологии симбиоза, которые пока еще находятся в зачаточном состоянии.

Решение комплекса проблем, связанных с организацией симбиотической селекции, требует проведения междисциплинарных исследований, в которых участвуют специалисты разных профилей. Природные микробно-растительные системы могут быть познаны и улучшены только «научными симбиозами» – сообществами ученых, владеющих знаниями и методами в комплементарных областях изучения макро- и микроорганизмов. Создание тесно интегрированных научных коллективов, изучающих фундаментальные и прикладные аспекты симбиотических взаимодействий, – чрезвычайно актуальная задача, для решения которой должны быть использованы организационные возможности современной науки.

Работа выполнена при поддержке грантов Президента РФ (НШ-1103.2003.4) и Американского фонда гражданских исследований и развития, CRDF (ST-012-0).

Литература

1. Возняковская Ю.М. Микрофлора растений и урожай. Л.: Колос, 1969. 240 с.
2. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н., Тихонович И.А., Ходжайова Л.Т., Шишкова С.О. Генетика развития растений / Ред. С.Г. Инге-Вечтомов. СПб.: Наука, 2000. 539 с.
3. Biology of Plant-Microbe Interactions. V. 4. Molecular Plant-Microbe Interactions: New Bridges between Past and Future (Proc. 11-th Intern. Congress on Molecular Plant-Microbe Interactions). IS-MPMI / Eds I.A. Tikhonovich, B.J.J. Lugtenberg, N.A. Provorov. St.-Petersburg, Russia, 2004. 634 p.
4. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Пути использования адаптивного потенциала систем «растение – микроорганизм» для конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов // С.-х. биология. 1993. № 5. С. 36–46.
5. Douglas A.E. Symbiotic Interactions. Oxford; New York; Toronto: Oxford Univ. Press, 1994. 148 p.
6. Spaink H.P. The molecular basis of infection and nodulation by rhizobia: the ins and outs of symbiogenesis // Annu. Rev. Phytopathol. 1995. V. 33. P. 345–368.
7. Проворов Н.А. Генетико-эволюционные основы учения о симбиозе // Журн. общ. биологии. 2001. Т. 62, № 6. С. 472–495.
8. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиогенетика микробно-растительных взаимодействий // Экол. генетика. 2004. Т. 1, № 0. С. 36–46.
9. Овцына А.О., Тихонович И.А. Структура, функции и возможность практического применения сигнальных молекул, инициирующих развитие бобово-ризобияльного симбиоза // Экол. генетика. 2004. Т. 1, № 3. С. 14–24.
10. Gresshoff P.M., Buzas D.M., Laniya T. et al. Systemic regulation of nodulation by a leaf-controlled LRR-receptor kinase // Proc. 11-th Intern. Congr. on Molecular Plant-Microbe Interactions / Eds. I.A. Tikhonovich, B.J.J. Lugtenberg, N.A. Provorov. IS-MPMI. St.-Petersburg, Russia. 2004. P. 369–372.
11. Проворов Н.А., Борисов А.Ю., Тихонович И.А. Сравнительная генетика и эволюционная морфология симбиозов растений с микробами-азотфиксаторами и эндомикоризными грибами // Журн. общ. биологии. 2002. Т. 63, № 6. С. 451–472.
12. Niehaus K., Kapp D., Puhler A. Plant defence and delayed infection of alfalfa pseudonodules induced by an exopolysaccharide (EPS-1)-deficient *Rhizobium meliloti* mutant // Planta. 1993. V. 190. P. 415–425.
13. Kapulnik Y., Volpin H., Itzhaki H. et al. Suppression of defense responses in mycorrhizal alfalfa and tobacco roots // New Phytologist. 1996. V. 133. P. 59–64.
14. Lugtenberg B.J.J., Dekkers L., Bloemberg G. Molecular determinants of rhizosphere colonization by *Pseudomonas* // Annu. Rev. Phytopathol. 2001. V. 39. P. 461–490.
15. Кретович В.Л. Биохимия усвоения азота воздуха растениями. М.: Наука, 1994. 168 с.

16. Sprent J.I. Nodulation in Legumes. Kew, Royal Botanical Gardens: Cromwell Press Ltd., 2001. 146 p.
17. Vance C.P., Heichel G.H. Carbon in N₂ fixation: limitation or exquisite adaptation? // Annu. Rev. Plant Physiol. 1991. V. 42. P. 373–392.
18. Bago B., Pfeffer P.E., Shacher Hill Y. Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhizas // Plant Physiology. 2000. V. 124. P. 949–957.
19. Schardl C.L., Leuchtmann A., Chung K.R., Penny D., Siegel M.R. Coevolution by common descent of fungal symbionts (*Epichloe* spp.) and grass hosts // Mol. Biol. Evol. 1997. V. 14, N 2. P. 133–143.
20. Проворов Н.А. Соотношение симбиотрофного и автотрофного питания азотом у бобовых растений: генетико-селекционные аспекты // Физиол. раст. 1996. Т. 43. С. 127–135.
21. Кравченко Л.В., Азарова Т.С., Достанко О.Ю. Влияние корневых экзометаболитов пшеницы с различной ploidy на рост *Azospirillum brasilense* // Микробиология. 1993. Т. 62. С. 863–868.
22. Якоби Л.М., Кукалев А.С., Ушаков К.В., Цыганов В.Е., Наумкина Т.С., Проворов Н.А., Борисов А.Ю., Тихонович И.А. Полиморфизм форм гороха посевного по эффективности симбиоза с эндокоризным грибом *Glomus* sp. в условиях инокуляции ризобиями // С.-х. биология. 2000. № 3. С. 94–102.
23. Говоров Л.И. Горох Афганистана // Тр. по прикл. ботан. и селекции. 1928. Т. 19. Вып. 2. С. 497–522.
24. Разумовская З.Г. Образование клубеньков у различных сортов гороха // Микробиология. 1937. Т. 6. Вып. 3. С. 321–328.
25. Firmin J.L., Wilson K.E., Carlson R.W. *et al.* Resistance to nodulation of cv. Afghanistan peas is overcome by *nodX* which mediates an O-acetylation of the *Rhizobium leguminosarum* lipooligosaccharide nodulation factor // Mol. Microbiol. 1993. V. 10, N 2. P. 351–360.
26. Lie T.A. Symbiotic specialization in pea plants: the requirement of specific *Rhizobium* strains for peas from Afghanistan // Ann. Appl. Biol. 1978. V. 88, N 3. P. 462–465.
27. Radutoiu S., Madsen L.H., Madsen E.B., Felle H.H., Umehara Y., Granlund M., Sato S., Nakamura Y., Tabata S., Sandal N., Stougaard J. Plant recognition of symbiotic bacteria requires two LysM receptor-like kinases // Nature. 2003. V. 425, N 6958. P. 585–592.
28. Проворов Н.А., Симаров Б.В. Генетический полиморфизм бобовых культур по способности к симбиозу с клубеньковыми бактериями // Генетика. 1992. Т. 28, № 6. С. 5–14.
29. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / Ред. И.А. Тихонович, Н.А. Проворов. СПб.: Наука, 1998. 194 с.
30. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Эколого-генетические принципы селекции растений на повышение эффективности взаимодействия с микроорганизмами // С.-х. биология. 2003. № 3. С. 11–25.
31. Hardarson G. Methods for enhancing symbiotic nitrogen fixation // Plant and Soil. 1993. V. 152. P. 1–17.
32. Hardy R.W.F., Burns R.C., Holsten R.D. Application of acetylene reduction assay for measurement of nitrogen fixation // Soil Biol. Biochem. 1973. V. 5. P. 47–81.
33. Barnes D.K., Heichel G.H., Vance C.P., Ellis W.R. A multiple-trait breeding program for improving the symbiosis for N₂ fixation between *Medicago sativa* L. and *Rhizobium meliloti* // Plant and Soil. 1984. V. 32. P. 303–314.
34. Меглицкая Е.Н., Проворов Н.А., Симаров Б.В., Райг Х.А. Создание популяций козлятника восточного, различающихся интенсивностью развития и продуктивностью, путем селекции растений по нитрогеназной активности // Докл. РАСХН. 1995. № 6. С. 7–9.
35. Phillips D.A., Teuber L.R. Plant genetics of symbiotic nitrogen fixation // Biolog. Nitrogen Fixation / Eds. G. Stacey *et al.* Chapman and Hall, N.Y., London, 1992. P. 625–647.
36. Provorov N.A., Tikhonovich I.A. Genetic resources for improving nitrogen fixation in legume-rhizobia symbiosis // Genetic Resources and Crop Evolution. 2003. V 50, N 1. P. 89–99.
37. Доросинский Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л.: Колос, 1970. 191 с.
38. Онищук О.П., Симаров Б.В. Гены, контролирующие нодуляционную конкурентоспособность клубеньковых бактерий // Генетика. 1996. V. 32. P. 1157–1166.
39. Devine T.E., Kuykendall L.D. Host genetic control of symbiosis in soybean (*Glycine max* L.) // Plant and Soil. 1996. V. 186. P. 173–187.
40. Khodjaiova L., Andreeva E., Zhan Xi Chun, Lutova L. Plant resistance to *Phytophthora* based on the sterol composition // Proc. 11-th Intern. Congress on Molecular Plant-Microbe Interactions / Eds. I.A. Tikhonovich, B.J.J. Lugtenberg, N.A. Provorov. IS-MPMI. St.-Petersburg, Russia. 2004. P. 166–169.
41. Fox J.E., Starcevic M., Kow K.Y., Burow M.E., McLachlan J.A. Endocrine disrupters and flavonoid signaling // Nature. 2001. V. 413. P. 128–129.
42. Jording D., Uhde C., Schmidt R., Puhler A. The C4-dicarboxylate transport system of *Rhizobium meliloti* and its role in nitrogen fixation during symbiosis with alfalfa (*Medicago sativa*) // Experientia. 1994. V. 5. P. 874–883.

43. Bosworth A.H., Williams M.K., Albrecht K.A., Kwiatkowski R., Beynon J., Hankinson T.R., Ronson C.W., Cannon F., Wacek T.J., Triplett E.W. Alfalfa yield response to inoculation with recombinant strains of *Rhizobium meliloti* with an extra copy of *dctABC* and/or modified *nifA* expression // Appl. Environ Microbiol. 1994. V. 60, N 10. P. 3815–3832.
44. Проворов Н.А., Джординг Д., Энгелке Т., Пюлер А. Повышение симбиотической эффективности клубеньковых бактерий люцерны (*Rhizobium meliloti*) при введении дополнительных копий *dct*-генов, контролирующих транспорт дикарбоновых кислот // Генетика. 1994. Т. 30 (Приложение). С. 127.
45. Пирузян Э.С., Андрианов В.М. Плазмиды агробактерий и генетическая инженерия растений. М.: Наука, 1985. 289 с.
46. Дессо И., Пети А., Фарранд С.К., Марфи П.Д. Опины и опин-подобные молекулы, вовлеченные во взаимодействия растений с бактериями семейства Rhizobiaceae // Rhizobiaceae. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями / Ред. Г. Спайнк, А. Кондороши, П. Хукас. СПб.: Бионт, 2002. С. 199–224.

ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

В.А. Пухальский

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, e-mail: pukhalsk@vigg.ru

Конец прошлого и начало нынешнего века ознаменовались крупными успехами селекционеров, работающих над созданием новых сортов и гибридов всех основных сельскохозяйственных культур. Несомненно, немалую роль в этом сыграли данные, полученные при разработке вопросов общей и частной генетики растений. В то же время основу селекционного процесса продолжают составлять положения, разработанные генетиками еще в начале XX века, о которых Н.И. Вавилов писал: «История селекции последних десятилетий наглядно показывает исключительную значимость в практике селекции основных генетических установлений, как понятие генотипа и фенотипа, т. е. различие наследственной и ненаследственной изменчивости, обоснованного исследованиями Иогансена понятия гомозиготности и гетерозиготности, доминирования и рецессивности признаков. Без этих понятий по существу трудно представить себе в наше время селекционную работу. Огромную роль сыграло установление менделевских закономерностей дискретной наследственности в явлениях гибридизации, ставших по существу отправным пунктом всей гибридизационной работы в применении как к растениям, размножающимся семенами, так и к животным» (Вавилов, 1987. С. 225–226). К этому следует добавить и получившее широкое распространение в процессе селекции создание гетерозисных гибридов различных сельскохозяйственных культур, отдаленную гибридизацию с целью интрогрессии хозяйственно ценных признаков от диких и/или реликтовых видов культурных растений, мутагенез, полиплоидию, а в самое последнее время методы получения трансгенных растений. Все это – разработки генетиков, без которых мы не имели бы про-

гресса селекции, который мы имеем. И все же мы должны признать, что, хотя многие пробелы в генетической теории селекции, на которые указывал еще Н.И. Вавилов (1987), преодолены, остается значительный ряд вопросов, требующих осмысления и своего разрешения. На некоторых из них мне хотелось бы остановиться в настоящей статье.

Индивидуальный отбор у самоопылителей практически является основным видом отбора. В результате его применения созданы и создаются сорта, выровненные по морфологическим и основным хозяйственно важным признакам (качество муки у пшеницы, длина волокна у льна, отсутствие алкалоидов у люпина и т. п.). Однако изучение сортов культур самоопылителей показывает, что многие (если не все!) из них представляют собой смесь биотипов (скорее, генотипов) с разной частотой растений, к ним относящихся. Например, показано, что распространенные сорта ячменя четко разделяются на биотипы (генотипы?) по способности подкислять среду в зависимости от присутствия ионов калия (рис. 1). Возможно, однако, что здесь имеет место пенетрантность. Во всяком случае, эти факты требуют серьезного обсуждения. Гетерогенность сортов ячменя была установлена и при изучении гордеиновых локусов. Так, А.А. Поморцевым и Е.В. Лялиной (2003) показано, что, по крайней мере, около 24 % сортов ячменя из 120, допущенных к возделыванию в России, являются гетерогенными по локусам гордеина (HRD). В нашей работе по созданию нематодоустойчивых линий ячменя был использован SSD-метод отбора (рис. 2) (Osipova *et al.*, 1997). При этом обращали внимание на выравнивание линий по признакам «устойчивость к поражению», «высота растений», «продуктив-

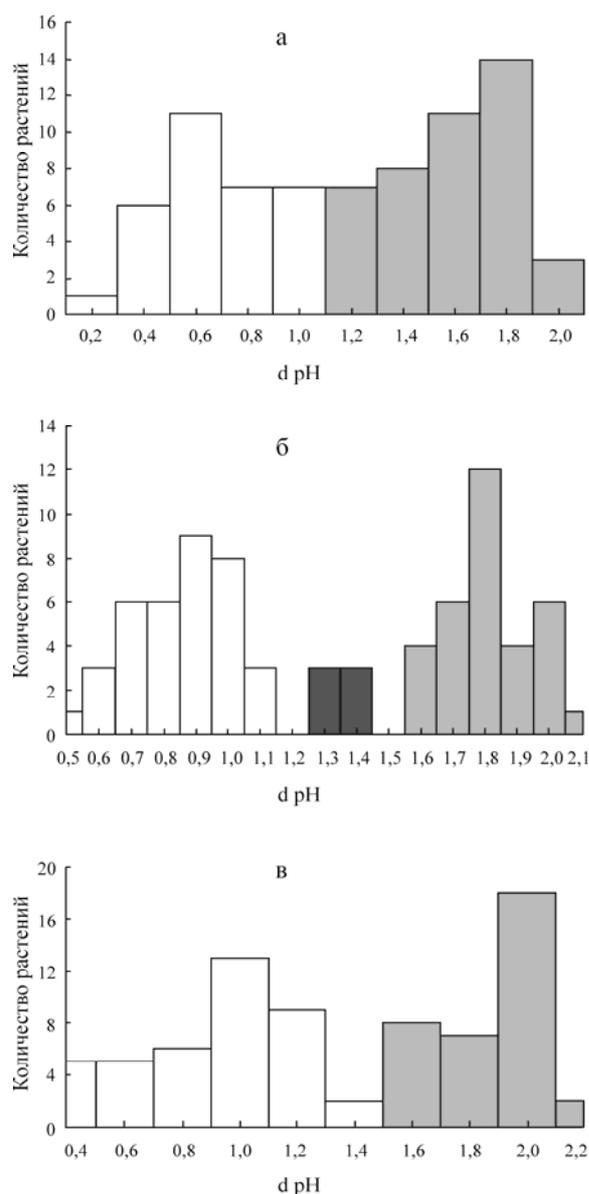


Рис. 1. Биотипы сортов ячменя по способности подкислять среду в присутствии ионов калия.
а – Зазерский 85; б – МК5824; в – МК9316.

ная кустистость», «масса зерна с растения», «число зерен с растения», «масса 100 зерен» (табл. 1). К F₉ было отобрано 15 линий, не пораженных нематодами, которые были хорошо выравнены по основным морфологическим и хозяйственным признакам (табл. 2). Однако тестирование этих линий по *Hrd* генам показало, что все они гетерогенны, что хорошо видно на рис. 2, где представлена электрофореграмма линии 32. Иными словами, в процессе индивидуального отбора у самоопылителей достигается гомозиготность по ограничен-

ному числу генов, определяющих основные морфологические и хозяйственные признаки. Хорошо это или плохо? На этот вопрос в настоящее время нет однозначного ответа. С точки зрения семеноводства, это, по-видимому, плохо, так как в процессе размножения сортов при их пересеве изменяется соотношение определенных генотипов в сорте. Возможно, это часто и является причиной «вырождения» сортов самоопылителей. С другой стороны, гетерогенность по некоторым генам способствует устойчивости определенных генотипов растений к стрессовым факторам внешней среды. Если же говорить о «полной» гомозиготизации по всем генам, то здесь возможен только один путь: от гибрида через гаплоид к диплоидному сорту. Этот тезис хорошо иллюстрируют данные по сравнительному определению локусов гордеина у сортов Московский 3 (получен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Вуни × Топаз) и БИОС-1 (получен в результате удвоения хромосом у гаплоида, полученного с применением бульбозумного метода из гибридной комбинации Боратинский × линия 5343) (рис. 3).

Явление гетерозиса в настоящее время интенсивно используется селекционерами, работающими с различными видами растений. Удивительно, но генетики до сих пор не разработали удовлетворительную теорию этого явления. Совершенно прав Р. Френкель, говоря, что «... мы сталкиваемся с поразительным несоответствием между ограниченными представлениями о причинах и механизме гетерозиса, с одной стороны, и широким использованием гибридной мощности в сельскохозяйственной практике, – с другой» (1987. С. 15). Объяснения этого явления основываются на следующих гипотезах: – доминирование (Jones, 1917; Keeble, Pellew, 1910); – сверхдоминирование (East, 1936); – компенсационный комплекс генов (Струнников, 1983, 1986).

Однако ни одна из этих гипотез до сих пор не дала возможности разработать «хорошую» теорию и удовлетворительные методы тестирования линий, позволяющие при скрещивании получать гетерозисный эффект. Дискуссии в этом направлении продолжаются. Но до окончательного решения вопроса, по-видимому, еще далеко.

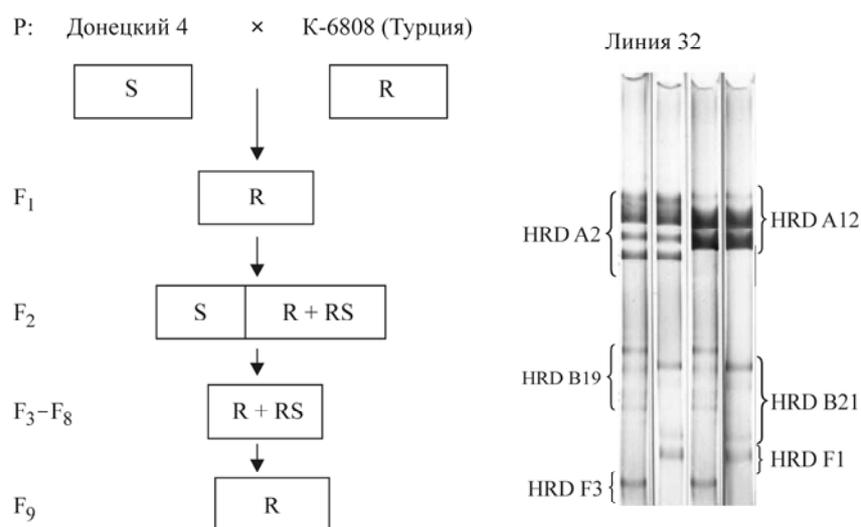


Рис. 2. Схема выделения гомозиготных по устойчивости к нематоду *H. filipjevi* линий ярового ячменя и электрофоретические спектры гордеинов линии 32. (Данные А.А. Поморцева).

Таблица 1

Характеристика линий ярового ячменя, устойчивых к *Heterodera filipjevi* (1993–1994)

№	Линия	Высота растения (см)	Продуктивная кустистость (шт.)	Масса зерна с растения (г)	Число зерен с растения (шт.)	Масса 100 зерен
1	14	80,0	3,8	1,85	33,1	5,6
2	16	60,0	3,5	2,62	62,4	4,2
3	32	85,0	2,7	2,14	41,1	5,2
4	33	90,0	3,5	2,5	43,9	5,7
5	72	95,0	1,5	2,8	50,0	3,6
6	77	94,0	3,5	2,55	42,5	6,0
7	89	70,0	3,2	1,95	44,3	4,4
8	100	88,0	1,5	0,92	48,8	4,9
9	121	85,0	2,1	1,65	44,6	3,7
10	135	85,0	1,2	1,85	42,0	4,4
11	180	75,0	3,0	1,86	36,5	5,1
12	188	80,0	1,5	1,20	25,0	4,8
13	192	75,0	1,2	1,14	25,3	4,8
14	210	70,0	2,2	2,92	57,3	2,1
15	216	80,0	3,3	2,20	42,3	5,2
Зазерский 85/st		68,0	2,6	1,79	41,9	4,3
НСР 05		2,45	0,22	0,14	2,67	0,17

Таблица 2

Образцы яровой мягкой пшеницы

Сорт, форма	Геном	2n	Происхождение	Автор
Canthatch TetraCanthatch	AABBDD AABB	42 28	Thatcher/Kenya Farmer из сорта Canthatch	Kerber, 1964
Prelude tetraPrelude	AABBDD AABB	42 28	Downy Gehum/Fraser из сорта Prelude	Kaltsikes <i>et al.</i> , 1969
Thatcher tetraThatcher	AABBDD AABB	42 28	Marquis/Iumillo//Marquis/Kanred из сорта Thatcher	Kaltsikes <i>et al.</i> , 1969
RL 5404	AABBDD'D*	42	T-Thatcher/ <i>Ae. tauschii</i>	Kerber, Tipples, 1969

* D' – нативный геном вида-сородича.

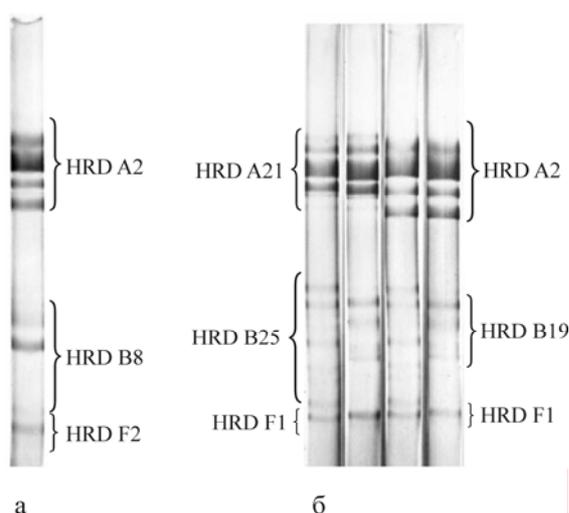


Рис. 3. Электрофоретические спектры гордеинов ярового ячменя сортов БИОС-1 (а) и Московский 3 (б). (По: Поморцев, Лялина, 2003).

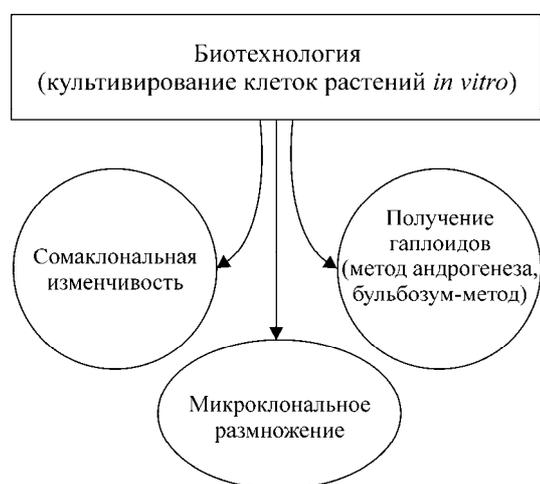


Рис. 4. Схема микроклонального размножения растений *in vitro*.

Биотехнология в селекционном процессе занимает не столь «высокое» место, как это было бы желательно. Это, по-видимому, объясняется тем, что усилия и действия биотехнологов часто не имеют под собой хорошей генетической базы. В селекцентрах России (да и бывшего СССР) работы биотехнологических лабораторий очень слабо были связаны с селекционными лабораториями. Огромные усилия затрачивались и затрачиваются сейчас на получение соматональной изменчивости. Вскрыты такие основные механизмы, ее вызывающие, как изменение числа хромосом, изменение морфологии хромосом, генные мутации, соматический кроссинговер, репрессия генов, дерепрессия

генов, изменение метилирования ДНК, транспозиции (Кунах, 2004). Все это интересно для познания процесса, но практический выход селекционно значимых форм ничтожен. И когда в научных статьях написано, что задачей ставилось получение солеустойчивых форм пшеницы при культивировании клеток на солосодержащей среде, на ум приходят мысли о ламаркистских взглядах авторов. Это же касается попыток создания этими методами форм, устойчивых к корневым гнилям и т. п. Слабо учитывается тезис, что размах соматональной изменчивости только в отдельных случаях выходит за пределы данного конкретного вида растений (Кунах, 2004). Вторым направлением

культивирования растений *in vitro* является микроклональное размножение (рис. 4). Здесь практический выход несомненен. Но всегда следует помнить опыт многих лабораторий, получавших сорта картофеля, свободные от вирусов, но зараженные виридами. Наш опыт показывает, что наиболее действенным приложением усилий биотехнологов к селекционному процессу есть и будет получение дигаплоидов на основе гибридного материала селекционера (Пухальский и др., 1988; Неттевич и др., 1989). Совершенно ясно, что во всех трех направлениях работы необходима разработка правильного сочетания генетических положений со всем комплексом биотехнологических методов.

Отдаленная гибридизация растений прошла более чем вековой путь. Получено много результатов, интересных как с теоретической, так и с практической точки зрения. Это хорошо видно из последнего сборника, выпущенного Главным ботаническим садом РАН в 2003 г. (Отдаленная гибридизация ..., 2003), и тезисов докладов на 3-м съезде ВОГиС (Генетика в XXI веке ..., 2004). Однако из этих же сборников видно, что во многих работах преобладают элементы случайности. Дело в том, что настало время более пристального сравнительного изучения эволюционного становления геномов культурных и реликтовых видов сельскохозяйственных культур и их диких сородичей, а также эволюционной дифференциации гомеологичных хромосом у этих же групп видов. Последнее позволит понять причины компенсационных эффектов при хромосомных замещениях (Pukhalskiy *et al.*, 2001). В качестве иллюстрации полезности изучения влияния геномов можно привести наши данные и данные других исследователей по изучению генома D у мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. Объектом наших исследований были тетраформы мягкой пшеницы (табл. 2).

При этом был установлен факт повышения полевой устойчивости к мучнистой росе формы tetraCanthatch по сравнению с сортом Canthatch (табл. 3).

Было высказано предположение о наличии генов-супрессоров устойчивости к мучнистой росе в хромосомах генома D. Для проверки этой гипотезы были проведены серия скрещиваний и испытание устойчиво-

сти к мучнистой росе гибридов F₁ на фоне искусственного заражения в сравнении с сортами мягкой пшеницы и синтетической формой RL5404 (табл. 4). Была показана высокая устойчивость к мучнистой росе формы RL5404 (tetraCanthatch/*Aegilops tauschii* var. *straugulata*), балл поражения 1–2. Этот признак хорошо проявился в F₁ в комбинациях скрещивания RL5404 × Саратовская 29 и RL5404 × Московская 21 (балл поражения 1). Однако в комбинации скрещивания RL5404 × Canthatch устойчивость была значительно ниже (балл 3). Приведенные данные подтверждают наличие в геноме D сорта Canthatch генов-супрессоров устойчивости растений к мучнистой росе. Сорта же Саратовская 29 и Московская 21 таких генов в хромосомах генома D не имеют.

Таблица 3

Поражаемость* форм яровой мягкой пшеницы мучнистой росой

Сорт, форма	Геном	Первый учет	Второй учет
Canthatch	AABBDD	3	9
tetraCanthatch	AABB	2	7
Prelude	AABBDD	7	9
tetraPrelude	AABB	3	9
Thatcher	AABBDD	5	9
tetraThatcher	AABB	3	7
RL 5404	AABBD'D'	1	1–2

* Здесь и в табл. 4 дана по 10-балльной шкале.

Таблица 4

Поражаемость яровой мягкой пшеницы мучнистой росой на фоне искусственного заражения

Сорт, форма, гибрид	Геном	Балл
Canthatch	AABBDD	5
tetraCanthatch	AABB	4
RL5404	AABBD'D'	1–2
F ₁ (RL5404 × Canthatch)	AABBDD'	3
F ₁ (RL5404 × Саратовская 29)	AABBDD'	1
F ₁ (RL5404 × Московская 21)	AABBDD'	1
Саратовская 29	AABBDD	5
Московская 21	AABBDD	5

Исходные три сорта мягкой пшеницы в полевых условиях сильно поражались мучнистой росой (балл 5). Само же создание (Kerber, 1969) линии RL5404 на основе скрещивания тетраформы сорта Canthatch (геном AABB) с *Ae. tauschii* (геном D'D') говорит о возможности выявления нового генома D', в хромосомах которого не только отсутствуют гены-супрессоры, но и находятся гены устойчивости к мучнистой росе. Это и объясняет тот факт, что гибриды F₁ комбинации RL5404 × Canthatch поражались меньше (балл 3), чем сам сорт.

В дальнейшем это положение о наличии генов-супрессоров получило подтверждение при анализе нами полевой устойчивости к мучнистой росе вида *T. kiharae* Dorof. et Migusch. (аллополиплоид *T. timopheevii* Zhuk./*Ae. tauschii*), геном A^tA^tGGD'D'. Вид *T. kiharae* в годы эпифитотий мучнистой росы поражен в условиях Московской области на 5–10 % при полной иммунности вида *T. timopheevii*. Это позволяет утверждать, что гены-супрессоры, привнесенные в его геном хромосомами генома D' (*Ae. tauschii*), супрессируют и гены геномов A^t и G. Это объясняется случайным выбором японскими исследователями образца *Ae. tauschii*, несущего гены, супрессирующие гены *Pm* вида *T. timopheevii*. Идея о наличии генов-супрессоров в геноме D получила подтверждение в более поздних исследованиях, когда было показано и наличие на хромосомах генома D генов, супрессирующих гены *Sr* и *Lr*, свойственные видам *T. aestivum* (McIntosh, Dyck, 1975; Kerber, Green, 1980; Nelson, Singh, 1997), *T. durum* Desf. (Bai, Knott, 1992), а также гена, подавляющего гены *Pm17* и *Pm8* (Ren *et al.*, 1996, 1997). Этот ген был локализован на хромосоме 7D (Zeller, Hsam, 1996). Идентичных генов-супрессоров в других геномах пшениц (имеются в виду геномы A, B и G) до сих пор не обнаружено. Одновременно была выдвинута гипотеза (Bai, Knott, 1992) о селективном преимуществе форм, несущих гены-супрессоры в геноме D. Эта гипотеза требует детальной проверки. Как показали наши исследования, при подборе сортов *T. aestivum*, у которых в геноме D отсутствуют гены-супрессоры, для скрещивания с этим видом существует реальная возможность селекции высокопродуктивных

линий, устойчивых к мучнистой росе. При этом были осуществлены введение в геном *T. aestivum* генов устойчивости к мучнистой росе от *T. timopheevii* (если судить по результатам дифференциальной окраски хромосом, пришедших, по-видимому, из генома G) и замена хромосом генома D' *Ae. tauschii*, несущих гены-супрессоры устойчивости, на хромосомы, свободные от этих генов. Исследование межвидовых гибридов, полученных от скрещивания *T. aestivum* с видами *T. kiharae*, *T. timopheevii* и *T. militinae* Zhuk. et Migusch., показало, что частота замещения целых хромосом значительно выше, чем хромосомных перестроек. Всего было выявлено 69 замещений, включавших хромосомы генома G, 30 замещений хромосомами генома A^t и только 18 замещений хромосомами генома D'. Замещения в основном происходят между хромосомами родственных геномов A^t → A, G → B, D' → D и гомологами: 2D'/2D, 5D'/5D и т. п. Это свидетельствует о том, что манипуляции с хромосомами генома D' затруднены и, следовательно, существует необходимость значительного увеличения объемов экспериментов.

И еще одно наблюдение при манипуляциях с геномом D. Мы сопоставили дозу генома D в гибридах и процент содержания белка в эндосперме. Были получены следующие данные: AABB – 19,7 %; AABBDD – 16,2 %; AABBDDD – 9,4 %.

Это свидетельствует о следующем:

- для пшеницы свойственен определенный оптимум синтеза белков, который варьирует в определенном для данного вида диапазоне;
- идентично происходит процесс синтеза аминокислот в белке;
- при становлении новых видов в процессе аллополиплоидизации сохраняется одинаковый баланс содержания белка и аминокислот.

Поэтому проблема состоит в том, чтобы дать точное теоретическое обоснование целеобразных пределов повышения содержания белка или незаменимых аминокислот в зерне создаваемых сортов.

Устойчивость растений к фитопатогенам в настоящее время является актуальной проблемой при селекции интенсивных сор-

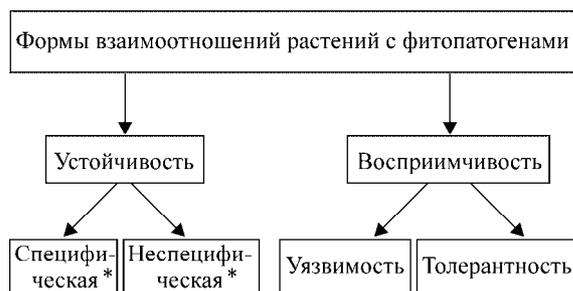


Рис. 5. Основные направления биотехнологических исследований.

* Деление на специфическую и неспецифическую устойчивость весьма условно.

тов. Типы взаимодействия растений с фитопатогенами представлены на рис. 5. Казалось бы, все ясно. Однако проблематичными являются два положения. Первое: не является ли условным разделение Ван дер Планком устойчивости на специфическую и неспецифическую? Второе: почему получили преимущество при распространении из очагов первичного происхождения формы растений, не обладающие иммунитетом к фитопатогенам? Ответ на эти вопросы, несомненно, позволит оптимизировать теорию выбора исходного материала в селекционном процессе. И еще одно. Эйфория, связанная с возможностью получения трансгенных растений, устойчивых к фитопатогенам, свела практически на нет проблему приобретенного иммунитета в результате вакцинации растений.

Генетические маркеры. К ним в настоящее время относятся: гены-маркеры, биохимические маркеры, молекулярные маркеры, *QTL*-маркеры, родословные. Все эти системы с разной степенью эффективности используются в различных исследованиях. Так, анализ частот генов гибридного некроза, полиморфных аллелей глиадиновых и гордеиновых локусов, а также анализ родословных были использованы в нашей лаборатории при мониторинге сортов пшеницы и ячменя России (Добровольская и др., 2004; Алтухов и др., 2005). Показано уменьшение генетического разнообразия сортов пшеницы в процессе селекции (рис. 6, 7), что в свою очередь привело к уменьшению такового и во всех регионах ее возделывания (рис. 8, 9). Это свидетельствует о генетической эрозии, конечным результатом которой

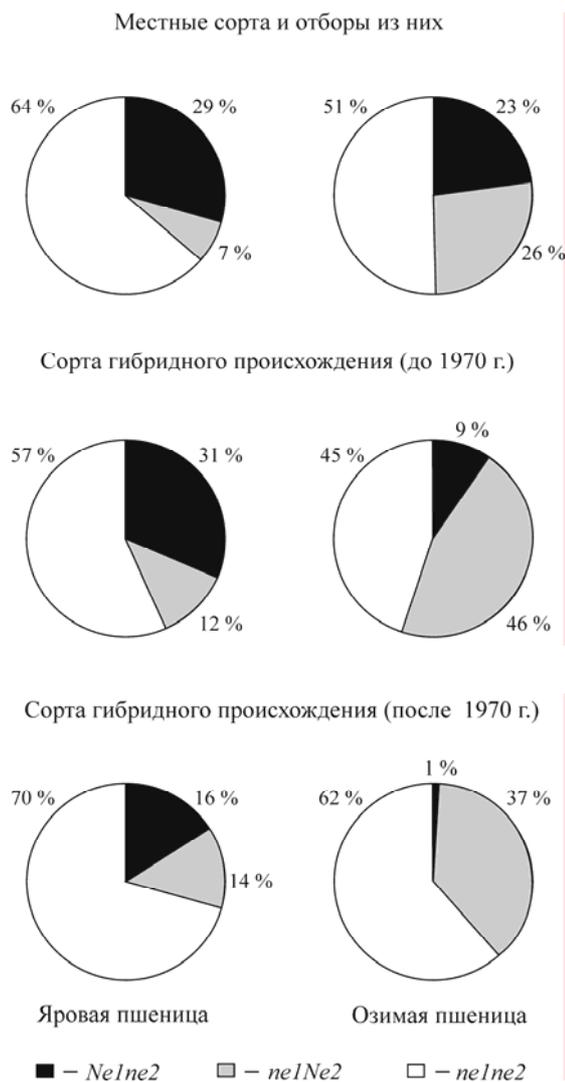


Рис. 6. Частоты генов гибридного некроза в сортах яровой и озимой мягкой пшеницы по периодам селекции.

является потеря значительного числа генов и/или их аллелей, ценность многих из которых нам станет ясной в будущем.

С использованием молекулярных маркеров (AFLP, RAPD, ISSR, SSR, cpSSR) нашей аспиранткой Н. Рыжовой (2004) было проведено изучение межвидовой и внутривидовой генетической дивергенции в роде *Capsicum*. Полученные данные в основном подтвердили имеющуюся ботаническую систематику рода. В то же время нами (Кудрявцев и др., 2003) получены данные, показывающие низкую ($r = 0,25$) корреляцию генетической дивергенции (использовался RAPD анализ)

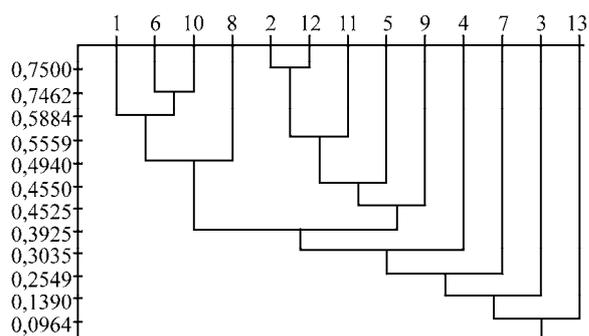


Рис. 7. Дендрограмма кластеризации коэффициентов родства 13 сортов озимой мягкой пшеницы, районированных в Центральном регионе России.

1 – Безенчукская 380; 2 – Заря; 3 – Звезда; 4 – Имени Рапорта; 5 – Инна; 6 – Мироновская 808; 7 – Московская 39; 8 – Московская 70; 9 – Московская низкостебельная; 10 – Немчиновская 52; 11 – Памяти Федина; 12 – Янтарная 50; 13 – Суздальская 2.

сортов *T. durum* с дивергенцией, вычисленной на основе родословных.

Особое место среди молекулярных маркеров занимают *QTL*-аллели. Они представляют огромный интерес для проблем селекции как кластеры генов, детерминирующие количественные признаки. Однако настораживают данные о сложном взаимодействии этих аллелей между собой. Так, показано (Колесникова, 2001), что в одном генотипе могут существовать следующие генетические эффекты *QTL*-локусов: доминирование, сверхдоминирование, отсутствие доминирования, аддитивные эффекты.

И остается неясным, каковы подходы к использованию столь желательных с селекционной точки зрения аллелей. Эта проблема, по-видимому, может быть решена при подключении к данным исследованиям специалистов по генетике количественных при-

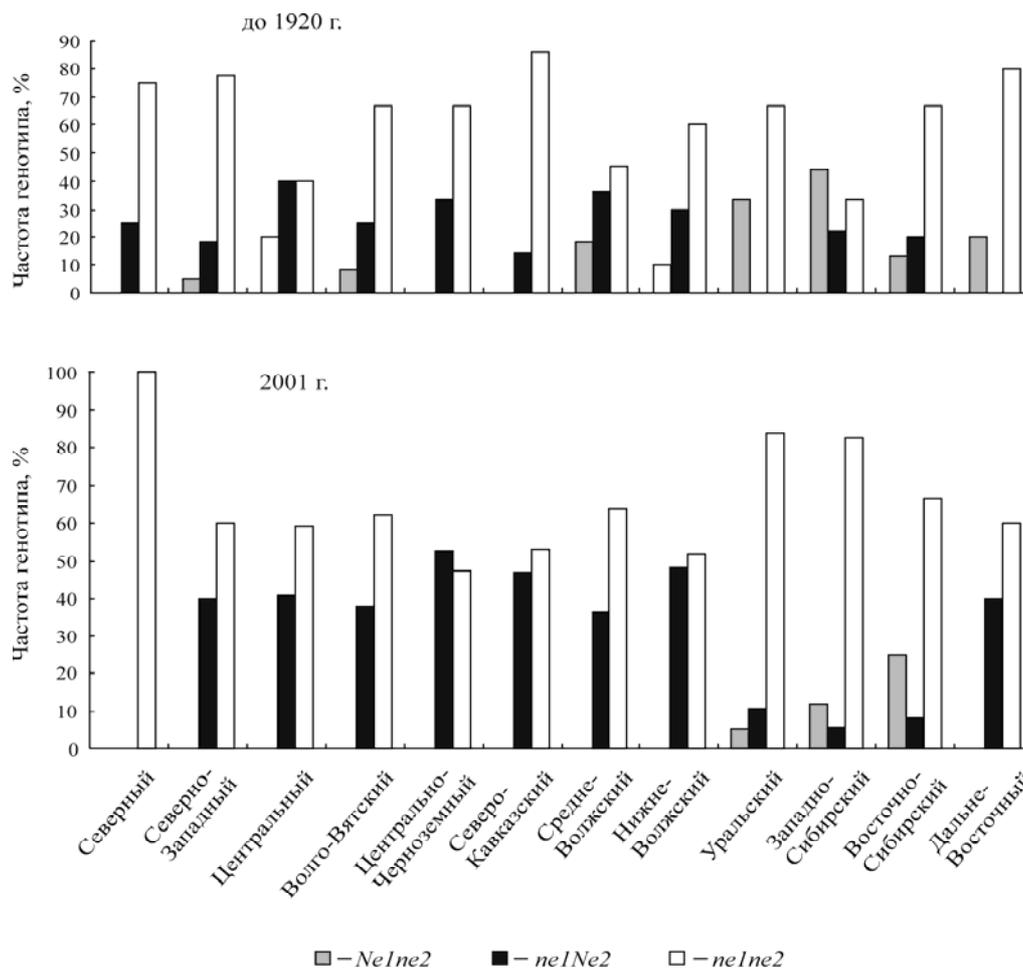


Рис. 8. Частоты генотипов гибридного некроза по регионам России.

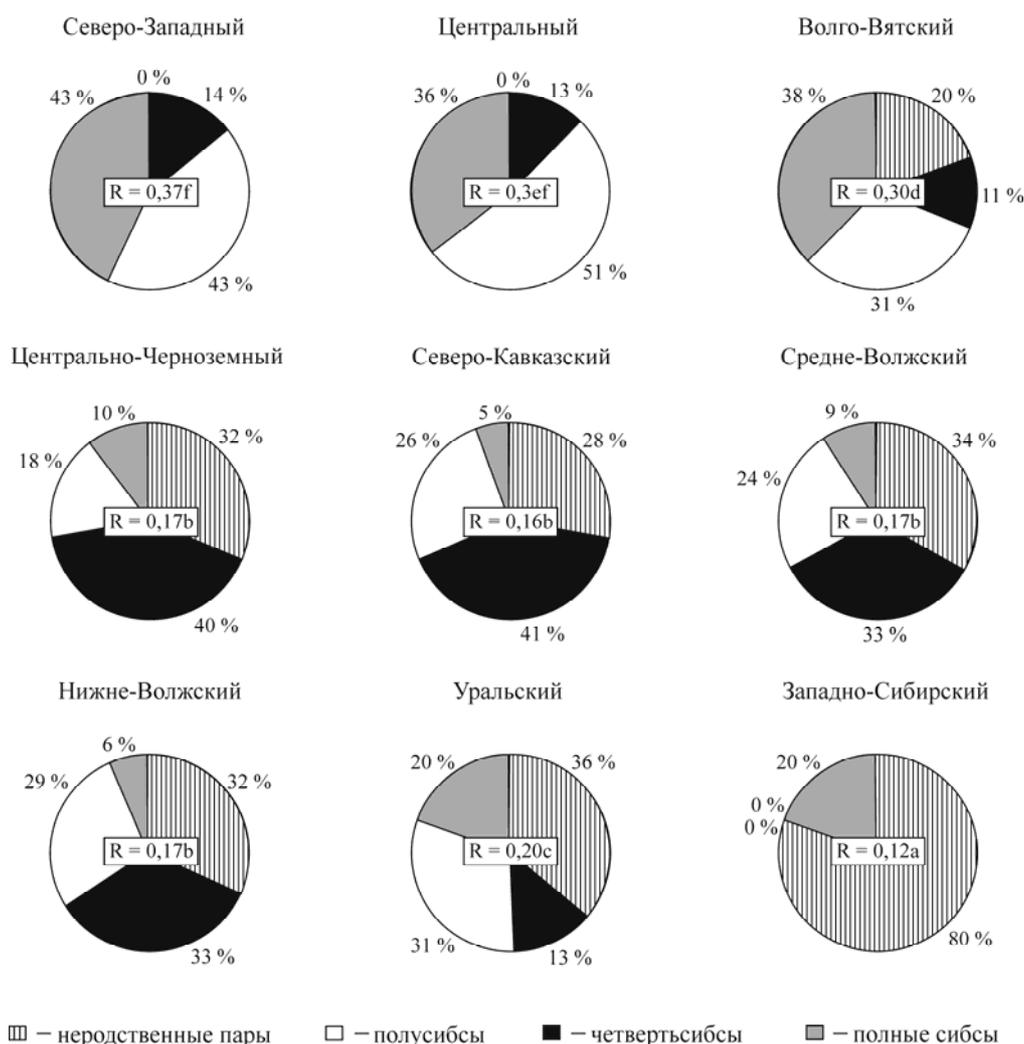


Рис. 9. Генетическое разнообразие допущенных к использованию сортов мягкой озимой пшеницы по регионам выращивания.

знаков. В целом необходима хорошая теория использования генетических маркеров в селекционном процессе. И наконец, оценка проблем, связанных с **генетической инженерией растений**. Это в целом – будущее XXI в. Однако здесь много неясного и трудного для разработки действенной генетической теории селекции. С чем уже сейчас можно согласиться и что ясно? Использование методов генетической инженерии позволяет:

- создать модели для познания действия и взаимодействия генов и генных систем;
- улучшить и увеличить объемы продукции;
- сократить сроки селекции;
- получить новые лекарственные препараты и т. п.

Однако на фоне определенной эйфории от перспектив, которые сулит генетическая инженерия, мы не должны забывать и о возможных отрицательных последствиях создания и включения в коммерческий оборот трансгенных форм растений. В первую очередь, это риск для здоровья человека, экосистем, исторически сложившейся культурной и дикой флоры.

Нужны весомые экспериментальные данные, на основе которых и может быть окончательно разработана действенная теория использования трансгенных растений в селекционном процессе. Таковы в целом проблемы, решение которых, несомненно, обогатит генетическую теорию селекции, приблизив ее к задачам современной селекции растений.

Литература

- Алтухов Ю.П., Пухальский В.А., Политов Д.В., Поморцев А.А., Калабушкин Б.А., Упельник В.П. Динамика популяционных генофондов растений // Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях. М.: Наука, 2005. С. 295–413.
- Вавилов Н.И. Критический обзор современного состояния генетической теории селекции растений и животных // Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости М.: Наука, 1987. С. 224–246.
- Генетика в XXI веке: современное состояние и перспективы развития. (3-й съезд ВОГиС. Москва 6–12 июня 2004 г.). Москва, 2004. Т. 1. 520 с.; Т. 2. 512 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. 40, № 11. С. 1509–1522.
- Колесникова М.А. Использование молекулярных маркеров для картирования генов устойчивости (QTL) к ложной мучнистой росе у жемчужного проса: Автореф. дис. ... канд. наук. М., 2001. 20 с.
- Кудрявцев А.М., Мартынов С.П., Броджио М., Пухальский В.А. Оценка возможности использования RAPD-анализа для выявления филогенетических связей между сортами яровой твердой пшеницы (*T. durum* Desf.) // Генетика. 2003. Т. 39, № 9. С. 1237–1245.
- Кунах В.А. Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова в соматональной изменчивости растений // Генетика в XXI веке: современное состояние и перспективы развития. М., 2004. Т. 1. С. 73.
- Неттевич Э.Д., Молчанова Л.М., Пухальский В.А., Смолин В.П., Денисова Л.В., Внучкова В.А. Гаплоидия как метод создания исходного материала в селекции // Вестник с.-х. науки. 1989. № 7. С. 93–99.
- Отдаленная гибридизация. Современное состояние и перспективы развития. М.: МСХА, 2003. 332 с.
- Поморцев А.А., Лялина Е.В. Идентификация и оценка сортовой чистоты семян ячменя методом электрофоретического анализа запасных белков зерна. М.: МСХА, 2003. 85 с.
- Пухальский В.А., Чистякова В.Н., Астащенко А.М., Денисова Л.В. Эффективность метода BULBOSUM в селекции ярового ячменя // Тез. Междунар. конференции «Биология культивируемых клеток и биотехнология». Новосибирск, 1988.
- Рыжова Н.Н. Молекулярное маркирование генома перца: Автореф. дис. ... канд. наук. М., 2004. 24 с.
- Струнников В.А. Новая гипотеза гетерозиса: ее научное и практическое значение // Вестник с.-х. науки. 1983. № 3. С. 34–40.
- Струнников В.А. Генетические основы гетерозиса и комбинационной способности у тутового шелкопряда // Генетика. 1986. Т. 22, № 2. С. 229–243.
- Френкель Р. Предисловие к английскому изданию // Гетерозис. М.: Агропромиздат, 1987. С. 15–16.
- Bai D., Knott D.R. Suppression of rust resistance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) by D-genome chromosomes // Genome. 1992. V. 35. P. 276–282.
- East E.M. Heterosis // Genetics. 1936. V. 21. P. 173–181.
- Jones D.F. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis // Genetics. 1917. V. 2. P. 466–479.
- Kaltsikes P.J., Evans L.E., Larter E.N. Morphological and meiotic characteristics of the extracted AABB tetraploid component of three varieties of common wheat // Can. J. Genet. Cytol. 1969. V. 11. P. 65–71.
- Keeble J., Pellew C. The mode of inheritance of stature and of time of flowering in peas (*Pisum sativum*) // J. Genet. 1910. V. 1. P. 47–56.
- Kerber E.R. Wheat: Reconstitution of the tetraploid component (AABB) of hexaploids // Science. 1964. V. 143. P. 253–255.
- Kerber E.R., Green G.J. Suppression of stem rust resistance in the hexaploid wheat cv. Canthatch by chromosome 7DL // Can. J. Bot. 1980. V. 58. P. 1347–1350.
- Kerber E.R., Tipples K.H. Effects of the D genome on milling and baking properties of wheat // Can. J. Plant Sci. 1969. V. 49. P. 255–263.
- McIntosh R.A., Dyck P.L. Cytogenetical studies in wheat VII. Gene *Lr23* for reaction to *Puccinia recondita* in Gabo and related cultivars // Australian J. of Biol. Sci. 1975. V. 28. P. 201–211.
- Nelson J.C., Singh R.P., Autrique J.E., Sorrels M.E. Mapping genes conferring and suppressing leaf rust resistance in wheat // Crop Science. 1997. V. 37. P. 1928–1935.
- Osipova E.V., Rudenko M.I., Balaknina V.P., Pukhalskiy V.A. The selection of homozygous lines of barley resistant to *Heterodera filipjevi* based on the nematode resistant Turkish к-6808 cultivar // Russ. J. of Nematology. 1997. V. 5, N 1. P. 23–26.
- Pukhalskiy V.A., Badaeva E.D., Prokofieva Z.D., Obolenkova L.A., Bilinskaya E.N. Investigation of substitution lines as a tool for evaluation of genetic relationships of individual chromosomes in two evolutionary lineages of wheat // EWAC Newsletter. 2001. P. 159–161.

- Ren S.X., McIntosh R.A., Lu Z.J. Genetic suppression of the cereal rye-derived gene *Pm 8* in wheat // *Euphytica*. 1997. V. 93. P. 353–360.
- Ren S.X., McIntosh R.A., Sharp P.J., The T.T. A storage protein marker associated with the suppressor of *Pm 8* for powdery mildew resistance in wheat // *Theor. Appl. Genet.* 1996. V. 93. P. 1054–1060.
- Zeller F.J., Hsam S.L.K. Chromosomal location of a gene suppressing powdery mildew resistance genes *Pm8* and *Pm17* in common wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) // *Theor. Appl. Genet.* 1996. V. 93. P. 38–40.

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В КАЗАХСТАНЕ

Р.И. Берсимбаев, К.К. Шулембаева

НИИ проблем биологии и биотехнологии Казахского национального университета
им. аль-Фараби, Алматы, e-mail: Kulzia@kazsu.kz

Среди зерновых культур Казахстана пшеница занимает ведущее место. Она возделывается в различных природно-климатических зонах республики. Это требует усиления работы по созданию и внедрению в производство ее сортов, устойчивых к неблагоприятным условиям внешней среды и приспособленных к интенсивным технологиям возделывания. В настоящее время наряду с традиционными методами селекции на повышение устойчивости пшеницы к стрессовым факторам большие надежды возлагаются на хромосомную инженерию. Прикладное значение хромосомной инженерии состоит в возможности замещения отдельных пар хромосом мягкой пшеницы на хромосомы другого сорта этого же вида. В связи с этим значительно возрастает актуальность разработки генетических методов изучения комплекса хозяйственно важных признаков: продуктивности, качества зерна, устойчивости к болезням и вредителям и т. д. Методы хромосомной инженерии также позволяют устанавливать число генов, контролирующих тот или иной признак, определять их эффект и аллельные взаимоотношения, а также локализовать эти гены в определенных хромосомах.

В данной работе представлены результаты многолетних исследований по созданию серии моносомных линий на основе наиболее приспособленного к местным условиям сорта мягкой пшеницы Казахстанская 126; межсортовому изучению хромосом, а также локализации генов, контролирующих хозяйственно важные для селекции признаки пшеницы.

Создание серии моносомных линий сорта Казахстанская 126 (КазНИИЗ) проводили на основе набора моносомных линий сорта Chi-

nese Spring, полученных Сирсом (E.R. Sears [1]). Необходимость создания новой моносомной серии была обусловлена наличием ряда недостатков сорта Chinese Spring: полегаемости, осыпаемости, плохого качества зерна, поражаемости видами ржавчины. Скрещивание моносомных линий Chinese Spring с сортом Казахстанская 126 было начато в 1970 г. Все вовлеченные в гибридизацию растения моносомных линий Chinese Spring были идентифицированы цитологически. По сорту Казахстанская 127 (отцовская форма) были использованы элитные растения, проверенные на однотипность.

Создание серии моносомных линий и моносомный анализ признаков. Цитогенетические исследования, которые выполняются с помощью анеуплоидов мягкой пшеницы, включают две взаимообусловленные задачи: 1) создание новых серий анеуплоидов по наиболее ценным местным коммерческим сортам и выявление генетических, цитогенетических и цитологических особенностей; 2) создание замещенных линий, когда донорскими формами являются как сорта мягкой пшеницы, так и представители других близких родов (рожь, эгилопс).

Первым этапом в ходе данных исследований являлось создание моносомной серии по приспособленному к местным условиям сорту яровой мягкой пшеницы Казахстанская 126. Выбор сорта обусловлен тем, что он в 1970-е гг. возделывался на 80 % площадей, занятых в Казахстане яровой пшеницей. Сорт Казахстанская 126 является родоначальником ряда других районированных сортов региона: Казахстанской 3, Казахстанской 4, Эритроспермума 74 (КазНИИ зем-

леделия, Актюбинская опытная селекционная станция) и Интенсивной (КиргНИИ земледелия).

Растения F_1 гибридов от контрольного скрещивания были однотипными, относились, как и отцовский сорт, к разновидности *milturum*, инфлятного типа и имели остевидные придатки на верхушке колоса. При использовании растений моносомных линий Chinese Spring в качестве материнских форм отмечали различия, свойственные потомствам определенных линий.

Описание моно- и дисомных растений F_1 гибридов, полученных от скрещивания моносомной серии Chinese Spring с сортом Казахстанская 126, проводилось на основе анализа структуры 10–15 колосьев в полевых условиях и 4–5 колосьев в теплице. При выращивании в теплице размеры колосьев резко уменьшались, но межлинейные различия сохранялись, как и в полевых условиях. Остистые колосья имели моносомные растения F_1 гибридов от скрещивания моно4В и моно6В Chinese Spring с Казахской 126. Ости у этих гибридов развивались не только на боковых, но и на третьих цветках; их длина в середине колоса составляла 5–7 см. Дисомные растения этих гибридов были безостыми. В последующих беккроссах (BC_{1-10}) морфологически выявляли признаки, позволяющие отличить моносомные растения от их дисомных сибсов и исходного сорта. После BC_{10-11} по морфологии дисомные растения всех линий имели фенотип сорта Казахстанская 126.

В 8 моносомных линиях (1А, 3А, 5А, 7А, 2В, 4В, 6В и 5D) сорта Казахстанская 126 были обнаружены различия по морфологии колоса между моносомными и дисомными растениями, что позволяло проводить визуальный отбор моносомных растений и уже отобранные по фенотипу моносомные растения проверять цитологически. Так, моносомники по хромосоме 3А отличаются от дисомного сибса треугольным, глубоким вырезом плеча, по 5А – спельтоидным, по 1А – скверхедным колосом, по 7А – узкоскошенным плечом, по 2В – широкой, плоской формой остей, по 4В – короткостебельностью. Это облегчает трудоемкий цитологический анализ при включении в гибридизацию моносомиков и при создании замещенных линий.

Стабилизация мейоза у моносомных линий сорта Казахстанская 126. При создании моносомных линий и проведении хромосомной локализации хозяйственно важных признаков необходимое условие – цитологическая идентификация хромосом-унивалентов у потомков F_1 гибридов. Рядом авторов, работавших с разными сортами пшеницы, в процессе создания моносомных линий отмечена стабилизация мейоза по мере возрастания числа беккроссов [2, 3].

В МI мейоза у моносомных гибридов F_1 моноChinese Spring × Казахстанская 126, как правило, образуются двадцать бивалентов и один унивалент ($20^{II}+1^I$). Иногда встречались клетки с конфигурацией – $19^{II}+3^I$ (0,26–7,63 % от числа изученных) и $18^{II}+5^I$ (0,38–5,15 %) с палочковидными бивалентами (0,07–2,09 %) и другими нарушениями (0,09–16,79 %). В процессе беккроссирования указанные нарушения проявлялись нерегулярно. В AI и AII наблюдались мосты и редко в AI – клетки с ацентрическим фрагментом. Наблюдалась прямая зависимость между частотой отстающих унивалентов и частотой образования микроядер в тетрадах.

Частота нарушений в мейозе у F_1 гибридов по геномам А и В примерно одинакова. Наибольшее число нарушений отмечено у моносомных линий по хромосомам генома D.

Большое значение для создания моносомных линий имеет установление момента стабилизации мейоза. В нашем опыте число отстающих унивалентов в AI и AII, наличие микроядер в тетрадах сильно колебались у беккроссов разных поколений. Такие резкие колебания по числу клеток с нарушенной конъюгацией хромосом не позволяют использовать эти показатели как критерии стабилизации мейоза. Более надежным критерием стабилизации мейоза линий может служить снижение числа палочковидных бивалентов в МI мейоза. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что проведение 6–7 беккроссов недостаточно для получения гомозиготного материала по сорту Казахстанская 126. Стабилизация наступала только после 9–10 беккроссов.

Цитологическое изучение мейоза у гибридов должно своевременно учитывать возможную «смену унивалента» и последствия реципрокных транслокаций, которые могут

возникать в системе возвратных скрещиваний с сортами, имеющими различные карิโอ-типы [2]. В процессе цитологического анализа у большинства моносомных F_1 гибридов наблюдали в небольшой степени неполную конъюгацию хромосом (асинапсис) и образование от 3 до 5 унивалентов. Потомство гибридов с подобными нарушениями в мейозе исключалось из дальнейшего исследования. Соответствие унивалента теоретически предполагаемой хромосоме у моносомных линий сорта Казахстанская 126 неоднократно было проверено путем скрещивания их с дителосомными линиями Chinese Spring. В доступных литературных источниках мы не встречали подробного описания дителосомных линий сорта Chinese Spring. Это стало основанием составления нами определителя дителосомных по стандартному плечу линий данного сорта.

Хромосомная локализация генов. При цитогенетических исследованиях выделяли моносомные ($2n = 41$) и дисомные растения ($2n = 42$). Цитологический анализ мейоза проводили на стадиях: метафазы I (MI), анафаз I (AI) и 2 (AII) и в тетрадах по общепринятой методике. Проверка соответствия унивалента моносомных растений определенной хромосоме осуществлялась путем скрещивания с дителосомными линиями Chinese Spring. Моносомный генетический анализ признаков и получение новой серии моносомных линий проводили согласно Сирсу [1]. Исследование морфологических признаков F_1 гибридов от скрещивания моносомных линий Chinese Spring с сортом Казахстанская 126 позволило установить отличительные особенности моносомиков и дисомиков по признакам, контролируемым рецессивными генами. Так, анализ остистости позволил подтвердить ранее полученные данные о том, что генами-ингибиторами остистости являются гены *Hd* и *B2* [1].

Окраска колоса. Моносомный анализ признака «окраска колоса» позволил локализовать контролирующие его доминантные гены *Rg1* и *Rg3* в хромосомах 1В и 6А сорта Казахстанская 126, причем экспрессивность гена *Rg1* больше, чем гена *Rg3*.

Высота растений. Моносомные растения F_2 гибридов от скрещивания моноChinese Spring с сортом Казахстанская 126 по хромосомам 7А, 3А, 4А, 4В, 2В и 2D оказались более низкорослыми, чем по хромосомам 1В и 6А. Аналогичные результаты были получены ранее рядом исследователей [4]. Среди шести выделенных нами хромосом, гены которых контролируют высоту растения у сорта Казахстанская 126, и четырнадцати хромосом образца к-45933 наибольшее влияние на выраженность признака оказывают хромосомы 7А и 1А. Сделано предположение, что в этих хромосомах находятся гены *Rht14* и *Rht15*.

Устойчивость растений пшеницы к бурой ржавчине. Устойчивость к бурой ржавчине оценивали по международной шкале [5]. Цитогенетические исследования, проведенные в последнее десятилетие с помощью анеуплоидии, позволили установить сложные взаимодействия генов и определить участие отдельных хромосом в реализации того или иного признака пшеницы. Некоторые успехи достигнуты и в изучении наследования устойчивости пшеницы к грибным заболеваниям [6–8]. На базе серии моносомных линий сорта Казахстанская 126 нами изучалась генетика устойчивости к бурой ржавчине.

Многолетние испытания образцов к-48198, к-45933, и-398835, и-245355 из коллекции ВИР показали их устойчивость к трем видам ржавчины (бурой, стеблевой и желтой). Устойчивость к бурой ржавчине образцов к-48198, к-45933 и сорта Кокбидай отмечена типом поражения – «0», образцов и-398835, к-245355 – «1» и восприимчивость сорта Казахстанская 126 – типом поражения «4». Изучение наследования устойчивости к бурой ржавчине этих образцов показало, что у индийского образца яровой мягкой пшеницы к-48198, обозначенного нами символом *Lr38**, этот признак контролируется одним доминантным геном. Моносомный анализ растений F_2 гибридов свидетельствует о локализации гена *Lr38** в хромосоме 1В образца к-48198. Ген, локализованный в хромосоме 1В, отличается от известных генов *Lr26* и

* Примечание редакции. Ранее другими авторами геном *Lr38* был обозначен ген, интрогрессированный из *Aegilops intermedium*.

Lr33, находящихся в той же хромосоме. Отличие гена *Lr38** от *Lr26* и *Lr33* выявлено по отсутствию у образца к-48198 белкового маркера гена *Lr26* [8]. Ген устойчивости к бурой ржавчине *Lr38** у этого образца высокоэффективен во всех фазах развития растения. Образец к-48198 и сорт Кокбидай обладают, кроме устойчивости, рядом других положительных признаков (короткостебельностью, продуктивностью, скороспелостью) и, следовательно, представляют собой ценный исходный материал для дальнейшего использования в селекционных программах. Моногенный характер наследования устойчивости к бурой ржавчине открывает широкую возможность для проведения межсортового замещения хромосом.

Устойчивость к бурой ржавчине мексиканского образца к-45933 контролируется двумя возрастными генами: *LrG1* и *LrM*. С помощью моносомного анализа были выявлены две «критические» хромосомы 5A и 2B. Избыток устойчивых растений у моносомных гибридов по 2B хромосоме объясняется действием гена *LrM* [9]. Этот ген, по данным авторов, аллелен гену *Lr23*. Новый высокоэффективный доминантный ген, обозначенный нами временным символом *LrG1*, локализован в хромосоме 5A. Данный ген отличается от известных генов устойчивости [9, 10]. Понижающий устойчивость к бурой ржавчине ген обнаружен в хромосоме 4D. Для выяснения экспрессии генов, локализованных в хромосомах 5A и 2B, анализировали семьи F₃ гибридов. Результаты их исследования показали высокую эффективность гена, локализованного в хромосоме 5A. Количество растений по 5A хромосоме с типом реакции «0» составило 78,45 %, что намного выше показателя второй критической хромосомы 2B, где растения с типом реакции «0» составили 29,19 %.

Устойчивость к бурой ржавчине образца и-398835 контролируется двумя независимыми генами, один из которых доминантный, а другой – рецессивный. Новый высокоэффективный ген *LrK*, локализованный в хромосоме 5A образца и-398835, отличается от известных в настоящее время эффективных генов *Lr12*, *Lr13*, *Lr22a* и *Lr22b*. Кроме главных генов устойчивости к бурой ржавчине, также было отмечено влияние генов-

модификаторов. Так, гены-модификаторы, локализованные в хромосомах 4A и 3B образцов к-48198 и к-45933, усиливают устойчивость к бурой ржавчине. Гены в хромосоме 3B образца и-398835, наоборот, понижают ее. Устойчивость образца к-45355 контролируется моногенно и ген, ее обуславливающий, локализован в хромосоме 5A.

Образец озимой мягкой пшеницы 964 обладает комплексной устойчивостью к ржавчинным и головневым грибам. В фазе всходов образец 964 показал высокую устойчивость (0 баллов), а во взрослой стадии в полевых условиях уровень устойчивости снижался до 2–3 баллов. Ген, контролирующей устойчивость этого образца в ювенильной стадии, локализован в хромосоме 1B, а ген, снижающий ее, – в 3B хромосоме. Доминантный ген, контролирующей устойчивость образца 964, обозначен нами временным символом *LrZ*.

Гибридный некроз. Моносомный анализ F₁ и F₂ гибридов в комбинациях от скрещивания 19 моносомных линий Казахстанская 126 с образцом к-45933 позволил локализовать доминантный ген *Ne2* в хромосоме 6D образца к-45933, а доминантный ген *Ne1* – в хромосоме 2B сорта Казахстанская 126. Выщепление в разных потомствах F₂ гибридов нормальных и некрозных растений у дисомиков ряда линий свидетельствует, что сорт Казахстанская 126 гетерогенен по аллелям гена *Ne1Ne1*. В дальнейшем отобранные в потомстве самоопыленных моносомных растений дисомные потомства с генотипом *ne1ne1 ne2ne2* могут быть использованы для воссоздания полной серии моносомных линий сорта Казахстанская 126 без доминантного гена *Ne1Ne1*.

Образец к-45933 представляет большую селекционную ценность как носитель признаков короткостебельности, устойчивости к ржавчине. Мы рекомендуем включить его в селекционный процесс в качестве донора этих признаков, но это возможно после замены доминантного гена *Ne2* на его рецессивную аллель. Для этого мы планируем работу по замещению хромосомы 6D сорта Казахстанская 126.

Тип развития (яровость–озимость). Идентификацию генов, контролирующих яровой тип развития (*Vrn*) у мягкой пшеницы, проводили с помощью изогенных линий

Triple Dirk. Семена этих линий любезно переданы нам д.б.н. Н.П. Гончаровым (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск). В результате изучения генетического контроля ярового типа развития новых сортообразцов определены их генотипы по генам *Vrn*. Полученные нами краснозерные аналоги сорта Казахстанская 4 – сорта Надежда и Мирас имеют генотип *Vrn1Vrn1vrn2vrn2 Vrn3Vrn3*, замещенный аналог образца к-48198 – *Vrn1Vrn1vrn2vrn2vrn3vrn3*. Они рекомендуются для южных и юго-восточных регионов Казахстана. Изогенная-86, Изогенная-96, Интенсивная с генотипом *Vrn1Vrn1 Vrn2Vrn2 Vrn3Vrn3* могут успешно выращиваться во всех областях Казахстана, форма Карашаш и образец к-45933 с генотипом *Vrn1Vrn1 Vrn2Vrn2 vrn3vrn3* пригодны для северных областей Республики.

Созданный нами аналог сорта Казахстанская 4 по признаку «опушение листа» отличается более коротким вегетационным периодом (45,5 дня от всходов до колошения) по сравнению с контролем (53,5 дня). Генетическое изучение у него типа и скорости развития позволило определить генотип аналога как *Vrn1Vrn1 vrn2vrn2 vrn3vrn3*.

Результаты изучения сорта Казахстанская 126 по генам, контролирующим яровость, согласуются с данными О.И. Майстренко [11].

Межсортовое замещение хромосом. Задачей данного этапа работы было создание замещенного аналога сильной пшеницы Казахстанская 4 с опушенными листьями. Опушение листа молодых растений пшеницы – хорошо наблюдаемый маркерный признак. Считаем, что оно выполняет защитную роль, снижая повреждаемость всходов пшеницы шведской мухой, а на стадии трубкование–колошение – пьвицей, которая выедает паренхиму листьев, не трогая при этом их эпидермиса. Пьявица особенно вредоносна на юге и юго-востоке Казахстана. В отдельные годы она поражает посевы, что ведет к снижению урожайности у пшеницы до 25 % [12]. Методы борьбы с насекомыми и вредителями сельскохозяйственных культур растений, связанные с обработкой различными инсектицидами, во-первых, загрязняют окружающую среду, во-вторых, уничтожают не только вредителей, но и полезных насекомых, в третьих, проведение таких мероприятий на обширных посевах обходится

дорого. Некоторые исследователи неповреждаемость сортов яровой мягкой пшеницы связывают с опушенностью их листовой пластинки. В связи с этим создание замещенных аналогов районированных сортов пшеницы, обладающих интенсивным опушением листа, является актуальным. Ген *Hl*, определяющий густое опушение листовой пластинки, локализован в β -плече хромосомы 4А сорта Саратовская 29 [13] и является удачным маркерным признаком для хромосомной инженерии. Моносомная линия сорта Казахстанская 4 по хромосоме 4А была создана на основе таковой сорта Казахстанская 126. Это позволило осуществить целенаправленное замещение хромосомы 4А сорта Казахстанская 4 соответствующей хромосомой сорта-донора Саратовской 29. Введение хромосомы донора в генотип реципиента осуществлялось путем шестикратного беккроссирования сортом Казахстанская 4 моносомных гибридных растений, полученных от скрещивания моно4А Казахстанская 4 на Саратовскую 29. В каждом поколении беккроссов отбирали для скрещивания растения, максимально приближающиеся по фенотипу к Казахстанской 4. Завершающим этапом было самоопыление моносомных растений ВС₆ и отбор в потомстве дисомиков, гомозиготных по гену *HlHl* растений. В селекционных посевах замещенный аналог сорта Казахстанская 4 характеризовался устойчивостью к повреждению пьвицей и коротким вегетационным периодом по сравнению с сортом-реципиентом.

Получение морфологически маркированных изогенных линий. Для облегчения трудоемких цитологических анализов при замещении хромосом нами проводится программа создания изогенных линий пшеницы сорта Казахстанская 126, морфологически маркированных определенными признаками для последующего введения гена-маркера в соответствующие моносомные линии данного сорта. Введение гена-маркера в реципиентную моносомную линию сорта Казахстанская 126 осуществлялось по десяти линиям. В настоящее время создание моносомных маркированных линий доведено до 4–6 беккроссов. Заметим, что моносомная серия сорта Казахстанская 126 является одной из восьми полных моносомных серий, созданных исследователями бывшего СССР на местном

сортименте [14]. Причем она одна из двух серий, полученных на районированных за Уралом сортах мягкой яровой пшеницы.

Получение чужеродно замещенных линий пшеницы. Одним из перспективных направлений является использование чужеродной генетической изменчивости родственных видов [15–17]. Для получения устойчивых к бурой ржавчине форм мягкой пшеницы сорт Казахстанская 3 был скрещен с *T. timopheevii*. В последующем было проведено трехкратное насыщающее скрещивание. Параллельно проводили многократный индивидуальный отбор устойчивых к болезням линий, в результате которого была выведена устойчивая к ржавчинным и головневым болезням высококачественная форма Карашаш. В настоящее время она проходит испытание в селекционных посевах КазНИИ земледелия. У гибридов F₂ от скрещивания формы Карашаш с эффективными в наших условиях линиями-тестерами с генами *Lr9*, *Lr19*, *Lr24* отмечено расщепление на чувствительные–устойчивые растения. Это указывает на неаллельность генов устойчивости Карашаш этим генам. В ходе работы выявлен широкий спектр расщепления, богатый различающимися по фенотипу растениями.

По мнению Н.И. Вавилова, урожай есть производное среды и генотипа и в значительной степени определяется условиями возделываемого района [18]. Приступая к созданию сорта, селекционер должен опираться на вавиловское понятие типа идеального сорта. Идеотип пшеницы включает оптимальную продолжительность вегетационного периода, тип куста, высоту растения, строение соломины, длину отдельных междоузлий, интенсивность опушения листьев и их положение в разные фазы развития, тип и окраску колоса, окраску и качество зерна и т. д. Эти показатели в течение ряда лет изучались нами с целью увеличения разнообразия исходного материала, а также для улучшения некоторых признаков пшеницы. Полученные на основе этих методов сорта и исходные формы по ряду показателей соответствуют модели идеального типа и требованию Государственной комиссии по сортоиспытанию. Созданные нами сорта Надежда и Мирас районированы в южных областях Республики.

Литература

1. Sears E.R. The aneuploids of common wheat // Univ. Mis. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 1954. V. 572. P. 1–59.
2. Майстренко О.И. Создание серии моносомных линий у мягкой пшеницы *Triticum aestivum* и их использование в генетических исследованиях // Цитогенетика пшеницы и ее гибридов. М.: Наука, 1971. С. 104–110.
3. Unrau J. The use of monosomes and nullisomes in cytogenetics of common wheat // Sci. Agric. 1950. V. 30. P. 66–89.
4. Gale M.D., Salter A.M., Angus W.J. The effect of dwarfing genes on the expression of heterosis for grain yield in F₁ hybrid wheat // *Currentions for cereal improvement* / Ed. M. Maluszjnski. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1989. P. 49–62.
5. Mains E.B., Jackson H.S. Physiologic specialization leaf rust of wheat *P. triticina* Erikss. // *Phytopathology*. 1926. № 16. P. 89–120.
6. Михайлова Л.А., Тарышкин Л.Г., Дерова Т.Г. Наследование устойчивости к бурой ржавчине у некоторых сортов озимой пшеницы // *Генетика*. 1987. Т. 23, № 11. С. 2047–2053.
7. Макарова Г.А., Одинцова И.Г. Доноры новых генов устойчивости к бурой ржавчине у некоторых сортов озимой пшеницы // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1994. Т. 132. С. 14–16.
8. McIntosh R.A., Hart G.E., Devos K.M., Gale M.D., Rogers W.J. Catalogue of gene symbols for wheat // *Proc. 9th Intern. Wheat Genet. Symp.* Saskatoon, Canada, 1998. V. 5. P. 1–235.
9. Пеуша Х.О., Одинцова И.Г., Шнайдер Т. Влияние температуры на экспрессивность гена *Lr23*, контролирующего устойчивость некоторых сортов мягкой пшеницы к бурой ржавчине // *Изв. АН ЭССР. Биол.* 1982. Т. 31, № 3. С. 208–211.
10. Танкиманова М.К., Берсимбаев Р.И., Одинцова И.Г., Шулембаева К.К. Хромосомная локализация новых генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине // *Генетика*. 1993. Т. 29, № 7. С. 1116–1122.
11. Майстренко О.И. Локализация хромосом, несущих гены *Vrn1* и *Vrn3*, подавляющие озимность у пшеницы // *Цитогенетические исследования анеуплоидов мягкой пшеницы*. Новосибирск: ИЦиГ, 1973. С. 9–25.
12. Можяева К.А., Васильева Т.Я., Кастальева Т.Б. О пораженности селекционных посевов яровых зерновых вирусом желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) // *Селекция и семеноводство*. 1997. № 1. С. 21.
13. Майстренко О.И. Идентификация и локализация генов, контролирующих опушение листа молодых растений мягкой пшеницы // *Генетика*. 1976. Т. 12, № 5. С. 5–15.

14. Гончаров Н.П. Локализация генов у мягкой пшеницы. Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 1992. 150 с.
15. Лапочкина И.Ф. Взаимодействие *ph1b*-гена мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. с генотипом *Aegilops speltoides* Tausch // Генетика. 1995. Т. 31, № 4. С. 510–513.
16. Терновская Т.К. Замещение хромосом генома D мягкой пшеницы хромосомами геномов S эгилопсов // Цитология и генетика. 1994. Т. 28, № 5. С. 50–55.
17. Будашкина Е.Б., Солоненко Л.П., Коробейникова М.Х. Цитогенетическое и биохимическое изучение интрогрессивных линий мягкой пшеницы, устойчивых к болезням // Характеристика генома некоторых видов сельскохозяйственных растений. Новосибирск: ИЦиГ СО АН СССР, 1990. С. 159–169.
18. Вавилов Н.И. Вегетационный период // Генетика и селекция. М.: Колос, 1966. С. 39–71.

III. СЕЛЕКЦЕНТРЫ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

МОСКОВСКИЙ СЕЛЕКЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПО ЗЕРНОВЫМ КУЛЬТУРАМ: ИСТОРИЯ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.А. Гончаренко

НИИСХ центральных районов нечерноземной зоны, Немчиновка, Московская обл.,
e-mail: gonchara@rol.ru

История создания Московского селекционного центра относится к 1925 г., когда в Немчиновке на базе опытного хозяйства Московского зооветеринарного института была образована Госсемкультура и поставлена задача размножения сортовых семян зерновых культур и многолетних трав. Основателем и первым руководителем селекционного центра был академик П.И. Лисицын – неутомимый организатор селекционного и семеноводческого дела в стране. Этот известный ученый и практик сочетал в себе качества выдающегося биолога и талантливого селекционера. Благодаря его усилиям были созданы первые отечественные сорта: рожь Лисицына, овес Шатиловский 056, клевер Среднерусский, гречиха Богатырь, получившие широкое распространение в производстве. В то же время академик П.И. Лисицын явился первым создателем системы отечественного научного семеноводства. Ему по праву принадлежит приоритет в разработке оригинальных принципов научной организации государственной системы семеноводства, которые не потеряли своего значения и в настоящее время [1].

Начало масштабной и целенаправленной работе по селекции зерновых культур в Центральной России было положено в 1931 г., когда в Немчиновке был организован НИИ северного зернового хозяйства с последующим присоединением к нему Московской опытной станции полеводства с двумя отделами – агротехники и селекции.

В разные годы в селекцентре работали такие известные ученые, как академик Н.В. Цицин, профессора В.Е. Писарев и Г.Д. Лапченко. С их именами связана разработка и применение в селекции зерновых культур методов отдаленной гибридизации озимой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. с видами пырея *Agropyrum glaucum*, *A. intermedium*, *A. elongatum* и тремя видами элимуса (*Elymis* L.), а также полиплоидии, гаплоидии и мутагенеза, позволивших получить ряд новых форм и сортов, пригодных для возделывания в нечерноземных областях России. Опираясь на законы классической генетики, акад. Н.В. Цицин и проф. Г.Д. Лапченко настойчиво добивались реализации смелых по тому времени проектов в области отдаленной гибридизации злаков. В итоге они впервые в мировой

практике получили гексаплоидные ($2n = 42$) и октоплоидные ($2n = 56$) пшенично-пырейные амфидиплоиды, определили их геномную структуру и провели масштабное цитологическое и морфобиологическое изучение, что в итоге позволило создать ценный исходный материал для селекции зимостойких, устойчивых к болезням и с высоким содержанием белка сортов озимой пшеницы. Полученные на базе этого материала в 1950-х гг. сорта ППГ-1, ППГ-599 и ППГ-186 возделывались в 15 областях России и занимали большие площади в производстве. В то время они сыграли важную роль в продвижении культуры озимой пшеницы в северные районы России и повышении ее урожайности [2, 3].

Мировую известность получили научные разработки проф. В.Е. Писарева в области генетического преобразования злаков на основе межродовой гибридизации и полиплоидии. Долгое время (с 1935 по 1972 гг.) он руководил работами по селекции яровой пшеницы, ячменя, овса и гречихи. За годы работы в институте он создал 9 сортов зерновых культур, среди них такие селекционные шедевры для того времени, как яровая пшеница Московка и Краснозерная. В.Е. Писарев был активным сторонником продвижения яровой пшеницы в северные, а тритикале – в восточные регионы России. Под его руководством широко развернулись исследования по полиплоидии и отдаленной гибридизации. Ему по праву принадлежит приоритет создателя новой культуры тритикале. Его стараниями были разработаны оригинальные схемы и методы получения пшенично-ржаных амфидиплоидов, создана уникальная коллекция яровых и озимых тритикале, на базе которых впоследствии были получены новые сорта этой культуры не только в России, но и за рубежом [4].

Весомый вклад в создание качественно новых сортов яровых зерновых культур внес дважды лауреат Государственной премии РФ, академик РАСХН, проф. Э.Д. Неттевич. С его именем связан значительный период истории Московского селекцентра. Пройдя первоклассную научную школу у проф. В.Е. Писарева, он за 45 лет работы в институте создал 30 сортов яровых зерновых культур, из них 9 сортов яровой пшеницы, 15 сортов ярово-

го ячменя и 6 сортов овса, максимальная площадь посева под которыми в отдельные годы достигала более 4 млн га. Другой пример такой высокой селекционной производительности вряд ли удастся найти в остальных селекцентрах России. Кроме чисто селекционных работ, в руководимом им отделе селекции яровых культур проведены разносторонние исследования по совершенствованию методики селекции яровых зерновых культур, проблеме гибридной пшеницы, созданию высоколизинового ячменя, повышению потенциала продуктивности яровой пшеницы за счет скрещивания ее с озимыми формами, использованию гаплоидии в селекции ячменя, повышению эффективности селекции путем организации кооперации работ в зоне деятельности селекцентра [5]. Поистине новаторским является вклад Э.Д. Неттевича в дело внедрения новых сортов на поля хозяйств Нечерноземной зоны. Созданная им достойная научная школа в лице нового поколения селекционеров успешно продолжает работу по созданию новых сортов.

Значительных успехов в селекции озимой пшеницы добился чл.-кор. РАСХН, проф. Е.Т. Вареница, многие годы работавший директором института, а затем заведующим лабораторией селекции озимой пшеницы. Эта культура в силу суровых почвенно-климатических условий и отсутствия адаптивных сортов долгое время уступала яровой пшенице в структуре посева зерновых культур. Переломный момент наступил лишь с появлением в 1960-е гг. сорта Мионовская 808, который быстро занял монопольное положение в зоне. Задачу создания равноценного аналога этому мировому шедевру, но с лучшей устойчивостью к полеганию смело взял на себя проф. Е.Т. Вареница со своими сотрудниками. Методом сложной ступенчатой гибридизации и последующих отборов коллективу удалось создать высокоурожайный и с высоким качеством зерна сорт Заря, получивший распространение в 15 областях Российской Федерации. Это был первый сорт, заметно потеснивший Мионовскую 808 в областях Нечерноземной зоны России. Последующая серия новых низкостебельных сортов озимой пшеницы (Московская низкостебельная, Московская 70, Московская 642 и др.) значительно ускорил

ход третьей сортосмены по озимой пшенице в регионе, что окончательно утвердило позиции этой культуры во многих областях Нечерноземья и способствовало расширению ее посевных площадей. В перечне научных заслуг Е.Т. Вареницы следует отметить также изучение многих вопросов биологии, селекции, семеноводства и сортовой агротехники озимой пшеницы применительно к почвенно-климатическим условиям зоны, а также подготовку молодых кадров селекционеров [6].

Селекционную эстафету по озимой пшенице от проф. Е.Т. Вареницы успешно принял академик РАСХН Б.И. Сандухадзе. Разработав и применив оригинальную схему селекции на основе метода прерывающихся беккроссов с участием краснодарского мутанта Карлик 1, он создал серию зимостойких, короткостебельных, высокопродуктивных и с высоким качеством зерна сортов озимой пшеницы, внедрение которых окончательно утвердило позиции этой культуры на полях многих областей Нечерноземной зоны [7]. Особой популярностью в производстве пользуется сорт Московская 39, сочетающий высокую урожайность с высокими технологическими и хлебопекарными качествами зерна. Это первый сорт сильной озимой пшеницы, созданный в Нечерноземной зоне России.

Московский селекционер является общепризнанным лидером в области селекции овса в России. Огромная заслуга в этом принадлежит доктору с.-х. наук, лауреату Государственной премии Российской Федерации Е.В. Лызлову, усилиями которого селекция овса в селекцентре была практически восстановлена заново. За 35 лет работы он создал в соавторстве 17 сортов овса, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации по 11 регионам из 12. Без преувеличения можно сказать, что в России нет другого селекционера, который имел бы такую широкую географию распространения своих сортов. Созданные сорта овса заметно повысили урожайность культуры в стране, расширили сферу его пищевого и кормового использования.

Значительные успехи достигнуты в селекции зернобобовых культур: гороха, яровой вики, люпина узколистного. Селекцию этих «трудных» для Нечерноземной зоны культур многие годы успешно ведет доктор

с.-х. наук, проф. Г.А. Дебелый. Под его руководством и при его непосредственном участии создано 12 новых сортов, в том числе 5 сортов яровой вики, отличающихся скороспелостью, быстрым накоплением зеленой массы, устойчивостью к болезням, толерантностью к злакам в смешанных посевах. Особенно ощутимый прогресс достигнут в селекции люпина узколистного: созданы ультраскороспелые (на 25–30 дней), неизрастающие (детерминантные), высокобелковые, низкоалкалоидные и с нерастрескивающимися бобами сорта Ладный и Дикаф 14, дающие при надлежащей агротехнике стабильно высокие урожаи семян [8].

В достижения селекционера весомый научный вклад внесли и другие ученые, работавшие в институте. Большим энтузиастом селекционного преобразования культуры озимой ржи был кандидат с.-х. наук Ф.Т. Кондратенко, впервые внедривший в практику селекции ржи метод насыщающих скрещиваний, парных и групповых переопылений короткостебельных растений, семейный отбор по методу половинок и др. Благодаря этому удалось создать первый устойчивый к полеганию сорт ржи Немчиновская 50, за которым последовали другие (Восход 1, Восход 2 и др.), получившие признание в производстве [9].

Существенный вклад в развитие новых методов оценки селекционного материала внесли кандидат с.-х. наук П.Н. Шibaев и кандидат технических наук Н.С. Беркутова (оценка технологических и хлебопекарных качеств зерна, на устойчивость к прорастанию зерна в колосе, оценка пивоваренных качеств ячменя), кандидат химических наук В.М. Сереньев и кандидат с.-х. наук Т.Ф. Рыжков (разработка новых биохимических методов для массовой оценки селекционного материала), доктор биологических наук М.И. Рыбакова (разработка физиологических и биологических методов оценки сортов на зимостойкость, засухоустойчивость и др.), доктор с.-х. наук А.М. Фоканов (разработка способов повышения качества семян и методов их оценки).

В 1970 г. директором института и одновременно руководителем селекционера стал академик РАСХН Г.В. Гуляев. На протяжении 20 лет он неустанно наращивал фундамент современного научного центра по се-

лекции и семеноводству зерновых культур. За годы его работы были построены: новое здание селекцентра, молотильно-сортировальный комплекс, мехмастерская, гараж, 5-этажный разборочный корпус, фитотронно-тепличный комплекс, в несколько раз увеличился жилой фонд, значительно увеличилось землепользование института. В селекцентре существенно обновилась малогабаритная селекционная техника, количественно и качественно пополнился состав молодых научных кадров. Все это положительно отразилось на эффективности его работы в прошедшие годы, а сегодня служит залогом его «выживаемости» в новых рыночных условиях. Весомая заслуга Г.В. Гуляева как ученого состоит в том, что он оказался первым, кто, отбросив лысенковскую агробиологию, поставил научные основы семеноводства на прочный генетический фундамент. Исходя из позиций классической генетики, он обосновал новые принципы построения научно-организационной системы промышленного семеноводства в стране, сформулировал новые требования к сортообновлению и сортосмене, главной задачей которых считал необходимость максимально быстрой и полной реализации достижений селекции [10].

В настоящее время в зону научного обслуживания Московского селекционного центра входят 12 областей Центрального экономического района. В состав селекцентра входят 12 отделов, лабораторий и групп, научный персонал составляет 70 человек, из них 11 докторов наук и 29 кандидатов наук. Научные исследования ведутся по 9 темам селекционно-генетического профиля. Основной задачей является создание высокоадаптивных сортов озимой и яровой пшеницы, озимой ржи, озимого тритикале, ярового ячменя, овса, гороха, яровой вики и узколистного люпина, способных давать высокие и стабильные урожаи зерна при высоком его качестве. В научно-методическом плане важным разделом является разработка генетических, биотехнологических и технологических методов оценки селекционного материала, производство оригинальных семян и реализация их семеноводческим хозяйствам.

Используя современные методы селекции, внутривидовую и отдаленную гибридизацию, искусственный мутагенез, авто- и

аллополиплоидию, ученые Московского селекцентра за годы его существования создали 130 сортов зерновых и зернобобовых культур, из которых 121 успешно прошли государственное испытание и были допущены к использованию в производстве. В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации включено 65 сортов немчиновской селекции, которые возделываются на площади 6 млн га. Только за последние 10 лет (1995–2004 гг.) в Госреестр селекционных достижений Российской Федерации включены 39 новых сортов зерновых культур.

Ниже излагаются краткие результаты работ по селекции отдельных культур.

Озимая пшеница. Основным методом создания исходного материала – внутривидовая гибридизация. В Госреестр селекционных достижений Российской Федерации включены 9 сортов, из которых 5 защищены патентами. Сорта озимой пшеницы селекции института допущены к возделыванию в 5 регионах России и занимают площадь 1,6 млн га. Наиболее широко распространенным сортом является Московская 39, которая отличается короткостебельностью, высоким содержанием клейковины (26–40 %), устойчивостью к твердой головне, мучнистой росе и бурой ржавчине. В ряде областей (Орловская, Тульская, Курская и др.) урожайность нового сорта на больших площадях достигает 60 ц/га и более. Сорт среднезимостойкий, практически не полегает и, что особенно важно, имеет высокий потенциал урожайности (до 90 ц/га). Уборочная площадь под этим сортом составила в 2004 г. 1,2 млн га. Значительные площади в производстве занимают также короткостебельные сорта Инна и Память Федина. С 2005 г. допущен к возделыванию новый высокоурожайный сорт Галина, отличающийся высоким качеством зерна и превышающий Московскую 39 по урожайности. Успешно проходят государственное испытание новые сорта Немчиновская 24 и Немчиновская 56. Оба сорта относятся к группе высокоинтенсивных, имеют короткий (80–90 см) и прочный стебель, высокий потенциал урожайности (85–90 ц/га), хорошо зимуют, устойчивы к полеганию, к поражению бурой ржавчиной и мучнистой росой. Характерной их особенностью явля-

ется повышенное содержание белка и сырой клейковины в зерне, что является результатом целенаправленной селекции.

Озимая рожь. Главное направление селекции – создание сортов зернового типа, пригодных для продовольственного и кормового использования. Всего в Госреестр Российской Федерации внесено 9 сортов этой культуры, которые допущены к возделыванию по 4 регионам страны. Наиболее широко возделываются сорта Крона, Пурга, Альфа, Валдай и Татьяна.

Альфа – первый отечественный сорт ржи с высокими хлебопекарными качествами. При уровне урожайности 50–60 ц/га он выделяется стабильно высоким «числом падения» (207 сек против 133 у стандарта за 1990–2004 гг.) и обладает более высокой (на 10 °С) температурой клейстеризации крахмала. Благодаря этому обеспечивается высокое качество выпеченного хлеба (мелкопористый и эластичный мякиш, свежесть и длительное хранение). В хлебопечении он может служить улучшителем для муки из менее ценных сортов ржи. По аналогии с пшеницей он вполне заслуживает определения «сильного» сорта озимой ржи.

Большим спросом в производстве пользуется сорт Валдай. Он характеризуется высоким потенциалом урожайности (до 80 ц/га), хорошей зимостойкостью, крупнозерностью, имеет стабильно высокую натуру зерна (728 г/л). При средней высоте растений 140 см он превосходит другие сорта по устойчивости к полеганию из-за более прочной и эластичной соломины. Имеет хорошо выровненный стеблестой и дружное колошение, которое наступает на 3–4 дня раньше, чем у сортов с доминантным типом короткостебельности.

С 2004 г. к производству допущен новый сорт Татьяна. За годы конкурсного испытания (2000–2004 гг.) средняя урожайность 64,2 ц/га, что выше сорта Валдай на 4,2 ц/га. За эти годы урожайность сорта дважды (в 2000 и 2003 гг.) превысила уровень 70 ц/га. Имеет короткий стебель (средняя высота растений 124 см), хорошо зимует (98 %), положительно выделяется по «числу падения» (197 сек) и распываемости подового хлеба ($h = 0,23$).

Определенные успехи получены в области селекции гибридной ржи. В 2004 г. в Госреестр Российской Федерации внесен первый в стране гибрид НВП-3, созданный на

основе цитоплазматической мужской стерильности. Гибрид получен в рамках международного сотрудничества с немецкой фирмой «Лохов-Петкус». Отличительной его особенностью является высокая урожайность, короткостебельность, устойчивость к полеганию и высокие хлебопекарные качества зерна. За годы конкурсного испытания (2000–2004 гг.) средняя урожайность гибрида составила 70,9 ц/га, превысив стандарт Валдай на 10,9 ц/га или 18,1 %. Недостатком гибрида является слабая перезимовка растений. Ведется интенсивная работа по созданию гибридов с более высокой зимостойкостью.

Озимая тритикале. Ведущим направлением в селекции является зернокормовое. В Госреестр селекционных достижений Российской Федерации внесено 3 сорта тритикале, которые возделываются в трех регионах страны. Особый интерес вызывают сорта озимого тритикале Гермес и Антей, обладающие высокопродуктивным колосом, крупным зерном, зимостойкостью, раннеспелостью, устойчивостью к полеганию и поражению болезнями (мучнистой росой, твердой и пыльной головней). Их зерно件годно для использования в кормовых целях, а также в кондитерской и спиртовой промышленности. Госиспытание проходят новые сорта тритикале Немчиновская 56 и Варвара.

Яровая пшеница. Основной метод селекции – гибридизация яровых форм пшеницы с озимыми. В Госреестр Российской Федерации включено 8 сортов яровой пшеницы, на 6 из них получены патенты. В совокупности они возделываются в 6 регионах России на площади около 1,4 млн га. Большим спросом в производстве пользуются сорта Московская 35, Приокская и Лада. Эти сорта имеют высокий (до 70 ц/га) потенциал урожайности и включены в список особо ценных по качеству за стабильно высокое (30–40 %) содержание в зерне клейковины хорошего качества. С 2004 г. к производству допущены новые сорта Амир и Эстер, отличающиеся устойчивостью к пыльной и твердой головне, а также устойчивостью к полеганию и прорастанию зерна в колосе. На госиспытание переданы два новых сорта – Мильтурум 56 и Энгелина, отличающиеся высокой урожайностью и хорошими хлебопекарными качествами зерна.

Яровой ячмень – важнейшая зерновая культура Нечерноземной зоны. Основные направления селекции – зернофуражное и пивоваренное. В настоящее время в производстве возделываются 12 немчиновских сортов ячменя, из которых 9 отнесены к ценным по качеству, а 8 включены в список пивоваренных. Суммарная площадь посева под ними составляет около 1,2 млн га. Наиболее широкое распространение получили сорта Биос-1, Эльф, Рахат, Рамос и Суздалец, которые получены с использованием метода гаплоидии и отличаются высоким потенциалом урожайности (до 80 ц/га), скороспелостью, устойчивы к полеганию, толерантны к кислым почвам, имеют надежную генетическую защиту от пыльной головни (*Ustilago nuda*). Большим спросом пользуется новый сорт ячменя Нур, достоинством которого является стабильно высокая урожайность и более высокая устойчивость к полеганию.

Государственное испытание проходят три новых сорта ячменя – Владимир, Прометей и Пересвет.

Овес. Практически во всех регионах России возделываются сорта овса, созданные в Немчиновке. В настоящее время в Госреестр РФ включено 17 сортов овса, созданных институтом самостоятельно или в кооперации с другими селекцентрами. Суммарная площадь посева под ними составляет более 3 млн га. Особой популярностью пользуются сорта Скакун, Козырь, Улов, Друг, Привет, Борец. Их характерной особенностью является высокий потенциал урожайности, экологическая пластичность, засухо- и кислотовыносливость, устойчивость к полеганию, к поражению корончатой ржавчиной (*Puccinia coronifera*). Все сорта овса немчиновской селекции (кроме сорта Привет) включены в список ценных по качеству зерна. В 2004 г. в производство выпущен новый сорт овса Стригунок, созданный совместно с Ульяновским НИИСХ. На госиспытание передан новый сорт овса Лев, существенно превышающий стандарт по урожайности (на 6,8 ц/га) при лучшей устойчивости к полеганию и поражению корончатой ржавчиной.

Зернобобовые культуры. Усилиями немчиновских селекционеров существенно преобразован морфотип гороха, узколистного люпина и яровой вики. Создан скороспелый

и высокотехнологичный зерноукосный сорт гороха полевого Немчиновский 817 с усатым типом листа и неосыпающимися семенами, что позволяет проводить уборку посевов прямым комбайнированием. Высокой урожайностью по зерну и зеленой массе обладает новый сорт гороха Флора, выделяющийся устойчивостью к аскохитозу и корневым гнилям, а также толерантностью к овсу в смешанных посевах. Оба сорта пользуются спросом в производстве.

Большим успехом является создание совместно с Московской сельскохозяйственной академией им. К.А. Тимирязева первых в России детерминантных сортов люпина узколистного Ладный и Дикаф-14. Оба сорта характеризуются ультраскороспелостью (созревают на 20–25 дней раньше ветвистых сортов), высоким потенциалом семенной продуктивности (до 40 ц/га), компактной формой растения, нерастрескивающимися бобами, дружным их созреванием, выносливостью к фузариозу. Созданы фенотипически выровненные и более урожайные сорта люпина Ладный 7 и Денлад, которые переданы на государственное испытание.

Методом гибридизации и искусственного мутагенеза создано 5 высокоурожайных сортов яровой вики. Наиболее широким спросом пользуются сорта Немчиновская 72, Белорозовая 109, Вера, Елена, Людмила. Основные их селекционные достоинства – скороспелость, устойчивость к пероноспорозу (*Peronospora viciae*), толерантность к зерновым культурам в смешанных посевах. Все они пригодны для использования на зерно, зеленую массу и сенаж. Создан устойчивый к пероноспорозу и фузариозу сорт Немчиновская юбилейная, проходящий государственное испытание.

Научно-методические разработки. Кроме чисто селекционных работ, в селекцентре ведутся исследования по различным научно-методическим вопросам селекции. Особое внимание уделяется разработке цитогенетических, технологических, биохимических и фитопатологических методов оценки селекционного материала.

В числе завершенных разработок лаборатории биотехнологии – метод индуцированного апомиксиса у межсортных гибридов озимой пшеницы и усовершенствованный

метод получения гаплоидов ярового ячменя (автор д.б.н. В.Н. Чистякова). На их основе предложены эффективные способы получения и идентификации гаплоидов и псевдодиплоидных апомиктов, что в конечном итоге позволяет на 2–4 года сократить сроки выведения новых сортов и обеспечивает возможность ускоренно получать генетически стабильный исходный материал для гибридизации, сочетающий в себе высокую продуктивность, иммунитет к болезням, устойчивость к полеганию, скороспелость. При использовании линий диплоидизированных гаплоидов ячменя получены высокоурожайные сорта Биос-1, Рахат, Эльф, Суздалец и Вулкан, получившие широкое распространение в производстве [11]. В настоящее время развернуты исследования по использованию метода гаплоидии в селекции пшеницы и овса с помощью гаплопродюсера у *Zea mays* и получению гомозиготных линий озимой ржи методом андрогенеза *in vitro*.

В лаборатории генетики и цитологии под руководством д.б.н. И.Ф. Лапочкиной на базе межродовых гибридов *T. aestivum* × *Ae. speltoides*, *T. aestivum* × *Ae. triuncialis*, *T. aestivum* × *T. kiharae* создана коллекция линий яровой и озимой мягкой пшеницы под названием «Арсенал», несущая генетический материал дикого вида [12]. Получены константные пшенично-эгилопсные дисомно-дополненные ($2n = 44$), а также замещенные, транслоцированные и рекомбинантные ($2n = 42$) линии яровой и озимой мягкой пшеницы, являющиеся донорами хозяйственно ценных признаков. Изучен механизм интрогрессии этого материала, выявлены известные и новые гены устойчивости к бурой ржавчине (*Puccinia tritici*) и мучнистой росе (*Blumeria graminis*) и установлен характер наследования признака устойчивости. Установлено, что многие линии из данной коллекции характеризуются множественными хромосомными перестройками в В-геноме пшеницы (хромосомы 1В, 2В, 4В и 5В). Выделены генотипы с интрогрессированной системой *ph*-подобных генов, представляющие интерес для усиления рекомбинационных процессов в мейозе при межвидовых и межродовых скрещиваниях. Особый интерес представляют линии 82/00, 93/00 и 127/00, у которых устойчивость к

бурой ржавчине контролируется генами, интрогрессированными от эгилопсов. Следует отметить, что такого рода коллекция линий представляет огромный интерес для практической селекции на устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды, цитогенетических исследований, картирования генома злаковых культур [12, 13].

В течение ряда лет в селекцентре под руководством акад. РАСХН А.А. Гончаренко ведутся исследования по созданию гибридов озимой ржи на основе ЦМС [14]. На базе эффективных доноров самофертильности развернута масштабная работа по получению гомозиготных инбредных линий озимой ржи методом инцухта. В селекционных питомниках по комплексу признаков изучено более 1300 инбредных линий S_5 – S_{11} . Выделены короткостебельные, высокопродуктивные и устойчивые к снежной плесени, мучнистой росе и бурой ржавчине линии. Обоснованы пути повышения эффективности целенаправленного отбора линий по короткостебельности, массе 1000 зерен и продуктивности колоса *per se*. Установлена относительно низкая (менее 1 %) вероятность отбора ценных рекомбинантов, сочетающих короткостебельность и высокую продуктивность. Выделены перспективные линии, которые при высоте растений 75–85 см имеют продуктивность 0,8–0,9 г с колоса, что составляет 50 % от уровня популяционного сорта. Однако получить короткостебельные линии с продуктивностью колоса на уровне 70–80 % от стандарта крайне трудно, для этого необходимо проводить масштабную селекцию на сочетание признаков короткостебельности, зимостойкости и высокой собственной продуктивности [15]. По 10 линиям получены полные стерильные аналоги и закрепители стерильности, которые уже включены в масштабное размножение и одновременно тестируются на комбинационную способность. На базе 4 синтетиков проведен поиск генотипов с высоким индексом восстановления фертильности. Выделено 23 инбредных генотипа с повышенной восстановительной способностью.

В последние годы развернуты работы по селекции сортов и гибридов ржи, пригодных не только для производства хлеба, но и для использования на корм животным и широкой промышленной переработки. Это новое

и весьма перспективное направление в селекции культуры. Для Нечерноземной зоны России, где рожь является основной озимой культурой, решение проблемы диверсификации зерна ржи является актуальной задачей. Отсутствие устойчивого рыночного спроса на зерно ржи со стороны основных его потребителей обусловлено слишком узкой сферой переработки ее зерна, которое у нас используется в основном на хлеб и спирт. Главный же потребитель зерна ржи – комбикормовая промышленность – не проявляет повышенного интереса к этой культуре из-за вынужденных ограничений при производстве комбикормов. Основная причина этих ограничений – повышенное содержание в зерне ржи антипитательных веществ, снижающих поедаемость, переваримость и усвояемость потребляемых кормов. По этой причине зерно ржи не находит широкого применения в кормлении жвачных животных, свиней и особенно птицы. Оно стало маловостребованным, из-за низкой цены производить рожь стало невыгодно, что и повлекло за собой снижение посевных площадей и валовых сборов.

Важнейшая роль в решении проблемы улучшения рыночной пригодности зерна ржи (так называемой *marketability*) принадлежит селекции. Долгое время проблема антипитательного фактора у ржи не имела убедительного научного объяснения. Считалось, что суть проблемы кроется в повышенном содержании алкилрезорцинолов в зерне ржи. Лишь сравнительно недавно было обнаружено неоднозначное влияние некрахмальных полисахаридов (так называемых пентозанов) на пищевые и кормовые качества зерна ржи. Оказалось, что водорастворимые пентозаны (а точнее, водорастворимые арабиноксиланы, АК) способны образовывать высоковязкие растворы, чем положительно влияют на процесс тестообразования и хлебопекарные качества ржи. Однако это же свойство высокой вязкости явилось главным причинным фактором, снижающим переваримость ржаного корма. Поэтому в случае кормового использования ржи высокое содержание водорастворимых АК является нежелательным.

Раскрытие «секрета» пентозанов вызвало определенный оптимизм в решении проблемы создания специализированных сортов ржи селекционными методами. Потребова-

лись эффективные методы определения пентозанов в зерне ржи. В этих целях нами был разработан прямой метод определения содержания водорастворимых и водонерастворимых пентозанов, пригодный для массовой оценки селекционного материала озимой ржи [16]. Он позволяет провести дифференциацию исходного материала по уровню содержания пентозанов в соответствии с программой селекции.

Однако в случае массовой оценки селекционного материала более результативными являются не прямые, а косвенные методы анализа, основанные на измерении вязкости водных экстрактов ржаного шрота с помощью высокоточных вискозиметров. Принцип метода основан на практически прямой зависимости вязкости водного экстракта от содержания в нем водорастворимых пентозанов. С использованием этой зависимости нам совместно с ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии на базе двух типов вискозиметров (стеклянного капиллярного ВПЖ-1 и роторного цифрового типа VT5L) удалось разработать методику определения кинематической (в сантистоксах) и динамической (в сантипуазах) вязкости водного экстракта при минимально малом количестве размалываемого зерна (7 г). Включение этой методики в селекционный конвейер позволит значительно расширить спектр создаваемых сортов ржи по качеству зерна.

На специально смонтированной поточной линии в течение 2003–2004 гг. нами изучено более 30 сортов-популяций и 430 инбредных линий озимой ржи по признаку вязкости водного экстракта и проанализирована его связь с другими показателями качества зерна (числом падения, содержанием белка, крахмала и др.). Установлено [17], что изученные сорта ржи сильно варьировали по вязкости водного экстракта ($CV = 29,4 \dots 34,2 \%$). В случае инбредных линий варьирование было еще выше. Существенно важно то, что этот признак независимо от погодных условий года позволяет надежно прогнозировать расплываемость подового хлеба ($r = 0,59 \dots 0,62$) и объемный выход формового ($r = -0,56 \dots -0,59$). Впервые получено убедительное доказательство того, что качество хлебного мякиша не связано с вязкостью водного экстракта. Это свойство

всецело определяется состоянием углеводно-амилазного комплекса зерна и контролируется посредством определения активности фермента α -амилазы, числа падения и высоты амилограммы. Формоудерживающая способность ржаного хлеба с этими показателями не коррелирует. Она целиком зависит от вязкости водного экстракта. Внесение ясности в этот вопрос позволило правильно скорректировать применяемые методы оценки на качество зерна и решить многие задачи селекции.

Определенные успехи получены и в плане практической селекции. Выделены сорта и линии ржи с высокой и низкой вязкостью водного экстракта. У линий с низкой вязкостью этот показатель составил в среднем 2,5 сПуаз, а у линий с высокой вязкостью – более 6,5 сПуаз. На их основе проводится селекционная работа по созданию гибридов кормового и продовольственного назначения. В целом оценка сортов, линий и гибридов ржи по экстрагируемой вязкости водного экстракта является многообещающей. Она может служить надежным индикатором качественных характеристик исходного материала при селекции на целевое использование.

Литература

1. Пухальский А.В. Основоположник отечественной системы семеноводства // Развитие научных идей академика П.И. Лисицына. М., 2003. С. 5–12.
2. Цицин Н.В. Отдаленная гибридизация как фактор эволюции и важнейший метод создания новых видов, форм и сортов растений и пород животных // Отдаленная гибридизация растений. М: Колос, 1970. С. 3–42.
3. Лапченко Г.Д. Применение метода отдаленной гибридизации в селекции озимой пшеницы // Селекция и семеноводство. 1967. № 2. С. 33–38.
4. Писарев В.Е. Селекция зерновых культур. М: Колос, 1964. 315 с.
5. Неттевич Э.Д. Проблемные вопросы селекции зерновых культур в Нечерноземье // Ученые Нечерноземья – развитию сельского хозяйства зоны. М., 1991. С. 126–130.
6. Вареница Е.Т. Состояние, методы и перспективы селекции озимой пшеницы в зоне Нечерноземного Центра РСФСР // Селекция и сортовая агротехника озимой пшеницы. М: Колос, 1979. С. 101–110.
7. Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И., Морозова З.А. Научные основы селекции озимой пшеницы в Нечерноземной зоне России. М., 2003. 426 с.
8. Дебелый Г.А., Меднов А.В. Пути повышения продуктивности детерминантных сортов люпина узколистного // Сорт, удобрение и защита растений в системе высокопродуктивных технологий возделывания зерновых культур. М., 2002. С. 323–326.
9. Кондратенко Ф.Т., Гончаренко А.А. Пути повышения эффективности селекции озимой ржи // Селекция и семеноводство. 1973. № 1. С. 25–33.
10. Гуляев Г.В., Березкин А.Н., Долгодворова Л.И. Генетические основы первичного семеноводства зерновых культур // Селекция и семеноводство. 1983. № 3. С. 2–6.
11. Чистякова В.Н. Гаплоиды неполных пшенично-пырейных амфидиплоидов, мягкой пшеницы и ячменя: получение и использование: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Немчиновка, 2000. 57 с.
12. Лапочкина И.Ф. Генетическое разнообразие коллекции «Арсенал» и ее использование в селекции пшеницы // Генетические ресурсы культурных растений: Тез. докладов. СПб., 2001. С. 133–135.
13. Ячевская Г.Л., Лапочкина И.Ф. Лаборатория генетики и цитологии (1966–2001) // Основные итоги научных исследований по сельскому хозяйству в Центральном районе Нечерноземной зоны России (70 лет НИИСХ ЦРНЗ). М., 2001. С. 58–70.
14. Гончаренко А.А. Производство и селекция озимой ржи в России // Вестник РАСХН. 2004. № 1. С. 9–12.
15. Гончаренко А.А., Трикозюк В.А. Селекционная оценка инбредных линий озимой ржи // Селекция и семеноводство. 2004. № 1. С. 13–17.
16. Тимощенко А.С., Гончаренко А.А. Весовой метод определения содержания пентозанов в зерне озимой ржи // Докл. РАСХН. 2004. № 4. С. 8–11.
17. Гончаренко А.А., Исмагилов Р.Р., Беркутова Н.С., Ванюшина Т.Н., Аюпов Д.С. Оценка хлебопекарных качеств зерна озимой ржи по вязкости водного экстракта // Докл. РАСХН. 2005. № 1. С. 6–9.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТЫ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО СЕЛЕКЦИОННОГО ЦЕНТРА

Н.В. Зобова, Н.А. Сурин

Красноярский НИИ сельского хозяйства СО РАСХН, Красноярск, e-mail: zobovnat@mail.ru

Восточно-Сибирский селекционный центр организован в составе Красноярского НИИСХ в 1973 г. В зону его деятельности вошел Восточно-Сибирский район Российской Федерации. Центр осуществляет и объединяет научные исследования по селекции и семеноводству сельскохозяйственных культур, при этом основное внимание направлено на решение следующих задач:

- создание адаптивных, урожайных и высококачественных сортов и гибридов зерновых и зернобобовых культур, многолетних трав для различных зон Восточной Сибири и разработка рекомендаций по сортовой агротехнике;
- разработка фундаментальных, теоретических и прикладных проблем селекции, физиологии, иммунитета, генетики и биотехнологии растений, а также создание новых и совершенствование существующих методов селекции и семеноводства;
- автоматизация сбора и анализа селекционной информации и внедрение информационных технологий в селекционный процесс;
- осуществление работ по первичному семеноводству, ускоренному размножению новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, внедрение их в производство.

За время существования института селекционерами создано более 70 высокоурожайных и высококачественных, устойчивых к экстремальным условиям региона сортов различных сельскохозяйственных культур, из них в производство внедрено 57 сортов (табл.), еще 5 находятся в госсортоиспытании (ГСИ). Большая часть сортов передана в производство за два последних десятилетия.

В настоящее время деятельность селекцентра направлена на разработку теоретических

основ повышения адаптивности новых сортов, что позволило создать принципиально новый селекционный материал, эффективно использующий биоклиматические ресурсы [1–3]. В основу положено привлечение широкого набора исходного материала из коллекции ВИР и выделение из него генетических источников для решения региональных проблем селекции. В селекционную работу вовлечены научные подразделения по биотехнологии, генетике, иммунитету, физиологии растений, технологической оценке зерна, сортовой агротехнике.

Прогресс науки и техники, переход к биологическим способам повышения устойчивости растений к болезням и другим стрессовым факторам определили в конце 1980-х годов развитие новых направлений в селекции и семеноводстве растений – генетических и биотехнологических исследований.

В институте проведены оценка генетического полиморфизма форм ячменя сибирского региона по электрофоретическим спектрам запасных белков гордеинов и изучение его адаптивной и селекционной ценности в условиях Восточной Сибири [4, 5].

По результатам сортовой идентификации составлен каталог генетических формул гордеинов более чем 500 сортов и образцов ячменя, что позволяет оптимизировать селекционный процесс, контролировать вклад родительских форм в селекционный материал, проводить отбор гетерогенных форм. Установлены взаимосвязи наиболее распространенных в Сибири гордеиновых генотипов с хозяйственно ценными признаками – устойчивостью к кислым почвам, уровню белка, экстрактивностью, показателями элементов продуктивности и урожайности в целом [5–7]. Путем сравнения полевой про-

Таблица

Районированные сорта сельскохозяйственных культур селекции Красноярского НИИСХ

Яровая пшеница	Яровой ячмень	Овес	Озимая рожь	Горох	Травы
Камалинка (мягкая)	Красноярский 1	Ударник J-883	Камалинская 4	Красноярский кормовой	Люцерна изменчивая Камалинская 930
Леда А-47 (мягкая)	Рассвет	Выдвиженец F-194	Камалинская 13	Солянский	Люцерна изменчивая Камалинская 530
Людесценс 1729 (мягкая)	Агул	Камалинский 169	Мининская	Сибиряк	Эспарцет Красноярский
Красноярская 1103 (мягкая)	Енисей	Догой	Енисейка	Кан	Кострец безостый Камалинский 14
Ракета (твердая)	Красноярский 80	Саян	Метелица	Радомир	Кострец безостый Солянский 85
Зарница (мягкая)	Агул 2	Тубинский		Аннушка	Овсяница луговая Камалинская 95
Красноярская (мягкая)	Кедр			Кемчуг	Овсяница луговая Казачинская 182
Тажная (мягкая)	Соболек				Пырей бескорневищный Камалинский 175
Красноярская 83 (мягкая)	Вулкан			Гречиха	Пырейник сибирский Камалинский 7
Алтайская нива (твердая)	Бахус			Солянская	Тимофеевка луговая Камалинская 96
Горлеиформе 53 (твердая)	Оскар			Енисейская	Тимофеевка луговая Казачинская 2
Ветлужанка (мягкая)					Донник белый Рыбинский
Черемшанка (мягкая)					Клевер луговой Казачинский местный
Мана 2 (мягкая)					Клевер луговой Казачинский 1

дуктивности биотипов, характеризующихся разными вариантами спектров гордеинов, показана роль меж- и внутрисортного полиморфизма гордеинов в формировании адаптивных свойств ярового ячменя в условиях региона и возможность его использования при создании сортов-популяций [7, 9].

По итогам анализа многолетней селекционной работы с ячменем в Сибири и изучения геногеографии аллелей гордеинов местных и селекционных сибирских форм определены наборы характерных аллелей по восьми зонам Сибири. Полученные данные позволили сделать заключение об адаптивной значимости этих аллелей для конкретных агроэкологических зон региона, отметить уменьшение разнообразия сибирских селекционных сортов ячменя как по аллельному составу гордеинов, так и по числу гетерогенных селекционных сортов по сравнению с местными формами [4, 5, 8]. На основании контроля генетической чистоты семян разработана и внедрена ускоренная схема семеноводства зерновых культур [10, 11].

Созданная в институте база для биотехнологических исследований отвечает современным требованиям для проведения таких работ. Начиная с 1987 г. были освоены практически все технологии культивирования изолированных тканей растений: картофеля, моркови, декоративных и зерновых культур и др. Технология получения оздоровленного семенного материала картофеля в культуре меристемных тканей была доведена до внедрения в производство. Была разработана технология ускоренного вегетативного размножения семенного и селекционного материала капусты и моркови.

Биотехнологические методы в настоящее время используются для проведения фундаментальных исследований по изучению процессов, протекающих в культуре изолированных тканей растений, и для создания адаптированных к стрессовым воздействиям форм зерновых культур [12, 13]. В культуре незрелых зародышей подобраны условия для оценки соле- и кислотоустойчивости генотипов ярового ячменя; проведено сравнение выраженности этих признаков с физиологической кислото- и солеустойчивостью и полевой устойчивостью к кислым и засоленным почвам [12, 14].

Для использования культуры *in vitro* в селекции на устойчивость к грибным заболеваниям были выявлены наиболее распространенные возбудители корневых гнилей ячменя в Красноярском крае. Создан банк чистых культур возбудителей корневых гнилей, отработаны способы получения и использования в культуре зародышей токсинов корневых гнилей [15, 16]. Получены, размножены и оценены регенеранты ячменя со сред с токсинами. Десятки линий-регенерантов проходят в настоящее время полевые испытания в разных почвенно-климатических зонах на оптимальных и стрессовых почвенных фонах [14].

Физиологические исследования также направлены на отбор форм зерновых культур, устойчивых к неблагоприятным воздействиям внешней среды. Для исследований используются прямые – полевые, вегетационные и косвенные – лабораторные методы диагностики устойчивости растений к дефициту влаги, питания и избытку ионов водорода и хлора. С использованием экспресс-методов предложен способ оценки засухоустойчивости и потенциальной продуктивности зерновых культур [17]. С его помощью подобран и вовлечен в селекционный процесс исходный материал.

Наличие многолетних данных, полученных в институте и в зоне деятельности селекцентра при оценке свойств создаваемых сортов и гибридов, вызвало необходимость автоматизации их сбора, хранения и анализа. Для этих целей формируется банк данных, включающий базы данных по экологической оценке в регионе известных сортов, по формулам спектров гордеинов, по биотехнологической оценке сибирских форм и т. п. [18]. В него входят созданные база данных «Селекция растений» и информационно-поисковая система «Sela», зарегистрированные в Роспатенте [19]. Они предназначены для регистрации и анализа результатов селекции, проводимой по схеме: гибридизация – СП1 – СП2 – КП – ПСИ – КСИ, и могут быть использованы для любых культур. Кроме накопления, редакции, хранения селекционных данных, включая их количественные и качественные характеристики, возможно построение запросов и формирование отчетов; экспортирование структуриро-

ванных данных из базы для анализа в любые программные комплексы статистической и математической обработки. Внедрение информационных технологий способствует как повышению эффективности селекции, так и сохранению уникальных данных, накопленных в ее процессе.

В селекционном центре работа ведется по ряду сельскохозяйственных культур: пшенице, ячменю, овсу, озимой ржи, гороху, гречихе, многолетним травам [2, 3, 20]. Короткий вегетационный период, частые засухи, резкие смены погоды (континентальность климата), пестрота почвенного покрова обуславливают для всех культур приоритетные направления селекции – продуктивность, скороспелость, засухоустойчивость, устойчивость к полеганию, болезням и другим стрессовым факторам, в том числе эдафическим, а для озимых культур и многолетних трав – еще и зимостойкость. Первоначально она основывалась на сборе местных форм и индивидуальном отборе из них лучших растений. Затем стали разворачиваться работы по гибридизации с использованием местных форм и лучших инорайонных и зарубежных сортов.

Среди зерновых культур в Красноярском крае ведущее место отводится яровой пшенице. В общих посевах на ее долю приходится 63 % площади всех зерновых культур. С появлением раннеспелых сортов ареал ее распространения продвигается в северные районы.

На современном этапе основное внимание уделяется созданию сортов мягкой яровой пшеницы с зерном, обладающим высокими технологическими качествами [21, 22]. В двух контрастных по температурному режиму и увлажнению зонах – Красноярской лесостепи и южной Притубинской лесостепи – разрабатываются вопросы повышения адаптивности сортов, наследования качества зерна в гибридных популяциях, наличия связей между количественными признаками и их изменчивостью в зависимости от экологических условий возделывания.

Последние районированные сорта пшеницы – Ветлужанка и Черемшанка – имеют высокие хлебопекарные качества зерна, устойчивы к пыльной головне и ржавчине, их средняя урожайность в производстве составляет 30 ц/га. В ГСИ переданы более высокоурожайные сорта, устойчивые к полеганию,

поражению пыльной головней: Казачка, Ангарида и Землячка Сибири, созданная совместно с СибНИИРС, в 2005 г. для юга края предложен к районированию сорт Мана 2.

Многолетней практикой и опытом научных учреждений края установлено, что среди основных зерновых культур в разных условиях возделывания неоспоримое преимущество по урожайности имеют овес, затем ячмень и пшеница. Благодаря повышенной устойчивости к недостатку тепла и избытку влаги в подтаежных и таежных районах края овес по удельному весу (свыше 40 %) превосходит и пшеницу, и озимую рожь.

В институте создан короткостебельный, неполегающий, высокоурожайный сорт овса Саян, площади посева которого возрастают с каждым годом [20]. Недавно в производство передан сорт Тубинский. Новые сорта технологичны, обладают низкой пленчатостью, пригодны для диетического питания. Их потенциальная урожайность достигает 80–90 ц/га.

Характерными направлениями селекционной работы с овсом являются устойчивость к полеганию и осыпанию, качество зерна и зеленой массы, а также голозерность.

После яровой пшеницы и овса третье место в посевах приходится на ячмень. В Красноярском крае, как и во всей стране, зерно ячменя используется преимущественно на кормовые (около 70 %) и пищевые цели. Как и для овса, востребованы голозерные формы ячменя, обладающие лучшей усвояемостью организмами животных и человека, с зерном, более сбалансированным по аминокислотному составу белков. Кроме того, региональная пивоваренная промышленность испытывает потребность в местном сырье. Поэтому, кроме общих для всех культур направлений селекции, для ячменя – это голозерность, повышение пивоваренных и кормовых качеств зерна [1, 23–25].

Разработаны теоретические основы повышения адаптивности новых сортов с использованием современных методов селекции, генетики и биотехнологии, иммунитета, позволившие создать принципиально новый селекционный материал, эффективно использующий биоклиматические ресурсы региона [23–25].

Впервые в истории селекции Сибири созданы гладкоостные сорта Рассвет, Енисей, Агул и Соболек, преимущество которых

проявляется в зернофуражных смесях. Из 15 созданных сортов 11 районированы, в том числе 10 – в Красноярском крае. Реализация их урожайности, например, таких, как Красноярский 80 и Кедр, в производственных посевах составляет 50–52 ц/га, а на опытных делянках достигает 80–90 ц/га.

На протяжении последних 20 лет сорта ячменя селекции Красноярского НИИСХ занимают в Красноярском крае 80–90 % посевных площадей этой культуры. Сорта Красноярский 1, Енисей, Рассвет, Агул 2, Кедр, Красноярский 80 и Соболек получили широкое распространение не только по Красноярскому краю, но и в Казахстане, в Республике Бурятия, в Томской, Тюменской, Кемеровской, Новосибирской, Иркутской и Читинской областях, в период их районирования и производства площади составили не менее 6,5 млн га. Кедр распространился на площади свыше 1 млн га. В 2004 г. в ГСИ передан первый сорт голозерного ячменя Оскар.

В условиях открытой лесостепи и степи края первостепенное значение в адаптации культур и сортов к особенностям природных условий приобретают степень использования ими ресурсов влаги и выполнения противозероэрозийных функций. Этими свойствами обладает озимая рожь, но в условиях края остро стоит вопрос морозостойкости и скороспелости. Для повышения урожайности выполняется программа с использованием генетического признака 3-цветковости «эфэс-рожь», а для создания форм, устойчивых к полеганию, используется признак короткостебельности [26, 27].

Однако в условиях края установлено, что использование доноров короткостебельности и их производных при гибридизации влечет за собой удлинение вегетационного периода. Но уборка позднеспелых сортов совпадает с посевом ржи и началом уборки ранних яровых. В связи с этим, как и для других культур, особую ценность в условиях региона приобретает селекция на скороспелость.

Селекционерами создано 5 сортов озимой ржи, в том числе 3 короткостебельных морозоустойчивых сорта с хорошими показателями углеводно-амилазного комплекса, с потенциальной урожайностью 60 ц/га, с высокими хлебопекарными качествами.

Для всех указанных выше культур вопро-

сы качества зерна требуют постоянного внимания специалистов-технологов. В период с 1960 по 1985 гг. после организации лаборатории технологической оценки зерна была начата широкомасштабная оценка качества зерна селекционных линий и сортов красноярской и восточносибирской селекции. В последующий период значительно расширились масштабы оценочных работ, возрос уровень их проведения и объективность научной интерпретации данных. Усилия селекционеров и технологов воплотились в создании ценного по технологическим качествам генофонда зерновых, зернобобовых и крупяных культур [22, 27–29]. В 1976 г. впервые в Восточной Сибири создан сорт сильной пшеницы Зарница. В настоящее время до 90 % новых сортов имеют качественное зерно. Созданы сорта ценных (Красноярская 83, Черемшанка) и сильных (Зарница, Ветлужанка) пшениц, высоко- и низкобелковые сорта ячменя. В группу ценных по качеству зерна внесены сорта ярового ячменя (Красноярский 80, Кедр, Соболек, Вулкан, Бахус), озимой ржи (Енисейка), овса (Саян, Тубинский), гороха посевного (Радомир, Солянский), гречихи (Солянская).

Значительные успехи достигнуты в селекции гороха и многолетних трав. Всего в селекцентре создано 12 сортов гороха кормового и продовольственного направлений, из них 9 районированы в Красноярском крае, Омской области, Казахстане и Республике Коми. Главными направлениями селекции являются детерминантный тип развития куста, безлисточковые, усатые и неосыпающиеся формы [30, 31].

Заметный вклад в развитие сельскохозяйственного производства внесли сорта гороха Красноярский кормовой и Солянский, максимальная продуктивность которых достигала 45–50 ц/га, а площади посевов – до 100 тыс. га. Два новых сорта гороха – Буратино и Аннушка – относятся к группе неосыпающихся сортов. Многолинейный пластичный сорт зернофуражного направления Радомир отличается высоким потенциалом урожайности зерна и зеленой массы.

Гречиха – весьма ценная крупяная культура. По химическому составу зерно гречихи приближается к зерну хлебных злаков. В Красноярском НИИСХ созданы сорта гречи-

хи Солянская и Енисейка. Они районированы по Красноярскому краю с 1981 и 1983 гг. соответственно и находятся в производстве до настоящего времени [3]. Отличаются повышенным выходом высококондиционного семенного и продовольственного зерна. Оба сорта характеризуются дружным созреванием и формированием крупного зерна, что позволяет получить большее количество крупы по сравнению с другими сортами.

К числу наиболее адаптивных культур относятся многолетние травы. В северных подтаежных и таежных районах преобладают посевы клевера, в то же время с продвижением в лесостепные, более открытые районы начинает господствовать люцерна как в чистом виде, так и со злаковыми травами. Сохраняя высокую урожайность в течение 4–6 лет, они не требуют затрат на обработку почвы, семена и посевы надежно защищают почву от эрозии.

В Красноярском НИИСХ создано 14 сортов многолетних трав: люцерна изменчивая, эспарцет, кострец безостый, овсяница луговая, пырей бескорневищный, пырейник сибирский, тимофеевка луговая, донник белый, клевер луговой [3, 31, 32]. Ряд сортов районирован в крае и других областях уже более 60 лет назад. Большинство из них характеризуются скороспелостью, зимостойкостью, быстрым отрастанием после укусов и рано весной, устойчивостью к вредителям и болезням, устойчивостью к засухе и весенне-осенним заморозкам, неприхотливостью к почвенному плодородию. В Восточной Сибири селекцией пшеницы и многолетних трав занимаются все учреждения, входящие в зону действия селекцентра.

Существует широкий обмен исходным генетическим и селекционным материалом между научными учреждениями зоны. Поддерживаются творческие связи с селекционерами стран ближнего и дальнего зарубежья. Созданные в селекцентре сорта сельскохозяйственных культур востребованы и производителями Красноярского края, где по многим культурам приоритет отдается именно этим сортам, и селекционерами других научных учреждений, где эти сорта служат в качестве исходного материала для создания еще более совершенных форм.

Обязательным элементом создания новых сортов является разработка его сортовой агротехнологии, уточнение оптимальных сроков и норм посева, определение лучших предшественников и фонов удобрений для достижения планируемых параметров урожая и качества продукции [33]. В последние годы в связи с ростом ассортимента химических средств защиты растений возникает необходимость оценки их эффективных и экологически безопасных доз по отношению к возделываемым в регионе сортам и культурам с учетом агроклиматической ситуации. Направление этой работы возобновляется и проводится на новых районированных сортах и семеноводческих посевах [34].

Работы по первичному семеноводству в институте (тогда еще Камалинская СХОС) начались в 1920-е гг. прошлого века, как только появились первые местные сорта пшеницы: Леда, Камалинка, Колхозница. С 1981 г. разрабатывалась система семеноводства, направленная на сокращение сроков внедрения новых сортов, в основном интенсивного типа, в производство за счет создания базовых хозяйств по работе с семенами [35, 36].

С 1990-х гг., когда адаптивная селекция стала занимать лидирующее положение, семеноводство сортов переориентировалось на разработку агротехнологий возделывания культур в экстремальных условиях. Были выявлены сорта с широкой и узкой адаптивностью и определены принципы размещения семеноводческих посевов по краю и в отдельных хозяйствах [36]. Совместно с лабораторией генетики разработана сокращенная схема семеноводства зерновых культур с применением белковых маркеров [5, 10]. Семеноводы Красноярского НИИСХ и его опытной сети производят 70 % семян от общего объема их производства в крае.

Успехи селекционеров и семеноводов селекцентра и высокий продуктивный и адаптивный потенциал созданных сортов подтверждаются тем, что в крае почти по всем культурам им нет конкурентов. Их доля в посевах соответствующих культур, кроме пшеницы, составляет 80–90 %; срок районирования лучших сортов – от 20 до 60 лет; ареал распространения выходит далеко за пределы Красноярского края.

Литература

1. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Селекция ячменя в Сибири. Новосибирск: СО РАСХН, 1993. 292 с.
2. Сурин Н.А. Основные направления селекции с зерновыми культурами в Восточной Сибири // Селекция сельскохозяйственных культур: итоги, задачи, пути решения. Новосибирск, 1997. С. 121–123.
3. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Пушкина Г.А., Лисунова С.И., Валиулина Л.И., Крючкова Т.В., Зобова Н.В. Роль сельскохозяйственных культур в использовании агроресурсов Красноярского края // Проблемы опустынивания и защита биологического разнообразия природно-хозяйственных комплексов аридных регионов России. М.: Современные тетради, 2003. С. 299–305.
4. Борисов Ю.М., Шевцова Л.Н., Зобова Н.В., Сурин Н.А. Характеристика компонентного состава гордеинов сортов ярового ячменя в Восточно-Сибирском регионе // Докл. ВАСХНИЛ. 1989. № 12. С. 2–4.
5. Зобова Н.В. Использование генетических маркеров в селекции и семеноводстве ячменя // Задачи селекции и пути их решения в Сибири: Докл. 7-й генетико-селекционной школы. Новосибирск, 2000. С. 201–204.
6. Зобова Н.В. Использование спектров гордеинов в отборе генотипов ячменя с определенными качественными признаками // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: Докл. 8-й генетико-селекционной школы. Новосибирск, 2002. С. 201–204.
7. Зобова Н.В., Онуфриенок Т.В., Сурин Н.А. Генетическое разнообразие – основа создания сортов ячменя с повышенной адаптивностью и засухоустойчивостью // Проблемы опустынивания и защита биологического разнообразия природно-хозяйственных комплексов аридных регионов России. М.: Современные тетради, 2003. С. 148–154.
8. Борисов Ю.М., Сурин Н.А., Шевцова Л.Н., Зобова Н.В. Исследование гордеинов сибирских сортов ячменя стародавней и современной селекции // Докл. РАСХН. 1998. № 2. С. 3–4.
9. Борисов Ю.М., Шевцова Л.Н., Зобова Н.В., Сурин Н.А. Формирование генетически гетерогенных сортов-популяций ярового ячменя путем изменения состава биотипов и подбора искусственных сортосмесей // Докл. РАСХН. 1997. № 2. С. 3–5.
10. Зобова Н.В., Шевцова Л.Н., Бутковская Л.К., Онуфриенок Т.В. Генотипическая сохранность сортов ярового ячменя при его возделывании и семеноводстве // Семеноводство и питомниководство сельскохозяйственных растений в Сибири: Матер. науч.-метод. конференции, Барнаул, 3–4 авг. 2000 г. Новосибирск, 2000. С. 42–43.
11. Зобова Н.В., Онуфриенок Т.В., Шевцова Л.Н., Бутковская Л.К. Генетическая структура сортов ярового ячменя при их воспроизводстве // Селекция и семеноводство. 2001. № 3. С. 32–34.
12. Зобова Н.В., Луговцова С.Ю., Коньшева Е.Н. Выявление полиморфизма генотипов ярового ячменя по устойчивости к эдафическим факторам с использованием биотехнологических методов // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: Докл. 8-й генетико-селекционной школы. Новосибирск, 2002. С. 204–207.
13. Зобова Н.В., Луговцова С.Ю., Коньшева Е.Н., Сорокатая Е.И. Зависимость каллусогенеза в культуре незрелых зародышей от физиологического статуса донорных растений и экплантов // Проблемы экологии Сибири: Прил. к «Вестнику КрасГАУ». Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2003. С. 29–34.
14. Зобова Н.В., Луговцова С.Ю., Коньшева Е.Н. Использование биотехнологии в создании сортов, толерантных к эдафическому стрессу // Сиб. вестник с.-х. науки. 2003. № 2 (148). С. 44–48.
15. Зобова Н.В., Луговцова С.Ю., Коньшева Е.Н., Сорокатая Е.И. Зависимость каллусогенеза в культуре незрелых зародышей от физиологического статуса донорных растений и экплантов // Проблемы экологии Сибири: Прил. к «Вестнику КрасГАУ». Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2003. С. 29–34.
16. Зобова Н.В., Сорокатая Е.И. О возможности использования биотехнологических методов в селекции на устойчивость ячменя к корневым гнилям // Селекция сельскохозяйственных культур на иммунитет: Матер. науч.-метод. конференции. Новосибирск, 2004. С. 74–77.
17. Козулина Н.С., Патурицкий А.В., Зобова Н.В. Использование системы показателей при отборах селекционного материала зерновых культур на засухоустойчивость и продуктивность // Аграрная наука на современном этапе: Матер. Всерос. конференции. (Санкт-Петербург–Пушкин, 29 янв. – 1 февр.). СПб.: Гос. аграр. ун-т., 2002. С. 96–97.
18. Патурицкий А.В., Зобова Н.В., Сурин Н.А. Повышение эффективности селекционного процесса за счет использования компьютерного сервиса // Задачи селекции и пути их решения в Сибири: Докл. 7-й ген.-сел. школы. Новосибирск, 2000. С. 276–277.
19. Зобова Н.В., Позднякова О.В., Сурин Н.А. Создание и использование электронной базы данных в селекции // Информационные тех-

- нологии, информационные измерительные системы и приборы в исследовании сельскохозяйственных процессов. Ч. 1.: Матер. Междунар. науч.-практ. конференции «Агроинфо-2003» (Новосибирск, 22–23 октября 2003 г.). Новосибирск: СО РАСХН, 2003. С. 118–120.
20. Сорты зерновых культур и многолетних трав / Сост.: Н.А. Сурин, Л.К. Бутовская. Новосибирск, 2003. 32 с.
21. Сидоров А.В. Селекция яровой пшеницы на устойчивость к грибным болезням // Селекция и семеноводство. 2001. № 3. С. 20–23.
22. Пушкина Г.А. Анализ селекционного материала яровой пшеницы по качеству // Селекция сельскохозяйственных культур на качество: Матер. науч.-метод. конференции. (Красноярск, 19–20 июля 2001 г.). Новосибирск: СО РАСХН, 2001. С. 114–115.
23. Сурин Н.А., Вчерашний М., Разумовский А.Г. Проблемы селекции пивоваренного ячменя в Восточной Сибири и пути их решения // Селекция и семеноводство. 1997. № 3. С. 2–5.
24. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Зобова Н.В. О повышении адаптивности ячменя к экстремальным условиям Восточной Сибири // Вестник РАСХН. 1999. № 4. С. 38–42.
25. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Селекция адаптивных сортов ячменя // Селекция и семеноводство. 2001. № 3. С. 24–27.
26. Лисунова С.И., Сергеева О.С. Итоги селекции озимой ржи в Красноярском НИИСХ // Селекция и семеноводство. 2001. № 3. С. 30–31.
27. Лисунова С.И., Сергеева О.С. Селекция на качество зерна озимой ржи // Селекция сельскохозяйственных культур на качество: Матер. науч.-метод. конференции. (Красноярск, 19–20 июля 2001 г.). Новосибирск: СО РАСХН, 2001. С. 97–98.
28. Разумовский А.Г. О повышении качества зерновых культур в Восточной Сибири // Селекция и семеноводство. 2001. № 3. С. 17–20.
29. Сурин Н.А. Селекция зерновых культур на качество и пути ее решения в Восточной Сибири // Селекция сельскохозяйственных культур на качество: Матер. науч.-метод. конференции. (Красноярск, 19–20 июля 2001 г.). Новосибирск: СО РАСХН, 2001. С. 14–19.
30. Валиулина Л.И., Валько Л.В. О селекции гороха на устойчивость к осыпанию семян // Селекция и семеноводство. 2001. № 3. С. 27–29.
31. Валиулина Л.И., Крючкова Т.В., Валько Л.В., Макринова И.А. Адаптивность бобовых культур в агроценозе Красноярского края // Проблемы опустынивания и защита биологического разнообразия природно-хозяйственных комплексов аридных регионов России. М.: Современные тетради, 2003. С. 206–210.
32. Крючкова Т.В. Кормовая продуктивность зимостойких форм люцерны // Кормопроизводство. 2002. № 7. С. 25–28.
33. Линев А.Ф., Пурлаур В.К., Ткаленко Д.И., Михайленко Н.В., Демяшкина И.А. Адаптивный потенциал зерновых культур в лесостепи приенисейской Сибири // Проблемы опустынивания и защита биологического разнообразия природно-хозяйственных комплексов аридных регионов России. М.: Современные тетради, 2003. С. 134–147.
34. Пурлаур В.К., Михайленко Н.В. Обработка семян – важнейший фактор защиты растений // Там же. С. 338–341.
35. Сурин Н.А., Бутковская Л.К., Ермолаев В.А. Размещение семеноводства сельскохозяйственных культур в Красноярском крае // Там же. С. 155–158.
36. Бутковская Л.К. Распространение сортов сельскохозяйственных культур в лесостепной и степной зонах Красноярского края с учетом их уровня адаптивности // Сиб. вестник с.-х. науки. 2004. № 2. С. 15–17.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИБИРСКОМ НИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И СЕЛЕКЦИИ

**И.Е. Лихенко, П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Р.А. Цильке,
Г.К. Машьянова, П.И. Степочкин, Ю.А. Христов, А.Н. Лубнин,
Е.Г. Гринберг, А.В. Бахарев, Г.В. Артемова**

Сибирский НИИ растениеводства и селекции, Новосибирская область, пос. Краснообск,
e-mail: absent@sorashn.ru

В 1977 г. приказом МСХ СССР Сибирский НИИ растениеводства и селекции был утвержден селекционным центром. В зону его деятельности вошли Новосибирская, Томская и Кемеровская области. Основными проблемами, разрабатываемыми в СибНИИРС, являются:

- сбор, сохранение и изучение растительных ресурсов Сибири и Дальнего Востока, создание генофонда растений для последующего его использования в селекции;
- исследование закономерностей наследования основных хозяйственно и биологически значимых признаков растений, разработка селекционно-генетических методов, направленных на ускорение селекционного процесса и повышение его эффективности, оптимизация приемов селекционного процесса;
- создание новых высокоурожайных, высокоадаптивных и высококачественных сортов и гибридов основных сельскохозяйственных культур, их размножение и внедрение в производство, разработка сортовой агротехники;
- производство оригинальных семян сортов собственной селекции, разработка рекомендаций по рациональному ведению их семеноводства;
- разработка, совершенствование и адаптация информационных технологий для решения задач селекционной науки (Гончаров, 2002).

В результате многолетнего изучения мировой коллекции ВИР и сборов собственных экспедиций в институте собран сибирский генофонд наиболее адаптивных к местным

условиям сортов сельскохозяйственных культур. Актуальность его сохранения связана с необходимостью целенаправленного подбора исходного материала для селекционных программ. Он является значимой базой для научно-исследовательских работ по изучению механизмов устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам и оценке сельскохозяйственной пригодности культурных и дикорастущих растений. Коллекционный материал, создаваемый на протяжении многих лет, имеет значение как один из потенциальных источников уникальных признаков, сформированных в условиях сибирского региона.

Всего за последние 30 лет в институте изучено более 14 тысяч сортообразцов зерновых, зернобобовых и крупяных культур, а также свыше 6 тысяч форм овощных растений. Сформированы тематические коллекции (признаковые, по странам происхождения и другие). Основное внимание уделяется источникам высокой продуктивности, скороспелости, устойчивости к болезням и другим стрессам.

В институте успешно функционирует комплексная межструктурная программа «Сибирская пшеница». В ходе ее реализации отрабатываются новые подходы к селекционному процессу, совершенствуются методические основы селекции, применяются традиционные и новые методы создания селекционного материала и селекционные технологии, создаются новые селекционные формы с широким спектром формообразования, ведется оценка и отбор на провокационных,

инфекционных и селективных фонах (Гончаров и др., 1989). При выполнении программы создана серия сортов: Обская 14, Баганская 93 (оба включены в Государственный реестр РФ), Удача, Александрина, Сибирская 12, Баганская 95, Полюшко, Памяти Вавенкова, Новосибирская 44 (переданы в Госкомиссию по сортоиспытанию).

С 1977 г. в СибНИИРС работает комплексная программа «Люцерна», начало которой положено П.Л. Гончаровым на Тулунской ГСС в 1970 г. В программе кооперированы усилия ученых института, а также исследователей Тулунской ГСС, Сибирского и Алтайского НИИСХ. Разработаны пути оптимизации селекционного процесса, созданы модели сортов, усовершенствованы приемы диагностики засухоустойчивости, зимостойкости, продуктивности и репродукционной способности на ранних этапах селекции. В процессе ее реализации созданы включенные в Госреестр сорта: Тулунская гибридная (совместно с Тулунской ГСС), Сибирская 8 (совместно с Сибирским НИИСХ), Приобская 50 (совместно с Алтайским НИИСХ).

Совместно с Сибирским НИИСХ и ИЦиГ СО РАН ведутся работы в рамках конкурсного проекта Миннауки «Генотипы растений, сочетающие продуктивность, средообразующую функцию и устойчивость к жестким почвенно-климатическим режимам Сибири, Урала и Крайнего Севера» по трем модельным объектам – яровая пшеница, озимая пшеница и люцерна. В ходе исследований решаются проблемы создания зимостойких, засухоустойчивых и скороспелых генотипов, адаптированных к сложным условиям вышеназванных регионов. Созданы сорта озимой пшеницы: Новосибирская 32 (включен в Госреестр) и Новосибирская 9 (передан в Госкомиссию по сортоиспытанию), селекционные формы люцерны, в том числе сорт Деметра, обладающий высокой зимостойкостью в условиях Якутии (подготовлен к передаче в Госсортсеть) и ряд сортов по другим культурам.

Начиная с 1978 г. в лаборатории генетики ведутся исследования в рамках программы «Генетические основы селекции растений». Одним из значимых результатов генетических экспериментов (выявление полиморфизма пшеницы по характеру цветения и

изучение особенностей его наследования в связи с проблемой получения гибридной пшеницы) определен эффект влияния хромосом на основные признаки структуры растения мягкой яровой пшеницы, создана новая серия анеуплоидов по уникальному сибирскому сорту Мильтурум 553. Цитогенетический анализ позволил выявить критические хромосомы, контролирующие выраженность количественных признаков, связанных с продуктивностью и адаптивностью растений (Цильке и др., 1980). Показаны закономерности наследования длины стебля и сопряженность ее с урожайностью зерна в различных условиях влагообеспечения, вклад генотипической и паратипической изменчивости в общее варьирование признака продуктивности колоса и зависимость его от числа и массы 1000 зерен. Изучена зависимость показателей ценоза от генотипа и условий произрастания. Охарактеризовано влияние факторов внешней среды на вклад генетических систем в формирование элементов продуктивности растения.

При использовании этой серии ген, контролирующий устойчивость к бурой ржавчине, локализован в хромосоме 6В аналога сорта мягкой яровой пшеницы Новосибирская 67, созданного на основе австралийского образца к-54049 (Цильке и др., 1984).

Проведенные исследования показали, что для Западной Сибири весьма актуальным является расширение ассортимента сортов на основе их различий по длине вегетационного периода и по ритму развития растений на разных этапах онтогенеза.

Изучение серии топкроссных и диаллельных гибридов и их родителей позволило охарактеризовать особенности генетических систем контроля продолжительности периода всходы–колошение, длины стебля, элементов продуктивности колоса и растения, а также выявить в определенных вариантах скрещиваний высокий гетерозисный эффект по продуктивности растений, который, впрочем, не всегда фиксируется отбором. Истинное трансгрессивное расщепление по продуктивности проявляется в гибридных комбинациях, получаемых при скрещивании районированных сортов, различающихся по ритму развития и относительной выраженности элементов продуктивности. Зарубеж-

ные сорта наиболее целесообразно использовать в качестве доноров в беккроссной селекции. Научно обоснованный подбор родительских компонентов как для рекомбинационной, так и беккроссной селекции возможен только на основе комплексного генетического анализа исходного материала.

Оригинальные данные были получены при реализации комплексных программ «ДИАС-1» и «ДИАС-2». В результате коллективного труда был проведен полный диалельный анализ элементов продуктивности и продолжительности развития растений пшеницы, а также созданы серии анеуплоидов и новые сорта (Драгавцев и др., 1974). В лаборатории генетики также разработаны и осуществлены программы «Гермес» (изучение генетического контроля устойчивости к прорастанию зерна в колосе), «Генетика развития» (идентификация сортов по генам *Vrn*), «Иммунитет» (совместно с лабораторией иммунитета) и некоторые другие.

Основными направлениями исследований лаборатории иммунитета являются:

- изучение внутривидового состава возбудителей основных заболеваний растений (расовый, генотипический, штаммовый);
- создание инфекционных фонов с учетом и преимущественным использованием наиболее вирулентных форм патогенов, испытание и отбор устойчивых генотипов;
- изучение генофонда форм, устойчивых к различным клонам возбудителей, и определение их селекционной ценности;
- гибридологический анализ устойчивых форм в поколениях F_1 , F_2 , F_3 и анализирующих скрещиваниях BC_1 и BC_2 , выявление факторов генетического контроля устойчивости;
- создание доноров устойчивости, иммунных аналогов или изогенных линий (Христов, Штайнерт, 1999).

В результате проводимых исследований выявлено, что сибирские популяции возбудителей в отличие от европейских имеют меньший спектр рас, но представлены наиболее универсальными вирулентными формами генотипов, рас и штаммов возбудителей таких болезней сельскохозяйственных культур, как бурая ржавчина, мучнистая роса и пыльная головня пшеницы, пыльная головня ячменя, фитофтороз картофеля.

В ходе многолетних экспериментов по поиску нового генетического материала значительно пополнен банк генов устойчивости к ряду заболеваний. С учетом видового разнообразия и особенностей генетического контроля предложены доноры резистентности: к бурой ржавчине пшеницы – к-54049 (Австралия), Naguchi kari (Япония), WW 16151 (Швеция), и-324418 (Кения), Дмитровка 5-14 ИЗР и Куйбышевская; к мучнистой росе – Solo, Arkas (Германия); к бурой ржавчине и мучнистой росе – к-32117, к-32360, к-31310, к-31370 (США), к-60962 (Бразилия), к-24628 (Мексика); к пыльной головне пшеницы – Patriarca, C-17 (Бразилия), к-48722 (Перу) и другие.

В результате изучения механизмов интрогрессии генов устойчивости в местные районированные сорта разработан наиболее оптимальный вариант проведения возвратных скрещиваний. К настоящему времени на основе ряда адаптированных к местным условиям сортов получены серии почти изогенных линий с генами устойчивости к мучнистой росе, бурой ржавчине и пыльной головне от различных доноров.

Необходимость эффективного использования генофонда адаптированных к условиям Сибири сортов основных сельскохозяйственных культур предопределяет значимость разработки, усовершенствования и адаптации к задачам выполнения селекционных программ новейших информационных технологий. Первостепенное значение в связи с этим имеет создание баз паспортных и оценочных данных по коллекционным образцам. Так, база данных генофонда яровой пшеницы, созданная в отделе растительных ресурсов СибНИИРС, на данный момент насчитывает около 400 сортообразцов. Созданы и совершенствуются базы данных «Овощные культуры в Сибири» и некоторые другие. Разработаны электронные версии селекционных журналов, изучаются вопросы использования в селекционном процессе нейронных сетей.

На основе теоретических разработок в селекционном центре Сибирского НИИ растениеводства и селекции создано 75 сортов, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (районированных). Среди них 11 сортов яровой пшеницы, 6 – ячменя, 4 – овса, 6 – ози-

мой ржи, 4 – гречихи, 1 – озимой пшеницы, 1 – суданской травы, 3 – гороха, 2 – вики яровой, 1 – фасоли, 3 – люцерны, 1 – костреца безостого, 1 – овсяницы луговой, 1 – донника, 1 – житняка, 1 – эспарцета, 1 – тимopheевки луговой, 1 – картофеля. Создана большая серия сортов овощных культур (22 сорта), в том числе чеснока озимого – 3, лука – 4, огурцов – 8, томатов – 5 (Каталог сортов..., 2003). В государственном сортоиспытании находятся 24 новых сорта, в 2004 г. переданы 10 новых сортов.

В качестве основных направлений селекционной работы по яровой мягкой пшенице в селекцентре СибНИИРС следует назвать: селекцию на высокую биологическую и хозяйственную продуктивность на основе увеличения показателей основных элементов продуктивности; селекцию на повышенную адаптивность сортов (как широкие, так и локальные ареалы распространения) на основе скрещивания географически отдаленных форм и отборов на жестких интегрированных фонах; совершенствование архитектуры растений; создание скороспелых сортов при максимальном сокращении второй половины вегетации; селекцию на улучшение товарного вида зерна и качества зерновой продукции; селекцию на комплексную устойчивость к основным заболеваниям.

Одним из самых распространенных сортов пшеницы в свое время был сорт Новосибирская 67, созданный методом радиационного мутагенеза совместно с ИЦиГ СО РАН (Каталог сортов..., 2003). По данным Государственной семенной инспекции РФ, в 2004 г. в Российской Федерации были высеяны сорта пшеницы селекции СибНИИРС: Баганская 93 – в Новосибирской области, сорт выведен совместно с селекционерами Северо-Кулундинской опытной станции; Обская 14 – в Алтайском крае, Республике Алтай, Кемеровской и Новосибирской областях; Новосибирская 22 – в названных регионах и Томской области; Лютесценс 25 – дополнительно в Курганской, Омской, Челябинской областях и Республике Татарстан; Кантегирская 89, созданная совместно с НИИАПХ, – дополнительно в Красноярском крае и Республиках Калмыкия, Тыва и Хакасия. Наиболее распространенным в настоящее время является сорт Новосибирская 89. Посевы его зарегистрированы в 15 регионах Российской

Федерации. Этот сорт был создан А.Н. Лубнинным методом гибридизации и последующего индивидуально-семейственного отбора. Устойчив к полеганию, прорастанию зерна в колосе и поражению болезнями, внесен в списки сильных сортов.

Особого внимания заслуживают сорта, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в последние годы. С 2003 г. в Госреестр включены сорта яровой мягкой пшеницы Новосибирская 15 и Новосибирская 29 (Каталог сортов..., 2003). Сорт Новосибирская 15 создан методом межсортовой ступенчатой гибридизации [(Безенчукская 98 × Иртышанка 10) × Тулунская 10] × Новосибирская 22 с последующим индивидуальным отбором. Сорт раннеспелый, внесен в списки сильных по качеству. Растения сорта на инфекционном фоне абсолютно устойчивы к пыльной головне, средне поражаются бурой ржавчиной и мучнистой росой. По засухоустойчивости и жаростойкости сорт превосходит стандартные формы. Высевался в 2004 г. в одиннадцати регионах РФ.

Сорт Новосибирская 29 создан методом межсортовой гибридизации географически отдаленных форм (ППГ-38/1 «Б» (Мексика) × Новосибирская 22 (Западная Сибирь)) с последующим индивидуальным отбором. Сорт среднеранний, внесен в списки сильных по качеству. Растения сорта на инфекционном фоне слабо поражаются пыльной головней, мучнистой росой, средне-бурой ржавчиной, но значительно слабее, чем стандарт. Сорт обладает исключительно высокой устойчивостью к полеганию. Устойчив к прорастанию на корню. Посевы зарегистрированы в 9 областях.

Селекция ярового ячменя ведется в трех основных направлениях. Это создание сортов фуражного и пивоваренного назначения, а также голозерных форм для продовольственных целей. Общими для данных направлений являются акценты на устойчивость и выносливость к болезням, вредителям, полеганию, засухе и высоким концентрациям солей в почвенном растворе, а также стабильность и экологическая пластичность. Селекционерами СибНИИРС, в том числе совместно с другими учреждениями, создано 6 сортов, внесенных в Государственный реестр РФ. В 19 регионах страны были заре-

гистрированы в 2004 г. посевы сорта Ача, созданного А.В. Бахаревым и Ж.И. Бахаревой (Каталог сортов..., 2003). Сорт относится к сортам пивоваренного направления. Зерно его производят как в европейской части страны, так и на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. Создан методом отбора из сложной гибридной популяции, среднеспелый, высокоустойчивый к полеганию.

Селекционерами института создано 4 сорта овса преимущественно с использованием метода химического мутагенеза. Наиболее распространенным (10 регионов) является сорт Ровесник, выведенный совместно с учеными Кемеровского НИИСХ. Сорт среднеранний, устойчивый к полеганию, маловосприимчивый к болезням.

Особую ценность для обеспечения в Сибири стабильности производства зерна представляет создание и внедрение в производство новых высокоадаптивных сортов озимых культур. Определяющим фактором для успешной перезимовки озимых является уровень их морозостойкости. Сочетание методов авто- и аллоплоидии, мутагенеза и межсортовой гибридизации с отбором адаптивных форм на фоне низкотемпературных факторов среды обеспечивает высокую результативность селекционных работ. В селекционном центре СибНИИРС на основе сибирских форм получены сорта озимой ржи для различных агроэкологических зон сибирского региона: Тетра-Вятка, Короткостебельная 69, Тетра-короткая и Защита – совместно с ИЦиГ СО РАН, а также Сибирская 82 (Каталог сортов..., 2003). В 2004 г. посевы Короткостебельной 69 и Тетра-короткой были зарегистрированы в Алтайском крае, Курганской, Новосибирской и Томской областях.

Перспективными направлениями в создании исходного материала для селекции озимой пшеницы являются рекомбинационная селекция при использовании внутривидовых и межвидовых гибридов, создание и отбор иммунных рекомбинантов. С 2004 г. по Западно-Сибирскому региону в Госреестр внесен сорт озимой мягкой пшеницы Новосибирская 32. Сорт создан совместно с ИЦиГ СО РАН методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Аврора × *Agropyron glaucum*. Сорт среднеспелый. Уровень зимостойкости выше стандарта, устойчив к поле-

ганию. Содержание сырой клейковины и сырого протеина – на уровне сильной пшеницы. Обладает засухоустойчивостью в лесостепной зоне Сибири и устойчивостью к возвратным весенним холодам. На уровне стандарта поражается бурой ржавчиной и мучнистой росой. Поражаемость снежной плесенью и склеротиниозом на 10–20 % ниже стандарта.

Стабильное производство зерна тритикале в Сибири возможно при создании форм с критической температурой вымерзания на уровне узла кущения –23–25 °С. По зимостойкости тритикале часто превосходят исходный родительский сорт пшеницы. В 2005 г. районирован гексаплоидный сорт озимой тритикале Цекад 90, полученный сложными скрещиваниями с использованием как межсортовой, так и межвидовой отдаленной гибридизации. В родословной сорта – морозостойкий сорт озимой пшеницы Цезиум 39, высокопродуктивная озимая пшеница Краснодарская 39, озимая диплоидная рожь Короткостебельная 69 и гексаплоидный сорт тритикале АД 3/5. Цекад 90 – сорт высокозимостойкий, высокоустойчивый к полеганию, мучнистой росе, головневым заболеваниям, бурой ржавчине и септориозу. Содержание сырого протеина в зерне 13–16 %. Урожайность зерна в среднем 25–30 ц/га без удобрений. При внесении удобрений во влажные годы урожайность достигает 85 ц/га. Сорт зернофуражного направления.

Одной из самых ценных крупяных культур является гречиха. В последние годы в связи с возросшим спросом отмечается тенденция к росту посевных площадей и интерес к научно-исследовательским работам в данной области. Селекционерами селекцентра созданы 4 сорта. Первый из них (Горношорская) был районирован с 1948 г., последний (Наташа) – внесен в Госреестр с 2003 г. Наиболее распространен сорт Ирменка (Каталог сортов..., 2003). Посевы его зарегистрированы в 7 регионах, в том числе в Алтайском и Красноярском краях, Брянской, Кемеровской, Новосибирской, Омской областях и в Республике Хакасия. Создан совместно с Татарским НИИСХ, внесен в Госреестр с 1991 г. Сорт Наташа зарегистрирован по Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам. Создан совместно с АНИИЗиС методом многократного семейно-группового отбора

из гибридного материала, полученного при свободном переопылении сорта Ирменка со скороспелыми крупноплодными формами. Скороспелый, крупноплодный, характеризуется дружностью созревания, устойчивостью к полеганию и осыпанию.

По просу внесены в Госреестр 2 сорта, первый, Черносемянное 1, был районирован еще в 1973 г., второй, Баганское 88, включен в Госреестр РФ с 1994 г. (Каталог сортов..., 2003). Посевы Баганского 88 отмечены в 2004 г. в Кемеровской, Новосибирской, Томской областях и в Алтайском крае. Сорт отличается засухоустойчивостью, а также устойчивостью к полеганию и поражению пыльной головней.

Интерес к зернобобовым культурам связан с тем, что они являются важнейшим источником биологически полноценного белка. Селекционерами СибНИИРС созданы сорта вики яровой Новосибирская и Приобская 25. Данные сорта характеризуются прежде всего скороспелостью и высокими показателями массы 1000 зерен, содержания белка и урожайности. Сорт пелюшки Новосибирская 1 отличает также дружное и раннее созревание и устойчивость к болезням (Гончарова, 2001). Наиболее распространенным из селекционных форм гороха является сорт Буян, включенный в Госреестр с 2000 г. Сорт среднеспелый, устойчивый к полеганию и осыпанию.

Селекционерами СибНИИРС создана серия сортов многолетних трав. Особого внимания заслуживают сорта люцерны, созданные совместно с учеными Тулунской ГСС и Сибирского НИИСХ. Тулунская гибридная и Сибирская 8 характеризуются быстрым отрастанием весной и после укусов, высокой зимостойкостью и устойчивостью к заморозкам, засухе, а также высокой продуктивностью при повышенном содержании белка. Сорт костреца безостого Антей и сорт овсяницы луговой Новосибирская 21, созданные совместно с Тулунской ГСС, отличают высокие показатели продуктивности и содержания питательных веществ, зимостойкость, засухо- и солеустойчивость, раннее отрастание (Гончарова, 2001).

Одним из селекционных подразделений института является отдел картофеля и овощных культур. Большинство созданных сортов возделываются практически во всех ре-

гионах страны. Созданный в результате сложной многоступенчатой гибридизации сорт картофеля Лина включен с 1998 г. в Госреестр. Сорт среднеранний, высокоурожайный. Вкусовые качества и лежкость хорошие и отличные. Обладает комплексной устойчивостью к фитофторозу, раку, ризоктонии, макроспориозу и фомозу (Каталог сортов..., 2003). Сорт томата Элегант зарегистрирован с 2004 г. по Западно-Сибирскому региону. Создан методом гибридизации, индивидуального и массового отбора Бурковский ранний × К 600. Сорт среднеспелый, устойчивость к фитофторозу выше стандарта. Универсального назначения, хороших вкусовых качеств (Гринберг и др., 2004).

С 2003 г. по Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам зарегистрирован гибрид огурца Обской. Гетерозисный гибрид создан методом скрещивания материнской формы ЖЛ 547 и отцовской Атуэй. Среднепоздний, устойчив к резким перепадам температуры, пероноспорозу, бактериозу. С 2004 г. по Западно-Сибирскому региону зарегистрирован гибрид огурца Таник. Получен путем скрещивания ЖЛ-49 с ГП-61(6) (гермафродитноцветковый). Устойчив к корневой гнили. С 2003 г. по Уральскому, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам зарегистрирован сорт огурца Кудесник, созданный методом ступенчатой гибридизации, материнская форма гибрид Оз1п5, отцовский сорт 178 и Дальневосточный 6. Сорт среднеспелый, высокоустойчивый к бактериозу, среднеустойчивый к пероноспорозу (Гринберг и др., 2004).

С 2002 г. по всем регионам РФ в Госреестр включен сорт лука шалота Софокл, созданный совместно с Западно-Сибирской овощной опытной станцией методом клоновой селекции из поликроссной популяции. Сорт скороспелый, с урожайностью лука-репки на 54 % выше, чем у стандарта. В гнезде от 4 до 8 луковиц массой от 25 до 50 г (Гринберг и др., 2004).

Успехи СибНИИРС стали возможными благодаря комплексности, объединению усилий ученых нашего селекцентра и других учреждений, а также самоотверженной работе многих талантливых исследователей, работавших и работающих в настоящее время в стенах института и на его полях. Ведущи-

ми создателями сортов Сибирского НИИ растениеводства и селекции в разные годы были Николай Павлович Смирнов, Елена Моисеевна Пильникова, Иннокентий Михайлович Каращук, Николай Семенович Владимиров, Виктор Петрович Максименко, Петр Лазаревич Гончаров, Антонина Васильевна Гончарова, Николай Васильевич Вавенков, Арнольд Валерьевич Бахарев, Виталий Ипполитович Жуков, Регинальд Александрович Цильке, Юрий Акимович Христов, Наталья Михайловна Жукова, Алевтина Прокопьевна Азовцева, Александр Николаевич Лубнин, Мария Петровна Середина, Елена Александровна Победоносцева, Галина Петровна Шушакова, Дина Алексеевна Старикова, Елизавета Григорьевна Гринберг, Валентина Николаевна Губко, Энна Федоровна Витченко, Татьяна Николаевна Мелешкина, Галина Васильевна Артемова, Валентина Владимировна Бехтольд, Валерий Иванович Пономаренко и другие. Многие из них продолжают работать в селекцентре, создавая сорта нового поколения.

В целом следует сказать, что в Сибирском НИИ растениеводства и селекции все исследования имеют традиционную направленность на разработку и совершенствование адаптивных подходов в селекции основных сельскохозяйственных культур. Широкая распространенность большинства сортов института свидетельствует как об их высоком адаптивном потенциале, так и высоком методическом уровне проводимых в институте селекционно-генетических исследований.

Литература

- Гончаров П.Л. Поиск границ не имеет // Сибирский вестник с.-х. науки. 2002. № 1/2. С. 122–129.
- Гончаров П.Л., Жуков В.И., Максименко В.П. и др. Комплексная селекционная программа «Сибирская пшеница». Новосибирск: ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, СибНИИРС, 1989. 44 с.
- Гончарова А.В. Селекция кормовых трав в Сибири. Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние, СибНИИРС, 2001. 60 с.
- Гринберг Е.Г., Губко В.Н., Витченко Э.Ф., Мелешкина Т.Н. Овощные культуры в Сибири. Новосибирск, 2004. 397 с.
- Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири. Новосибирск, 1974. С. 128–142.
- Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных в 1929–2003 гг.). Вып. 3 / П.Л. Гончаров, Т.Н. Гордеева, Л.Н. Шаламанова. Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние, 2003. 272 с.
- Христов Ю.А., Штайнерт Т.В. Расовая и генетическая характеристика популяции бурой ржавчины пшеницы // Генофонд сельскохозяйственных культур для селекции устойчивых сортов: Сб. науч. тр. Новосибирск, 1999. С. 105–109.
- Цильке Р.А., Рыжова И.А., Христов Ю.А. Хромосомная локализация генетической системы, контролирующей устойчивость мягкой пшеницы к бурой ржавчине // Докл. ВАСХНИЛ. 1984. № 8. С. 9–11.
- Цильке Р.А., Цильке И.А., Жарков Н.А., Присяжная Л.П. Новая серия моносомных линий мягкой яровой пшеницы Мильтурум 553 // Докл. ВАСХНИЛ. 1980. № 7. С. 5–7.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В АЛТАЙСКОМ СЕЛЕКЦЕНТРЕ

Н.И. Коробейников, В.И. Янченко

Алтайский НИИ сельского хозяйства СО РАСХН, Барнаул, e-mail: aniizis@ab.ru

В современных условиях социально-экономического кризиса сельскохозяйственного производства в стране, и в Алтайском крае в частности, многие ученые [1, 2] в качестве стратегического направления реанимации растениеводства и его последующего развития рассматривают переход к адаптивной, агроландшафтной системе земледелия с элементами энерго- и ресурсосбережения. При этом адаптивной системе селекции отводится роль важнейшего фактора при биологизации и экологизации интенсификационных процессов. В решении задач современного растениеводства значение хорошо адаптированного сорта как реальной основы роста и стабилизации производства и повышения качества растениеводческой продукции трудно переоценить [3]. На долю сорта по различным оценкам приходится 25–40 % общего роста урожайности важнейших сельскохозяйственных культур [1, 4]. Например, вклад новых сортов в прирост урожайности пшеницы в Красноярском крае составил 25–26 % [5], а по данным академика В.А. Зыкина, в результате селекции удалось достичь 2-кратного увеличения зерновой продуктивности новых сортов мягкой пшеницы по сравнению с первыми районированными сортами в Омской области [6]. По нашим оценкам, увеличение урожайности сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости за счет селекции в период с 1960 по 1995 гг. составило от 2,4 до 9,2 ц/га, или 0,5–1,5 ц/га в среднем на одну сортосмену пшеницы в Алтайском крае [7]. Исключительно велика роль селекции, сорта в расширении спектра хозяйственного использования культур в производственном освоении нехарактерных для ре-

гиона видов растений [4]. В качестве примера успешного решения такого рода задач можно назвать создание и широкое распространение на Алтае местного сорта пивоваренного ячменя Сигнал, высокоурожайного, адаптированного к алтайским экологическим условиям сорта сои Алтом. Успешная селекционная работа позволила существенно расширить видовой набор кормовых растений, используемых в Алтайском крае.

В настоящее время Алтайский селекционер специализируется на создании новых сортов таких зерновых и кормовых культур, как яровые мягкая и твердая пшеницы, ячмень и овес различных направлений хозяйственного использования, горох продовольственный, просо обыкновенное крупяного и кормового назначения, ряда однолетних и многолетних кормовых культур. В небольших объемах продолжается селекция озимых культур: пшеницы и тритикале.

Основополагающим принципом селекционных программ по всем культурам является отбор на устойчивость генотипов к основным лимитирующим урожайность зерна и биомассы экологическим факторам: дефицит влаги и минерального питания, экстремальная температура в критические фазы развития растений, поражение болезнями и вредителями. Кроме этого, достаточно жестко контролируются показатели технологичности сорта: устойчивость к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна. Традиционно повышенное внимание уделяется показателям качества продукции и ее биологической полноценности. В последние годы еще больший акцент в селекции таких ведущих культур, как мягкая и твердая пшеница, а

также ряд кормовых видов растений делается на зональной адресности создаваемых сортов, их агробиологической специализации. Успешное развитие адаптивной селекции невозможно без дифференцирующих фонов, широкого экологического испытания селективируемых культур [3, 8, 9]. Поэтому несмотря на возрастающие технические трудности и ограниченную численность сотрудников, в Алтайском селекцентре широко практикуется параллельное испытание материала заключительных этапов селекции на различных агрофонах, при разных сроках сева, а также масштабное экологическое испытание в жестких условиях Кулундинской степи, в ряде селекционных учреждений Сибири и в экспериментальных хозяйствах Алтайского НИИСХ, расположенных в различных почвенно-климатических зонах края.

В результате целенаправленной работы коллективов ученых-селекционеров и смежных лабораторий селекцентра за последние 5 лет создано на базе длительных предшествующих исследований 13 сортов яровой пшеницы, 8 из которых внесены в Госреестр селекционных достижений, а 5 проходят испытание в ГСИ; 3 сорта зернофуражных культур, два из которых районированы; 3 сорта гороха продовольственного: один районирован, два в испытании; 3 сорта озимых культур, два из которых включены в Госреестр, а также 11 сортов кормовых и крупяных культур, из них 6 допущены к производственному использованию в 10 регионах.

Особенности и результаты селекции отдельных культур приводятся ниже.

Яровая мягкая пшеница. Эта культура является наиболее распространенной в Алтайском крае, где она высевается во всех 7 почвенно-климатических зонах на общей площади 2,5–2,6 млн га. Мягкая пшеница в настоящее время наиболее востребована на зерновом рынке, и это, вероятно, является главной причиной стабильности ее посевных площадей. Это, пожалуй, единственная культура, общие масштабы возделывания которой сократились с 1990 г. всего лишь на 5 %. Более половины посевных площадей мягкой пшеницы располагается в Кулундинской и Алейско-Рубцовской степных зонах. Основными лимитирующими факторами формирования высокой урожайности пше-

ницы в степных районах являются дефицит доступной почвенной влаги и жесткий температурный режим в период закладки и формирования репродуктивных органов пшеницы. Это выражается в тесной корреляционной зависимости урожайности от осадков и среднесуточных температур в период всходы–колошение [10]. Отрицательное воздействие засухи обычно усугубляется потерями от поражения сортов популяцией грибов корневых гнилей. В результате этого продуктивный стеблестой пшеницы изреживается и сохранность растений в острозасушливые годы снижается в среднем по сортам до 67 %. В отдельные годы, когда проявляется летняя (июльская) засуха, сорта среднепозднего биотипа теряют урожайность из-за щуплости зерна. Расчеты показывают, что абиотические и биотические факторы вегетации растений вносят решающий (до 92 %) вклад в вариабельность урожайности по годам. При общей нестабильности урожайности меньшую изменчивость проявляют сорта среднеспелой группы ($V = 44,9 \%$), но достоверно уступают по урожайности среднепоздним и позднеспелым сортам на 15–16 %. Рациональное сочетание сортов трех биотипов рассматривается нами в качестве организационного метода стабилизации продуктивности агробиоценоза пшеницы в степной зоне. Результаты теоретических исследований по анализу соотношений различных сортов на основе фактической урожайности за 20-летний период (1978–1998 гг.) показали, что оптимальный вариант по урожайности и ее стабильности может быть достигнут при посеве среднеспелых, среднепоздних и позднеспелых сортов в условиях западной Кулунды в соотношении 1 : 4 : 5 [11].

Анализ тенденций генотипических сдвигов признаков продуктивности и морфобиологических особенностей у сортов двух групп урожайности позволил определить основные принципы и направления отбора высокоурожайных генотипов и структурно-биологические параметры рабочей модели засухоустойчивого сорта на ближайшие 10–15 лет. Согласно модели, общими требованиями к сортам степного экотипа являются их высокая засухоустойчивость в период всходы–колошение, устойчивость к поражению корневыми гнилями, что выражается в лучшей выживаемости

растений и способности к продуктивному кущению в относительно благоприятных условиях. Эти особенности обеспечивают густой продуктивный стеблестой к моменту уборки. Установлено, что при отборе необходимо делать акцент на числе и озерненности колосков, которые определяют ведущий признак продуктивности колоса – его озерненность. В острозасушливые годы продуктивность колоса является основным структурным компонентом высокоурожайных сортов. В соответствии с этими требованиями и на основе целенаправленного отбора исходных форм с последующей оценкой гибридного и линейного материала на селективном фоне удалось создать три сорта степного экотипа: Алтайская 50, Алтайская 88, Алтайский простор, которые в настоящее время высеваются в Алтайском крае и за его пределами на площади более 1,5 млн га.

В 2003 г. в Государственный реестр селекционных достижений внесен новый сорт для степи Алтайская степная. Этот сорт получен в результате гибридизации местной формы Лютесценс 148 с известным засухоустойчивым сортом Целинная 60 с последующим индивидуальным отбором в F_2 и объединением морфологически сходных линий в F_3 . Сорт относится к среднеспелой группе, созревает одновременно со стандартом Алтайская 50 или на 1–2 дня позже. Средняя урожайность Алтайской степной в конкурсном испытании на пару составила 3,68 т/га, что на 0,73 т/га выше стандарта.

Для расширения генотипического разнообразия сортов степного экотипа по элементной структуре продуктивности, ритму развития, устойчивости к отрицательным факторам среды нами созданы и переданы в систему ГСИ в 2003–2004 гг. два новых сорта яровой мягкой пшеницы – Алтайская 103 и Алтайская 105. Среднеспелый засухоустойчивый сорт Алтайская 103 получен индивидуальным отбором из гибрида F_5 от скрещивания Целинной 60 с озимой пшеницей. По ритму развития и продолжительности вегетационного периода аналогичен среднеспелым сортам Саратовская 29 и Алтайская 50. Ведущими элементами урожайности нового сорта являются густота продуктивного стеблестоя и крупность, выполненность зерна. Средняя урожайность сорта в конкурсном испытании по пару составила 3,91 т/га, что

на 0,64 т/га выше стандарта. В текущий период проводятся производственное испытание и размножение нового сорта.

В настоящее время в степных районах Алтайского края существует потребность в засухоустойчивом сорте с «растянутым» периодом всходы–колошение и более стабильной урожайностью в различных агроэкологических условиях, который бы заменил сорт Алтайский простор или возделывался совместно с ним. В 2004 г. для этих целей нами был предложен среднепоздний сорт Алтайская 105, который получен в результате гибридизации Омской 20 с местной селекционной линией степного экотипа. Новый сорт по ритму развития относится к типичным сортам западно-сибирской экологической группы. Сорт созревает в среднем за 91 сутки при периоде всходы–колошение 48–49 дней. Задержка в развитии до колошения обусловлена высоким коэффициентом продуктивного кущения (1,63–1,88). При этом сохранена ведущая роль продуктивности главного колоса в связи с крупностью зерна, что обеспечивает сорту хорошее сочетание устойчивости к стресс-факторам с выраженной отзывчивостью на благоприятные условия. Средняя урожайность Алтайской 105 в конкурсном сортоиспытании составила 4,78 т/га при максимуме 5,1 т/га. Преимущество над стандартом Алтайский простор и среднепоздними сортами Алтайская 88, Омская 28 и Омская 24 составляет 0,38–0,96 т/га.

Набор возделываемых в Алтайском крае сортов пшеницы не ограничивается степным экотипом, поскольку около 1,2 млн га посева культуры располагается в лесостепных зонах Приобья, Бийско-Чумышской возвышенности и предгорий Алтая, а также в предгорных районах Алтая и Салаира. В этих почвенно-климатических зонах складываются более благоприятные по гидротермическому режиму условия для роста и развития пшеницы. Так, сумма осадков за летний период здесь составляет 200–250 мм. Влияние осадков периода посев–колошение заметно снижено и коэффициент корреляции этих показателей колеблется в пределах 0,48–0,54 в зависимости от генотипа [12]. В отдельные годы урожайность сортов ограничивается полеганием стеблестоя, поражением бурой ржавчиной и мучнистой росой.

В последние годы в Алтайском селекцентре получен ряд сортов пшеницы интенсивного и полунинтенсивного типов с различными сроками созревания для использования в более благоприятных условиях лесостепных и предгорных районов края. В 1995 г. в Госреестр селекционных достижений включен среднеранний сорт интенсивного типа Алтайская 92, который в настоящее время высеивается в Западной Сибири и Казахстане на общей площади около 400 тыс. га. Среднеспелый сорт интенсивного типа Алтайская 325 успешно прошел Государственное испытание и с 2004 г. допущен к производственному использованию в Алтайском крае и Кемеровской области. Сорт Алтайская 325 получен в результате индивидуального отбора из пятого поколения гибридной комбинации Лютесценс 38 × Жигулевская. Сорт крупнозерный, отличается высокой устойчивостью к полеганию и пыльной головне, с содержанием клейковины 31–33 %. На высоких агрофонах сорт способен формировать урожай 5,0–5,5 т высококачественного зерна с гектара.

В 2001 г. в Госреестр включены два сорта сильной пшеницы полунинтенсивного типа: Алтайская 98 и Алтайская 60. Среднеранний сорт Алтайская 98 выведен индивидуальным отбором из гибридной комбинации Эритропермум 70 × Лютесценс 25. Сорт созревает на 1–2 дня раньше Алтайской 92, практически не поражается пыльной головней, устойчив к внутрискосовым вредителям, поэтому стабильно сохраняет густой стеблестой. Алтайская 98 допущен к производственному использованию в 9, 10 и 11-ом регионах.

Среднеспелый сорт Алтайская 60 получен в результате гибридизации Лютесценс 17 (местная форма) × Жигулевская с последующим двукратным индивидуальным отбором из F₃–F₄. Алтайская 60 относится к среднеспелым сортам с вегетационным периодом 80–84 дня, обладает достаточно высокой продуктивной кустистостью и формирует густой продуктивный стеблестой в широком интервале норм высева. Урожайность сорта за 10 лет конкурсного испытания составила 3,56 т/га, что на 0,71 т/га выше стандарта. Зерно Алтайской 60 отличается высоким содержанием клейковины (32,2 %) и протеина (15,0 %), по комплексу показателей качества относится к сильной пшенице.

Алтайская 60 допущен к производственному использованию в 10 и 11-ом регионах.

С 2003 г. в Госреестр включен среднеспелый сорт ценной пшеницы Алтайская 100, который получен индивидуальным отбором из гибрида Жница × Ботаническая 2. Сорт обладает средней засухоустойчивостью и устойчивостью к полеганию, слабо поражается пыльной головней. Для него характерна способность формировать густой стеблестой при средней продуктивности колоса. Сорт Алтайская 100 технологичен при возделывании, не осыпается, устойчив к прорастанию в валках.

В процессе изучения коллекционного материала нами выделен высокоурожайный, устойчивый к мучнистой росе и бурой ржавчине сортообразец гибридного происхождения к-54975 из США [13]. Из беккроссного гибрида с участием к-54975, Лютесценс 281 и Лютесценс 183 получен ряд перспективных линий, три из которых переданы в ГСИ в качестве новых сортов: Алтайская 99, Алтайская 65 и Алтайская 530. Из них сорт Алтайская 99 внесен в Госреестр селекционных достижений по 10-му региону и рекомендован для производственного использования в Алтайском крае. Новый сорт относится к среднеранней группе с вегетационным периодом 76–80 дней, созревает одновременно с Алтайской 92. В конкурсном сортоиспытании средняя урожайность нового сорта составила 4,04 т/га, что на 0,73 т/га выше стандарта.

Среднеспелый сорт полунинтенсивного типа Алтайская 65 в условиях Приобской зоны имеет среднюю урожайность 4,08 т/га, или на 0,29 т/га выше Алтайской 100 – нового стандарта, принятого Госкомиссией по сортоиспытанию. Главные достоинства сорта: отзывчивость на благоприятные условия; комплексная устойчивость к пыльной головне, бурой ржавчине и мучнистой росе; высокое содержание клейковины в зерне (до 33,6 %). За 2 года государственного испытания наиболее высокие прибавки по урожайности (0,15–1,41 т/га) сорт показал на юге Красноярского края и в Хакасии.

В 2004 г. нами были завершены селекционные исследования по созданию среднеспелого сорта полунинтенсивного типа с широкой агроэкологической приспособленностью на основе оптимального сочетания устойчивости к лимитирующим факторам с выра-

женной реакцией на благоприятные условия. Средняя урожайность нового экологически пластичного сорта Алтайской 530 за 6 лет конкурсного сортоиспытания составила 4,25 т/га, или на 0,32 и 0,14 т/га выше Алтайской 100 и Алтайской 65 соответственно. Сорт обладает такими важными признаками адаптации и продуктивности, как более глубокое залегание узла кущения, синхронность развития главного и вторичного колосьев, высокая озерненность колоса, крупнозерность. Сорт Алтайская 530 менее восприимчив, чем стандарт, к бурой ржавчине, практически устойчив к пыльной головне на фоне искусственного заражения, устойчив к полеганию, формирует зерно со средним содержанием клейковины 34,9 % при посеве по чистому пару.

Сорта мягкой пшеницы селекции Алтайского НИИСХ ежегодно возделываются в крае на общей площади 2 млн га, что составляет 80 % от ее общего посева.

Твердая пшеница. Алтайский край является крупнейшим производителем высококачественного зерна твердой пшеницы на востоке России. Основные площади ее возделывания сосредоточены в Рубцовско-Алейской степи с прилегающими к ней территориями предгорной зоны, Приобской лесостепи и частично в районах Кулундинской степи. Все они значительно различаются по уровню увлажнения и плодородия почв. В связи с этим задачи и направления селекции твердой пшеницы для этих районов носят многоплановый характер. Но в качестве стратегической – всегда определялось создание адаптивных к почвенной и воздушной засухе сортов.

Многолетними исследованиями В.П. Кузьмина [14] установлено, что твердая пшеница в отличие от мягкой характеризуется недостаточной биологической приспособленностью семян и проростков к использованию влаги в начальные фазы развития и более поздним образованием вторичных корней. Атмосферная засуха и суховеи наиболее вредны от кущения до формирования зерна и могут значительно снизить уровень фертильности колосков и число зерен в колоске [15].

В условиях Приобской лесостепи Алтайского края установлено, что для формирования урожайности яровой твердой пшеницы важны два критических периода, соответствующих фазам «кущение–трубкавание» и

«цветение» [16]. Именно эти региональные особенности в реакции твердой пшеницы учитывались нами в разработке и реализации моделей сортов.

В свое время Н.И. Вавилов [17] проблему вегетационного периода сорта связал с взаимодействием сортовых генотипических особенностей, с совокупностью внешних условий и обозначил продолжительность развития растений в качестве основополагающего момента в селекции пшеницы. С этой целью был проведен анализ реакции сортов различных групп спелости в острозасушливые и благоприятные по увлажнению годы [18]. В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее стабильно продуктивным оказался среднеспелый сорт Алтайская нива. Превышение по уровню продуктивности над сортами других групп спелости составило: в острозасушливые годы – от 0,31 до 0,64 т/га и в благоприятные по увлажнению годы – от 0,79 до 0,86 т/га при средней урожайности 1,57 и 4,98 т/га. Поэтому при реализации селекционных программ среднеспелый генотип сорта был выбран в качестве основного. Полученные сорта твердой пшеницы: Алтайская нива, Гордеиформе 53, Зарница Алтая подтвердили правильность данного выбора. Алтайская нива как высокопластичный и засухоустойчивый сорт занимает более 50 % посевных площадей под культурой в крае. В дополнение к среднеспелым генотипам были созданы более позднеспелые сорта Алтайский янтарь и Алейская, положительно реагирующие на осадки вегетационного периода, особенно в репродуктивную фазу. Вследствие этого уровень их продуктивности в данных условиях бывает выше лучших среднеспелых сортов.

Проведенный скрининг мировой коллекции позволил установить в качестве уникальных генетических источников высокой засухоустойчивости образцы полбы *T. dicocum* волжской экологической группы [19]. Они в отличие от твердой пшеницы формируют на ранних этапах большее число первичных и вторичных корней с высоким уровнем физиологической активности. Следует отметить, что межвидовая гибридизация широко применяется нами в последние годы для расширения адаптивных возможностей твердой пшеницы в отношении абиотических и био-

тических факторов внешней среды. Помимо полбы активно используются засухоустойчивые сорта мягкой яровой пшеницы.

Поскольку содержание белка и клейковины у твердой пшеницы является главным параметром, определяющим технологический процесс производства макаронных изделий высокого качества, то в процессе реализации селекционных программ им уделялось особое внимание. Лучшие показатели по всем параметрам, включая и цвет макаронных изделий, получены у сорта Гордеиформе 53.

В настоящее время в скрещивания с высокопродуктивным местным материалом включены сорта отечественной и зарубежной селекции с высоким содержанием каратиноидов: Саратовская золотистая (НИИСХ Юго-Востока), Безенчукская степная (Самарский НИИСХ), Омский корунд (СибНИИСХ), Radur (Германия) и другие.

В 2005 г. на госиспытание передан среднеспелый сорт Салют Алтая с оптимальным сочетанием урожайности и качества макаронных изделий. Новый сорт при продуктивности до 4,17 т/га формирует стекловидное зерно с содержанием белка 15,5 % и клейковины 32,4 % по цвету макаронных изделий соответствует мировым стандартам.

Зернофуражные культуры. Ячмень – важная зерновая культура. Разностороннее использование его на кормовые, пищевые цели и в качестве незаменимого сырья для пивоваренной промышленности определяет его высокое производственное значение.

История селекции ячменя на Алтае ограничивается коротким периодом в 15 лет. Главной задачей селекционной программы стало создание сибирских приспособленных сортов ярового ячменя кормового и пивоваренного направления, превосходящих по зерновой продуктивности районированные сорта, обладающих высоким качеством зерна (белок, крахмал, экстрактивные вещества), устойчивостью к головневым заболеваниям и повреждениям шведской мухой. В качестве основного метода создания исходного селекционного материала используется внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором из гибридных комбинаций 3–5 поколений. В этих же целях применяется радиационный мутагенез.

На начальном этапе исследований, когда отсутствовал собственный селекционный материал, в проработку были привлечены сортообразцы мировой коллекции ВИР и селекционный материал из таких научных учреждений Сибири, как Красноярский НИИСХ, Бурятский НИИСХ, Сибирский НИИРС. Более перспективным для нашей зоны оказались селекционные образцы, поступившие из Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции. Всего за ряд лет было изучено около 400 номеров ячменя. За три года исследований линия Г-15700 превзошла по урожаю зерна стандартные сорта Харьковский 99 и Омский 86 на 9,7–10,7 ц/га, проявив при этом более высокие пивоваренные свойства, чем стандарт. Переданная на ГСИ под названием Сигнал эта форма была районирована в 1997 г., явившись первым пивоваренным сортом алтайской селекции. В настоящее время Сигнал – наиболее распространенный сорт ячменя на Алтае (занимает более 100 тыс. га).

Следующим успехом совместной работы с СибНИИРС явился сорт Золотник. В конкурсном испытании Золотник превысил по урожаю зерна стандартные сорта Омский 86 и Омский 87 на 3,6–5,1 ц/га. Сочетание урожайности и скороспелости является несомненным достоинством нового сорта. Обладает хорошим качеством крупы. Районирован в крае с 2003 г.

В последние годы селекция ячменя базируется на создании сложных гибридов с участием 3–5 родительских форм. В результате индивидуального отбора из гибридной комбинации (Дина × Омский 86) × (К-28988 × Нутанс 80), обработанной в F₃ гамма-лучами в дозе 3,5 кР, в селекцентре получен новый сорт Задел. В 2002–2004 гг. в КСИ Задел превысил по урожаю зерна стандартный сорт Омский 87 на 8,3 ц/га. Превосходство нового сорта над стандартом проявилось и по другим ценным признакам (натура зерна, масса 1000 зерен, содержание белка, устойчивость к поражению твердой головней). Сорт зернофуражного использования, передан в 2005 г. на ГСИ.

Под особым контролем находится признак устойчивости к пыльной головне. Ежегодно идентифицируются на искусственном фоне все образцы питомников конкурсного

сортоиспытания, контрольного, коллекционного, часть селекционного второго года изучения. Результатом целенаправленной работы на иммунитет явилось создание иммунного к пыльной головне сорта Корифей и практически устойчивого – Аргумент, районированных по 10-му региону в 1999 и 2005 гг. соответственно.

Большой успех в производстве имеет сорт Корифей (Foral × Друг). На шестой год районирования он занимает основные площади в крае – 136 тыс. га (45 %). Сорт урожайный, пластичный, высокобелковый, низкоопленчатый, иммунный к пыльной головне, внесен в список ценных.

Сорт Аргумент (Вперед × Львовский 1026) × (Алтайский 1 × Harmon) – сорт зерноукосного назначения. Имеет преимущество перед другими возделываемыми сортами по урожайности зеленой и сухой массы.

Дальнейшая селекционная работа с овсом направлена на создание сортов универсального назначения – зернофуражного и укосного. СОРТУ зернофуражного типа нужно придать большую продуктивность, стабильность урожая, крупнозерность по сравнению со стандартным сортом Корифей; укосного типа – большую продуктивность зеленой и сухой массы; тонкостебельность, облиственность, что улучшит питательные свойства. Сорта обоих типов должны быть устойчивыми к пыльной головне.

Зернобобовые культуры. Селекция зернобобовых культур в Алтайском крае до момента организации селекцентра (1970 г.) проводилась в небольших объемах, фрагментарно и, несмотря на их разнообразие, только по гороху. Более основательная, планомерная работа по селекции этой культуры начата в 1972 г. селекционером Г.А. Симановым. За период с 1972 по 1982 гг. им были созданы первые сорта гороха местной селекции: пелюшка Кормовая 50 (1979 г.) и Восточный 80 (1980). В начале 1990-х гг. в Алтайском НИИСХ с приходом селекционера Н.И. Васякина организована самостоятельная лаборатория селекции зернобобовых культур, где наряду с горохом была развернута селекция яровой вики, сои, фасоли, чечевицы, нута. За сравнительно короткий период с 1990 по 2003 гг. созданы и внесены в Государственный реестр селекционных достиже-

ний допущенные к использованию сорта: яровая вика Барнаулка (1997 г.), соя Алтом (1998 г.), чечевица Нива 95 (1999 г.), фасоль Сиреневая (2000), горох Варяг (2001 г.). Кроме того, совместно с СибНИИРС (г. Новосибирск) был создан горох Буян (2000 г.); с СибНИИСХ (г. Омск) соя СибНИИСХоз (2000 г.) и Дина (2003 г.); с Западно-Сибирской овощной станцией (г. Барнаул) фасоль Бусинка (2003 г.).

В настоящее время продолжается селекция гороха и в небольших объемах – сои. По гороху решается задача создания сортов различных направлений и морфотипов. Для пищевого использования ведется селекция на получение детерминантных сортов листочкового и усатого морфотипов. В 2004 г. на государственное испытание передан сорт такого типа Титан 2. Для двойного использования на пищевые и кормовые цели создаются индетерминантные листочковые сорта, такие, как Аванс, переданный на госиспытание также в 2004 г.

Основная задача в селекции сои – создать сорт, наиболее полно использующий агроклиматические условия Алтайского края, несколько более позднеспелый, но более продуктивный, чем Алтом.

Кормовые культуры. Существенное внимание в работе Алтайского селекционного центра отводится кормовым культурам. Включение в технологический процесс производства кормов различных по биологическим особенностям культур и сортов обеспечивает разноплановый эффект. Во-первых, достигается необходимая в условиях неустойчивого климата стабилизация производства объемистых и концентрированных кормов. Во-вторых, значительно улучшается питательность и сбалансированность кормов по биохимическим параметрам. В-третьих, появляется возможность наладить конвейерное производство растительного сырья, улучшить снабжение животных свежим кормом в течение всего вегетационного периода. В-четвертых, снижается вероятность опустошительных эпифитотий и повышается устойчивость агроценозов к вредителям. В-пятых, появляется возможность реально влиять на сохранение и воспроизводство плодородия почв путем рационального чередования культур. И наконец, наличие разно-

временно достигающих укосной спелости культур и сортов позволяет значительно растянуть сроки уборки и снять напряженность в период заготовки кормов.

Заключение. Эффективность сотрудничества Алтайского селекцентра в области селекции достаточно высока. За последние 26 лет из 24 сортов и гибридов, включенных в Государственный реестр, 13 созданы в кооперации с другими НИУ. По кукурузе весьма плодотворным оказалось сотрудничество с МолдНИИКС и НПО «КОС-МАИС», итогом которого явилось создание раннеспелых гибридов Порумбень 170 АСВ, Порумбень 140 МВ, Порумбень 173 СВ, Порумбень 145 СВ, Обский 150 СВ и Обский 140 СВ.

Серия высокоадаптированных, засухоустойчивых и солестойких сортов кормовых трав (ломкоколосник ситниковый Гуселетовский, вика мохнатая яровая Нежностебельная, житняк гребенчатый Онгудайский, вика озимая Фортуна) созданы совместно с АГАУ, ЦСБС и СибНИИСХ. Итогом сотрудничества с СибНИИРС явилось выведение сортов гороха посевного Новосибирец, люцерны Приобская 50, суданской травы Приобская 97, а с СибНИИК – коостреца безостого Сибирский 7 и бобов кормовых Сибирские.

В кооперации с сотрудниками ИЦиГ СО РАН ведется селекционная проработка ярового рапса, эспарцета и амаранта. В 2004 г. был передан на ГСИ светлосемянный сорт амаранта Янтарь, отличающийся высокой кормовой и семенной продуктивностью и повышенным содержанием в семенах жира и сквалена.

В последние годы расширились творческие связи с Кулундинской СХОС. Производству предложен вполне конкурентоспособный, с более дешевым семеноводством сорт кукурузы Кулундинская 2 и интенсифицированный среднепоздний сорт суданской травы Кулундинская. Активно ведется работа по подготовке и передаче на ГСИ высокоурожайного сорта сахарного сорго.

Среди сортов кормовых культур, выведенных в АНИИСХ самостоятельно, следует отметить пырейник сибирский Горноалтайский 86, пырейник даурский Черга, могоар Алтайский 23, донник белый Иней, пелюшка Кормовая 50, озимая тритикале Алтайская 1, Алтайская 2, Алтайская 3, просо по-

севное Кормовое 45, Барнаульское 98, Алтайское кормовое, просо африканское Кормовое 151, суданская трава Приалейская, рапс яровой АНИИЗиС 1 и АНИИЗиС 2.

Таким образом, селекционные исследования по различным культурам, проводимые в Алтайском селекцентре, являются весьма результативными. В последние годы на Алтае создан широкий и разнообразный по генетическим особенностям набор сортов, зарегистрированных в качестве селекционных достижений, которые занимают доминирующее положение в растениеводстве региона. Перспективы поступательного развития селекции мы видим в более глубоком научно-методическом обосновании классического селекционного процесса, включая совершенствование реальных моделей сортов, целенаправленный подбор исходного материала, детальный анализ генотип-средовых взаимодействий для более полной идентификации спектра экологических факторов, лимитирующих продуктивность, и другие важные в прикладном плане свойства генотипов.

Литература

1. Жученко А.А. Возможности создания сортов и гибридов растений с учетом изменения климата // Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальными изменениями климата. Саратов, 2004. С. 10–16.
2. Каличкин В.К. Принципы формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия в условиях Сибири // Энерго- и ресурсосбережение в земледелии аридных территорий. Барнаул, 2000. С. 92–100.
3. Гончаров П.Л. Оптимизация селекционного процесса // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений. Новосибирск, 2002. С. 5–16.
4. Гончаров П.Л. Комплексность в селекции сельскохозяйственных растений // Принципы и методы селекции интенсивных сортов сельскохозяйственных растений. Новосибирск, 1987. С. 14–15.
5. Халипский А.Н. Оценка селекционного прогресса на примере сортосмены яровой пшеницы в Красноярском крае: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 1990. 18 с.
6. Зыкин В.А., Белан И.А., Козлова Г.Я., Колмаков Ю.В. Прогресс и регресс в селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири // Селекция сельскохозяйственных

- культур: итоги, задачи, пути решения. Новосибирск, 1997. С. 36–38.
7. Коробейников Н.И., Борадулина В.А. Селекционный прогресс по признакам продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы и стратегия отбора на урожайность // Адаптивный подход в земледелии, селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур в Сибири. Новосибирск, 1996. С. 48–49.
 8. Зыкин В.А., Мешков В.В. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к отрицательным абиотическим факторам в условиях Западной Сибири // Селекция засухоустойчивых, среднеспелых и скороспелых зерновых культур. Новосибирск, 1982. С. 3–14.
 9. Головаченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья. Кинель, 2001. 380 с.
 10. Коробейников Н.И. Влияние метеофакторов на признаки продуктивности и урожайность мягкой яровой пшеницы в условиях Приобья Алтайского края // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Западной Сибири и Казахстане. Барнаул, 2001. С. 56–70.
 11. Гончаров П.Л. Повышение эффективности селекционного процесса // Адаптивный подход в земледелии, селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур в Сибири. Новосибирск, 1996. С. 23–26.
 12. Коробейников Н.И. Корреляционный анализ признаков продуктивности яровой мягкой пшеницы и его использование в практической селекции // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур. Новосибирск, 2002. С. 62–72.
 13. Коробейников Н.И. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням в Алтайском крае // Селекция сельскохозяйственных культур на иммунитет. Новосибирск, 1984. С. 81–88.
 14. Кузьмин В.П. Селекция и семеноводство зерновых культур в Целинном крае Казахстана. М.: Колос, 1965. 198 с.
 15. Савицкая В.А., Синицын С.С., Широков А.И. Твердая пшеница в Сибири. М.: Колос, 1980. 184 с.
 16. Розова М.А., Янченко В.И., Мельник В.М. Зависимость урожайности яровой твердой пшеницы от метеорологических факторов в Приобской лесостепи Алтайского края // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: Сб. статей Междунар. науч.-практ. конференции Барнаул, 2003. Часть 1. С. 71–74.
 17. Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы // Теоретические основы селекции растений. Т. 2. М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. 244 с.
 18. Янченко В.И., Розова М.А., Мельник В.М. Влияние условий увлажнения на продуктивность сортов твердой яровой пшеницы различных групп спелости // Развитие ключевых направлений сельскохозяйственной науки в Казахстане: селекция, биотехнология, растительные ресурсы: Матер. междунар. конф. Алматы: ТОО Изд-во «Бастау», 2004. С. 298–302.
 19. Янченко В.И. Селекционно-генетическая оценка полбы с целью использования ее в селекции яровой пшеницы // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: Доклады и сообщения VIII генетико-селекционной школы. Новосибирск, 2002. С. 112–120.

СЕЛЕКЦИОННЫЙ ЦЕНТР СибНИИСХ – ФЛАГМАН СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Р.И. Рутц

Сибирский НИИ сельского хозяйства СО РАСХН, Омск, e-mail: sibniishoz@bk.ru

Западная Сибирь – один из крупнейших зернопроизводящих регионов Российской Федерации. СОРТУ как динамической биологической системе, обладающей способностью реализовать генетический потенциал при самом разнообразном сочетании и сложном взаимодействии многочисленных факторов внешней среды, принадлежит одно из главных мест в решении проблемы роста урожайности и повышения качества продукции. Создание для столь обширного региона сортов с широким гомеостазом – перспективная задача селекции. Анализ научно-исследовательских работ за более чем 75-летний период свидетельствует о значительном вкладе селекционеров старейшего института России в разработку теории селекционной работы и создание многочисленных сортов, адаптированных к местным условиям (Рутц, 2004). По своей результативности селекционный центр института занимает лидирующее положение не только в Сибири, но и России. Этим мы обязаны, прежде всего, первопроходцам сибирской селекции, их последователям и ныне работающим над созданием сортов сельскохозяйственных культур.

История сибирской сельскохозяйственной науки начинается с организации 13 сентября 1828 г. под Омском опытного хутора Сибирского линейного казачьего войска. Он является первым опытным учреждением в Западной Сибири и вторым в России. В начале 1860 г. было организовано Омское опытное поле, где с 1880 г. ставились опыты по изучению различных сортов местной крестьянской селекции.

Целенаправленная плановая селекционная работа в Омске начата в 1918 г. после организации Западно-Сибирской селекционной станции. Ее становление связано с име-

нами выдающихся селекционеров пшеницы В.В. Таланова и Н.В. Цицина, ячменя – И.И. Кораблина, многолетних трав – В.В. Приселковой, А.М. Константиновой, В.Ю. Войтонис и Г.И. Макаровой, картофеля – Л.И. Вени и Л.В. Катина-Ярцева.

На просторах Сибири и Казахстана закололись первенцы сибирской селекции яровой мягкой и твердой пшеницы Цезиум 111, Мильтурум 321 и Гордеиформе 10. Фундаментом в их создании явился генофонд, собранный известным ученым и государственным деятелем Н.Л. Скалозубовым и переданный в Омск из Кургана его сыном. По комплексу признаков, особенно по приспособленности к жестким условиям региона, данные сорта не имели аналогов в мировой практике.

В истории сибирского земледелия важной вехой явилось создание уникального сорта яровой мягкой пшеницы Мильтурум 553 (Лучшие ..., 1993). Авторы сорта И.Н. Семченков и И.Н. Смирнов были удостоены звания лауреатов Сталинской премии. С 1940 по 1980 гг. сорт возделывался на миллионах гектаров в Сибири и Северном Казахстане.

Высокий научный и методический кругозор первопроходцев сибирской селекции Н.Л. Скалозубова, В.В. Таланова, М.Ф. Терновского, В.Р. Берга, Б.А. Вакара, Н.Л. Удольской, И.Н. Семченкова, И.Н. Смирнова и многих других обеспечил уже в 1930–1940 гг. создание ряда сортов сельскохозяйственных культур, которые явились крупным достижением отечественной селекции.

С 1970 г. для селекции начался золотой этап развития научно-исследовательских работ. В России организуется сеть селекционных центров. Одним из первых создается Западно-Сибирский селекционный центр.

Именно организация селекционного центра на базе разрозненных и малочисленных групп и лабораторий возродила селекцию. Первым руководителем селекционного центра был доктор сельскохозяйственных наук, профессор Б.И. Герасенков (1922–1973), который вложил много труда и сил в его становление. Колоссальную работу провел доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАСХН К.Г. Азиев (1930–1999). Он проявил себя как крупный ученый и организатор. Были построены селекционный и тепличный комплексы, складские помещения, приобретена селекционная техника. Созданы новые лаборатории селекции овса, твердой пшеницы, картофеля, кукурузы, мутагенеза, генетики иммунитета, ускоренного выращивания растений. До уровня лабораторий укрепляются кадрами группы, работающие по вопросам качества зерна, физиологии и биохимии, генетики, защиты растений, селекции многолетних трав, зернобобовых культур, ячменя и проса. Созданы экологические пункты в степной зоне при ОПХ «Новоуральское» и в подтаежной зоне на Тарской СХОС. Комплектование лабораторий научными кадрами проводилось за счет выпускников селекционно-семеноводческой группы ОмСХИ (ныне ОмГАУ). Огромная заслуга в этом принадлежит профессорам С.И. Леонтьеву и В.П. Шаманину. По существу в первые годы становления селекцентра проведен удачный отбор талантливой молодежи, сформирована омская школа селекционеров, обладающих высоким интеллектуальным потенциалом.

Организация селекцентра позволила сконцентрировать силы всех лабораторий на выполнении единой комплексной программы по созданию сортов сельскохозяйственных культур для различных почвенно-климатических зон Западной Сибири и сопредельных регионов Казахстана.

Анализ селекционной работы за 1929–2005 гг. показывает, что за эти годы были районированы (включены в Госреестр России и Республики Казахстан) 169 сортов (табл. 1).

За период от начала официального районирования сортов до организации селекционного центра (1929–1970 гг.), т. е. за 42 года было районировано 40 сортов (23,7 % от общего количества сортов за 77 лет). За период от начала организации селекционного

Таблица 1
Динамика районирования сортов сельскохозяйственных культур селекции СибНИИСХ

Период	Число сортов	Процент
1929–1970*	40	23,7
1971–1975	2	1,2
1976–1980	11	6,5
1981–1985	14	8,3
1986–1990	14	8,3
1991–1995	28	16,6
1996–2000	30	17,7
2001–2005	30	17,7
Итого	169	100

* Период от начала официального районирования сортов до организации селекционного центра (42 года).

центра по настоящее время (1971–2005 гг.), т. е. за 35 лет в Государственный реестр селекционных достижений России и Республики Казахстан включено 129 сортов (76,3 %). Динамика включения сортов сельскохозяйственных культур в Госреестр свидетельствует о значительном прогрессе селекции, особенно за последние 15 лет. Столь значительные достижения получены за длительный период кропотливой и целенаправленной работы всех селекционных и теоретических лабораторий.

К сожалению, перестройка в стране нанесла большой ущерб селекционно-семеноводческой работе. Постепенно идет восстановление разрушенной системы. Значительно улучшилась законодательная база. В стране приняты законы «О селекционных достижениях» и «О семеноводстве». Медленно идет разработка механизма их реализации. Важно, что сохранены созданный генофонд селективируемых культур, костяк ведущих ученых, коллективы пополняются молодыми кадрами. Принимаются действенные меры в рыночных условиях для сохранения и приумножения национального достояния России – селекционного центра СибНИИСХ как одного из наиболее результативных научных учреждений в Сибири и в России.

Яровая мягкая пшеница. Культура является приоритетной в работе селекционного центра. В таблице 2 приведен перечень районированных сортов за 1929–2004 гг.

Таблица 2

Сорта яровой мягкой пшеницы селекции СибНИИСХ

№ п/п	Сорт	Год районирования	Происхождение	Ведущий селекционер
1	Мильтурум 321	1929	Отбор из местной красноколоски Кургана	В.В. Таланов
2	Цезиум 111	1929	Синестебельная черноколоска из Полтавки	В.В. Таланов
3	Смена	1938	Отбор из местной пшеницы г. Тары	И.Н. Семченков
4	Лют. 956	1939	Отбор из Ноэ	И.Н. Семченков
5	Мильтурум 553	1940	Мильтурум 321 × Kitchener	И.Н. Семченков
6	Альбидум 3700	1940	Отбор из местной пшеницы г. Тары	Е.Ф. Волкова
7	Ом. 2078	1952	Мильтурум 290/22821 × Ударница	И.П. Петров
8	Цезиум 94	1957	(Цезиум 111 × Коммунарка) × Kitchener	И.Н. Семченков
9	Сибирячка 4	1977	Сибирячка 2 × С. 29	Г.П. Высокок
10	Ом. 9	1979	(Безостая 1 × С. 29) × С. 29	Г.П. Высокок
11	Собаковская 3	1980	Безостая 1 × С. 29	Р.И. Рутц
12	Иртышанка 10	1981	Скала × С. 36	Г.П. Высокок
13	Ом. 12	1984	Ладе × ФКН-25 (США)	В.А. Зыкин
14	Ом. 17	1986	(Мир.* 808 × С. 29) × Red River 68 (США)	В.А. Зыкин
15	Ом. 19	1989	(Мир. 808 × С. 29) × (С. 29 × Без. 1) × С. 29	В.А. Зыкин
16	Ом. 18	1991	Ом. 11 × Geins (США)	В.А. Зыкин
17	Диас 2	1992	Новосибирская 67 × Rang (Швеция)	В.С. Сусяков
18	Ом. 20	1994	Иртышанка 10 × (Грекум 114 × Кавказ)	В.А. Зыкин
19	Ом. 24	1996	(Сибирячка 8 × Т. тургидум) × Краснодарская 39	В.С. Сусяков
20	Росинка	1997	Собаковская 3, гамма-лучи 7,5 кР	Р.И. Рутц
21	Ом. 28	1997	Лют. 19 × спонтанный гибрид (Канада)	В.А. Зыкин
22	Ом. 26	1998	Новосибирская 22 × WW 16151 (Швеция)	В.А. Зыкин
23	Ом. 29	1999	Лют. 204/80-1 × Лют. 99/80-1	В.А. Зыкин
24	Росинка 2	1999	Целинная 21, ЭИ 0,02 %	Р.И. Рутц
25	Памяти Азиева	2000	С. 29 × Лют. 99/80-1	В.А. Зыкин
26	Ом. 32	2001	Лют. 162/84-1 × Chris (США)	В.А. Зыкин
27	Славянка Сибири	2002	Лют. 65, HDMM 0,01 %	Р.И. Рутц
28	Страда Сибири	2002	[(Rang × Гибрид 21) × Иртышанка 10] × Л 1633/3617	Б.Г. Рейтер
29	Ом. 33	2002	(Ом. 20 × Лют. 204/80) × Ом. 28	В.А. Зыкин
30	Ом. 30	2002	Ом. 20 × Лют. 204/80-1	В.А. Зыкин
31	Росинка 3	2003	Мут. 112 (оз.) × Иртышанка 10	Р.И. Рутц
32	Светланка	2004	Ом. 23 × Целинная 26	Р.И. Рутц
33	Ом. 35	2004	Ом. 29 × Ом. 30	В.А. Зыкин
34	Казанская юбилейная	2004	(Ом. 20 × Лют. 204/80-1) × Лют. 3/86-6	В.А. Зыкин

* Мир. – Мироновская, Ом. – Омская, С. – Саратовская, Лют. – Лютесцене, Без. – Безостая.

Селекцией яровой пшеницы в Омске начали заниматься в плановом порядке с 1918 г. (Яровая..., 1981). Её целью было и остается создание сортов для различных зон Сибири и Северного Казахстана с высокой и стабильной урожайностью за счет придания устойчивости к абиотическим и биотическим факторам при высоком и устойчивом по годам качестве зерна.

У истоков селекции стояли известные селекционеры Н.Л. Скалозубов и В.В. Таланов. Были созданы и в 1924 г. сданы в производство сорта Мильтурум 321 и Цезиум 111, которые были официально районированы с 1929 г. Первый получен отбором из местной красноколоски Курганского уезда, второй – отбором из синестебельной.

И.Н. Семченковым этим же методом были созданы сорта Смена (отбор из местной пшеницы г. Тары) и Лютесценс 956 (отбор из сорта Ноэ, завезенного из Поволжья). Они районированы в 1938 г. и 1939 г. Данные сорта занимали весьма незначительные площади посева, не имели существенного превосходства над стандартными сортами и не сыграли значительной роли в зерновом производстве.

Важной вехой явилось создание уникального сорта Мильтурум 553, полученного в результате гибридизации географически отдаленных форм местного сорта Мильтурум 321 с канадским сортом Kitchener. Сорт возделывался более 40 лет. Его авторы, как отмечено выше, И.Н. Семченков и И.Н. Смирнов были удостоены Сталинской премии.

В этом же 1940 г. был районирован сорт Альбидум 3700, созданный отбором из местной пшеницы села Евгацино Тарского уезда. Он возделывался на значительных площадях. При внедрении раздельной уборки зерновых культур сорт быстро сошел с арены, так как сильно прорастал в валках вследствие белой окраски зерна и тонкой оболочки зерновки.

В 1952 г. был районирован сорт Омская 2078, созданный И.П. Петровым путем отбора из гибридной популяции селекционной линии Мильтурум 290/22821 с сортом Ударница. В 1957 г. районировался сорт Цезиум 94, созданный путем отбора из гибридной популяции (Цезиум 111 × Коммунарка) × Kitchener. Оба сорта не имели значительных преимуществ над стандартами и быстро были вытеснены из производства.

Последствия отхода от классических методов селекции сказывались еще длительное время. Лишь в 1977 г. был районирован сорт Сибирячка 4. Сорт не нашел широкого применения из-за слабой устойчивости к полеганию и низкого качества зерна. Естественно основную нишу заняли сорта инорайонной селекции и прежде всего сорта НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов).

Анализ работ по селекции пшеницы в РФ и за рубежом позволил автору данной статьи в 1964 г. прийти к выводу о целесообразности использования генетического потенциала озимых форм в селекции яровой пшеницы. К этому времени целенаправленной селекционной работой был достигнут более высокий биологический потенциал озимой пшеницы по сравнению с яровой. Возникла реальная возможность значительного улучшения яровой пшеницы путем привнесения новых генов озимых сортов.

В 1979 г. был районирован сорт яровой мягкой пшеницы Омская 9, созданный на основе использования современных сортов озимой (Безостая 1) и яровой пшеницы (Саратовская 29). Коллективу авторов под руководством Г.П. Высокоса удалось сочетать в одном генотипе высокую устойчивость к полеганию и качество зерна на уровне сильной пшеницы. Ускоренное размножение и внедрение его в производство позволили ему занять миллионы гектаров в Сибири и Северном Казахстане.

В 1980 г. был районирован сорт Сибакоская 3, созданный коллективом авторов под руководством Р.И. Рутца путем отбора из гибридной комбинации Безостая 1 × Саратовская 29. Вот уже 25 лет сорт возделывается на значительных площадях. По существу с этого момента селекция яровой мягкой пшеницы выходит из тупикового положения.

В 1981 г. районирован сорт среднераннего типа Иртышанка 10, созданный на базе сортов Скала и Саратовская 36. Он уже более 20 лет находится в производстве и занимает значительные площади в регионе и сопредельных областях Казахстана.

Наибольшие успехи в селекции яровой мягкой пшеницы связаны с именем доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАСХН В.А. Зыкина. При использовании генетического потенциала озимых сортов

Geins (США), Кавказ, Краснодарская 39, Мироновская 808, яровых сортов из мировой коллекции ВИРа и лучших селекционных линий собственной селекции им совместно с сотрудниками создана серия сортов различных групп спелости: среднеранние – Омская 12 (районирована в 1984 г.), Омская 26 (1998 г.), Памяти Азиева (2000 г.), Омская 32 (2001 г.), Омская 34 (2004 г.), Казанская юбилейная (2004 г.); среднеспелые – Омская 17 (1986 г.), Омская 19 (1989 г.), Диас 2 (1992 г.), Омская 20 (1994 г.), Омская 29 (1999 г.), Омская 33 (2002 г.), Омская 35 (2004 г.); среднепоздние – Омская 18 (1991 г.), Омская 24 (1996 г.), Омская 28 (1998 г.), Омская 30 (2003 г.). В настоящее время коллектив лаборатории работает над созданием высокоурожайных сортов различных групп спелости с зерном высокого качества, устойчивых к комплексу отрицательных абиотических и биотических факторов и отзывчивых на благоприятные условия выращивания, т.е. отличающихся стабильностью урожайности по годам. Для более эффективной селекции особое внимание уделяется изучению генетической системы контроля резистентности к листовым патогенам, особенностей наследования и наследуемости, комбинационной способности по основным хозяйственным признакам современных сортов, а также разработке экологических основ селекции. Создан уникаль-

ный генофонд, который позволит в ближайшее время получить сорта, отвечающие в полной мере требованиям современного производства, находящегося в рыночных условиях.

В 1979 г. в СибНИИСХ Р.И. Рутцем была создана лаборатория мутагенеза. Были разработаны методические основы мутационной селекции и создан уникальный генофонд, на основе которого путем непосредственного использования мутантов или включения мутантных линий в гибридизацию выведен ряд сортов. Это, прежде всего, сорта среднераннего типа Росинка (1997 г.) и Светланка (2004 г.), среднеспелого типа Росинка 2 и Славянка Сибири (2002 г.), среднепоздний сорт Росинка 3 (2004 г.). В настоящее время создан генофонд, который позволит создать сорта, устойчивые к абиотическим и биотическим факторам среды. В бывшей лаборатории генетики иммунитета под руководством Б.Г. Рейтера создан сорт Страда Сибири (2002 г.), сочетающий в себе высокий потенциал продуктивности, повышенную устойчивость к засухе на ранних этапах развития и полевую устойчивость к возбудителям листовых патогенов.

Яровая твердая пшеница. Работа по селекции твердой пшеницы в Омске была начата в 1918 г. (Савицкая и др., 1987). В таблице 3 дается перечень сортов селекции института. На первом этапе основным методом был

Таблица 3

Сорта твердой пшеницы селекции СибНИИСХ

№ п/п	Сорт	Год районирования	Происхождение	Ведущий селекционер
1	Гордеиформе 10	1929	Примесь сорта Ноэ	В.В. Таланов
2	Черноколоска	1960	Отбор из сорта Кахетинская	Г.П. Высокос
3	Полба кокчетавская	1968	Отбор из образца ВИРа	И.П. Петров
4	Алмаз	1979	(Ракета × Полба кокчетавская) × (Церуленсенс 95 × Леукурум 18)	В.А. Савицкая
5	Омский рубин	1991	(Алмаз × Харьковская 46) × (Харьковская 46 × Гордеиформе 10)	В.А. Савицкая
6	Ангел	1997	Атлант × Атлант 14	В.А. Савицкая
7	Омская янтарная	1999	(Светлана × Харьковская 46) × (Г 10 × К-5173)	М.Г. Евдокимов
8	Омский корунд	2003	Ангел × К-47117 (Мексика)	М.Г. Евдокимов

индивидуальный отбор из местных сортов. В 1929 г. был районирован первый сибирский сорт твердой пшеницы Гордеиформе 10, созданный В.В. Талановым путем отбора из сорта Ноэ. Он находился в производстве с 1924 по 1960 гг. и занимал основные площади посева в Сибири и Северном Казахстане.

Лишь в 1960 г. появился новый сорт селекции института Черноколоска, который возделывался до 1965 г. Сорт быстро сошел с арены, так как оказался неконкурентоспособным. Основные площади посева занял сорт Харьковская 40, созданный украинскими селекционерами. В 1970 г. на горизонте блеснула Полба кокчетавская, но ее постигла та же участь, что и Черноколоску. Плановая работа по созданию новых сортов начата с организации группы, а с 1978 г. – лаборатории селекции твердой пшеницы. Коллективом авторов под руководством В.А. Савицкой путем сложных скрещиваний был создан ряд сортов, представляющих большой интерес для сельскохозяйственного производства: Алмаз (1979 г.), Омский рубин (1991 г.), Ангел (1997 г.). В настоящее время Ангел остается основным базовым сортом.

С 1989 г. селекционную работу по твердой пшенице возглавляет М.Г. Евдокимов. Получили признание два уникальных сорта

Омская янтарная и Омский корунд, которые включены в Госреестр селекционных достижений соответственно в 1999 и 2003 гг. Данные сорта по качеству макарон находятся на уровне мировых стандартов. Они обеспечивают получение урожая на уровне сортов мягкой пшеницы, в отдельные годы даже превышают их, особенно в годы эпифитотий бурой ржавчины.

В настоящее время создан богатейший генофонд, который позволит создать сорта, отвечающие требованиям производства и переработчиков. Переданы на ГСИ новые сорта Жемчужина Сибири (2002 г.) и Омский кристалл (2005 г.).

Озимые культуры. Значимость озимых культур для суровых условий Сибири трудно переоценить. Переселенцы из европейской части России при освоении Сибири начали возделывать озимую рожь. На основе многочисленных местных сортов был создан уникальный по зимостойкости сорт Омка, который был районирован с 1939 г. (табл. 4). Сорт по зимостойкости не имел аналогов в мировой практике и занимал значительные площади. При интенсивной технологии возделывания земледелия он сильно полегал и формировал мелкое зерно, поэтому до 1983 г. возделывались в основном сорта инорайон-

Таблица 4

Сорта озимых культур селекции СибНИИСХ

№ п/п	Сорт	Год районирования	Происхождение	Ведущий селекционер
Озимая рожь				
1	Омка	1938	Отбор из смеси сортов и местной ржи	Авторы неизвестны
2	Сибирь	1999	(Мест. репрод. Белты × Тетра короткая) × Шатиловская тетра	Р.И. Рутц
3	Ирина	2004	Харьковская 88 × Чулпан	Р.И. Рутц
Озимая пшеница				
1	Омская озимая	1989	Мироновская 808, ЭИ 0,01 %	Р.И. Рутц
2	Сибирская нива	1992	ППГ 186, ЭИ 0,01 %	Р.И. Рутц
3	Северная заря	1992	Отбор из популяции МУ-68-С ₂ -30 (Венгрия)	Е.Г. Мухордов
4	Омская 4	2001	Мут. Мир. 25 × Саратовская 8	Р.И. Рутц
5	Жатва Алтая	2002	Ильичевка, НЭМ 0,05 %	Р.И. Рутц
6	Омская 5	2004	Сибирская нива, фитогормон	Р.И. Рутц

ной селекции – Вятка и Вятка 2. Затем широкое распространение получили сорта Чулпан и Тетра короткая.

Селекция озимой ржи в СибНИИСХ возобновилась в 1987 г. Был собран мировой генофонд, осуществлены широкомасштабные скрещивания и создан ценный исходный материал. В 1999 г. в Госреестр РФ включен сорт Сибирь ((местная репродукция Белты × Тетра короткая) × Шатиловская тетра), который получил широкое распространение в регионе. При урожае 45–50 ц/га сорт не полегает и формирует высококачественное зерно с массой 1000 зерен 40–42 г.

С 2004 г. включен в Госреестр новый сорт диплоидной ржи Ирина (Харьковская 88 × Чулпан). Сорт отличается достаточно высокой зимостойкостью. Проходят государственное испытание тетраплоидные сорта Сибирь 3 и Юбилейная 25.

Попытка создания сортов озимой пшеницы с высокой зимостойкостью предпринимались неоднократно. С 1919 по 1942 гг. было изучено свыше 10 тысяч сортообразцов, но проблема оставалась. Не решились проблему так называемые стерневые посевы. Из богатейшей коллекции ВИРа не удалось выделить образцы, пригодные для возделывания в условиях сибирского региона.

В 1979 г. была организована лаборатория экспериментального мутагенеза, коллектив которой приступает к селекции озимой пшеницы на принципиально новой основе, используя высокоэффективные мутагены. Первый сорт селекции института Омская озимая (отбор из мутантной популяции Мироновская 808, полученной от воздействия ЭИ 0,01 %) был районирован в 1989 г. Сорт до сих пор находится в производстве и пользуется большим спросом. В 1992 г. в Госреестр селекционных достижений включен сорт Сибирская нива (отбор из мутантной популяции ППГ 186, ЭИ 0,01 %), в Республике Казахстан – Северная Заря (отбор из популяции МУ-68-С₂-30).

С 2001 г. включен в Госреестр новый сорт озимой пшеницы Омская 4 (Мутант Мироновская 25 × Саратовская 8). Сорт относится к интенсивному типу, отличается высокой устойчивостью к полеганию и формирует зерно на уровне ценной и сильной пшеницы.

Совместно с Алтайским НИИСХ был

создан сорт Жатва Алтай (Ильичевка, НЭМ 0,05 %), который включен в Госреестр с 2002 г. На фоне фитогормональной обработки растений в фазе 3 листьев сорта Сибирская нива осуществлен отбор по глубине залегания узла кущения (1,8–2,5 см) и создан сорт Омская 5, который включен в Госреестр с 2004 г. Передан на ГСИ новый сорт Омская 6 (Краснодарский карлик × Одесская 16). Следует отметить, что для освоения культуры озимой пшеницы в регионе разработана технология ее возделывания по кулискому пару.

В настоящее время функционирует лаборатория селекции озимых культур, коллектив которой создал богатейший генофонд на основе сочетания мутационной и комбинационной изменчивости. Основная задача – выявить источники хозяйственно ценных признаков и доноры зимостойкости для создания сортов озимой пшеницы, сочетающие высокий потенциал продуктивности и зимостойкости.

Яровой ячмень. В регионе большим спросом пользуется зерно фуражного ячменя. В последнее время появилась потребность в ячмене для пивоваренной промышленности. Особый интерес проявляют товаропроизводители и переработчики к сортам голозерных ячменей. Итоги селекционной работы с ячменем приведены в таблице 5.

Первенцы сибирской селекции Омский 11464 и Омский 10664 были созданы И.И. Кораблиным путем индивидуального отбора из местных популяций и районированы соответственно в 1936 и 1945 гг.

Заслуженную славу институту принес сорт Омский 13709, созданный И.И. Кораблиным и А.В. Тохтуевым путем отбора из местного образца Славгородского округа Алтайского края и районированного в 1949 г. Сорт занимал основные площади посевов в Сибири и Северном Казахстане.

Селекцию ячменя постигла та же участь, что и селекцию яровой пшеницы – более 30 лет бесплодной работы. И только с приходом в институт в 1960 г. талантливого селекционера Н.М. Федуловой был сделан прорыв в селекции ячменя. Закрепил этот успех Н.И. Аниськов.

Особое внимание в селекционной работе с ячменем было уделено созданию экологически пластичных сортов, устойчивых к засухе в течение всего периода вегетации, об-

Таблица 5

Сорта ярового ячменя селекции СибНИИСХ

№ п/п	Сорт	Год районирования	Происхождение	Ведущий селекционер
1	Омский 11464	1936	Индивидуальный отбор из местного образца Северного Казахстана	И.И. Кораблин
2	Омский 10664	1945	Индивидуальный отбор из местного образца Ойротии	И.И. Кораблин
3	Омский 13709	1949	Индивидуальный отбор из местного образца Славгородского округа Алтайского края	И.И. Кораблин
4	Сибирский 2	1982	И.о. из популяции Южный × Ом. 13709	Н.М. Федулова
5	Новоомский	1984	[(Нутанс 9034 × Южный) × Южный] × Омский 13709	Н.М. Федулова
6	Омский 80	1984	Палиссер (к-19305, Канада) × Омский 13709	Н.М. Федулова
7	Омский 85	1989	Популяция спонтанных мутантов из сорта Белгородский (к-22089)	Н.М. Федулова
8	Омский 86	1991	Донецкий 8 × Приишимский	Н.М. Федулова
9	Омский 87	1993	Харьковский 70 × Омский 80	Н.М. Федулова
10	Омский 88	1995	Омский 86 × Донецкий 9	Н.М. Федулова
11	Омский 90	2000	Омский 80 × Донецкий 9	Н.И. Аниськов
12	Омский 89	2002	Омский 85 × Циклон	Н.И. Аниськов
13	Омский 91	2003	Одесский 100 × к-6848 (Турция)	Н.И. Аниськов
14	Омский 95	2004	Тогузак × Омский 88	Н.И. Аниськов
15	Омский голозерный 1	2004	(Голозерный × Омский 88) × (Голозерный × Омский 91)	Н.И. Аниськов

Примечание. И.о. – индивидуальный отбор.

ладающих высокой регенерационной способностью и одновременным созреванием, устойчивых к болезням и вредителям, разных групп спелости и различного направления использования зерна. При использовании местного генофонда и образцов мировой коллекции ВИРа, представленных сортами ближнего и дальнего зарубежья, была создана целая серия сортов: Сибирский 2 (1982 г.), Новоомский (1984 г.), Омский 80 (1984 г.), Омский 85 (1989 г.), Омский 86 (1991 г.), Омский 87 (1993 г.), Омский 88 (1995 г.), Омский 90 (2000 г.), Омский 89 (2002 г.), Омский 91 (2003 г.), Омский голозерный 1 (2004 г.), Омский 95 (2004 г.). Следует отметить, что сорта Омский 90 и Омский 91 включены в список пивоваренных ячменей и пользуются большим спросом у сельхозто-

варопроизводителей. Впервые создан сорт голозерного ячменя Омский голозерный 1, который представляет большой интерес для крупяной промышленности и для откорма свиней. Переданы в ГСИ сорт скороспелого типа Омский 96 и Омский голозерный 2 многорядного типа.

Овес. До 1965 г. селекция овса в институте практически не велась (Богачков, 1986). Лишь в 1945 г. был районирован сорт Омский 6922, который не сыграл заметной роли в зерновом производстве. В Западной Сибири широкое распространение получили сорта инорайонной селекции Орел, Золотой дождь, Победа, в дальнейшем – Ристо, Сильма, Нарымский 943 и др.

Официально селекция овса в плановом порядке ведется с 1965 г. В 1978 г. В.И. Богачко-

вым была создана лаборатория селекции овса. С этого момента селекционная работа получила огромный размах по объемам и глубине проработки исходного материала (табл. 6).

Появилась целая серия новейших сортов: Омский кормовой 1 (1978 г.), Иртыш 13 (1991 г.), Казахстанский 70 (1992 г.), Мегион (1994 г.), Кемеровский 90 (1994 г.), Иртыш 15 (1994 г.), Орион (1996 г.), Фобос (1997 г.), Памяти Богачкова (2000 г.), Тарский 2 (2001 г.), Иртыш 21 (2004 г.), которые созданы с участием мирового генофонда овса и местных селекционных линий. Данные сорта имеют высокий генетический потенциал (6,0–7,0 т/га), обладают устойчивостью к корончатой ржавчине, головневым заболеваниям и полеганию.

В настоящее время лабораторию возглавляет Н.Г. Смищук. Создан уникальный генофонд для выведения сортов различного направления. Впервые создан сорт голозерного овса Сибирский голозерный, который передан на ГСИ в 2004 г.

Зернобобовые культуры. В институте ведется селекция гороха, яровой вики и сои. Создана серия сортов по этим культурам (табл. 7).

Основная зернобобовая культура в Сибири – горох. Его селекция велась с довоенных

лет Т.З. Чвашаевым (1933–1943 гг.). Им путем отбора из местных популяций были созданы сорта Штамбовый 2 (1939 г.) и Урожайный (1940 г.).

После длительного перерыва появились новые сорта Омский 5 (1969 г.) и Омский 1 (1970 г.), которые были созданы путем гибридизации. Крупным достижением является создание сорта Омский 7 (1981 г.), выведенного под руководством Н.И. Васякина путем отбора из гибридной популяции Капитал × Смоленский 812. Сорт мелкосеменной, зерноукосного типа и до сих пор находит свое применение в производстве.

Усилия селекционеров были направлены на создание неосыпающихся сортов. В 1993 г. в Госреестр был включен сорт Омский неосыпающийся 1, который нашел широкое применение. В дальнейшем был создан сорт Омский 9 (1999 г.), сочетающий неосыпаемость с устойчивостью к полеганию. Крупным достижением является создание сорта детерминантного типа Демос, который по результатам 2-летнего испытания включен в Госреестр РФ в 2003 г. Столь значительные успехи достигнуты благодаря использованию мирового генофонда и сортов НИУ России.

Таблица 6

Сорта овса селекции СибНИИСХ

№ п/п	Сорт	Год районирования	Происхождение	Ведущий селекционер
1	Омский 6922	1945	Местный образец Тарского района Омской области	Авторы неизвестны
2	Омский кормовой 1	1978	Отбор из образца Клингэф CD 3345 (Канада)	В.И. Богачков
3	Иртыш 13	1991	Отбор из сорта Хармон (к 11449, Канада)	В.И. Богачков
4	Казахстанский 70	1992	Отбор из сорта Нью Нортес (США)	В.И. Богачков
5	Мегион	1994	Нарымский 943 × Пшебуи II (Польша)	В.И. Богачков
6	Кемеровский 90	1994	Отбор из сорта Новый Портекс	Н.Г. Смищук
7	Иртыш 15	1994	Тюменский 82 × (Ристо × Форвард)	В.И. Богачков
8	Орион	1996	Омский кормовой 1 × Ристо	Н.Г. Смищук
9	Фобос	1997	Fragger × Panter	Н.Г. Смищук
10	Памяти Богачкова	2000	Фаленский 3 × Мутика 59	Н.Г. Смищук
11	Тарский 2	2001	Мутика 290 × Бизантина 474) × к12914	Н.Г. Смищук
12	Иртыш 21	2003	(Мутика 611 × Мутика 570) × Скакун	Н.Г. Смищук

Таблица 7

Сорта зернобобовых культур селекции СибНИИСХ

№ п/п	Сорт	Год районирования	Происхождение	Ведущий селекционер
Горох посевной				
1	Штамбовый 2	1939	Отбор из местной популяции	Т.З. Чвашаев
2	Урожайный	1940	Отбор из местной популяции	Т.З. Чвашаев
3	Омский 5	1969	Виктория Мандорфская × Ранний зеленый 33	А.Г. Быковец
4	Омский 1	1970	Виктория сибирская × смесь пыльцы	П.Д. Жарикова
5	Омский 7	1981	Капитал × Смоленский 812	Н.И. Васякин
6	Омский неосыпающ.	1993	Омский 7 × Неосыпающийся 1	Н.И. Васякин
7	Омский 9	1999	Усач × Тим	А.М. Асанов
8	Демос	2003	(Зеленозерный × Труженик) × Sentinell	А.М. Асанов
Вика посевная яровая				
1	Омичка	1981	Отбор из местной вики Тамбовской области	А.Г. Быковец
2	Омская 8	1981	Краснодарская 7 × Льговская 31-292	Н.И. Васякин
3	Омичка 2	1988	Льговская 34 × Краснодарская 7	Н.И. Васякин
4	Омичка 3	1992	Мутант сорта Немчиновская 8 × Надежда	Н.И. Васякин
Соя				
1	Омская 4	1993	Омская кормовая × Северная 4	В.У. Нечаева
2	Алтом	1998	(Амурская 3501 × 69/805) × Амурская 2728	Н.И. Васякин
3	СибНИИСХоз 6	2000	Северная 4 × Амурская 2728	Ю.Н. Кипреев
4	Дина	2003	Омская кормовая × Амурская 2728	А.М. Асанов

Определенные успехи достигнуты и по селекции яровой вики. В Госреестр включены сорта: Омичка (1981 г.), Омская 8 (1981 г.), Омичка 2 (1988 г.) и Омичка 3 (1992 г.), которые созданы путем отбора из местных сортов и гибридизацией генофонда России.

Определенный интерес проявляется к сое. Созданы сорта Омская 4 (1993 г.), Алтом (1998 г.), СибНИИСХоз 6 (2000 г.) и Дина (2003 г.).

Многолетние травы. Селекция многолетних трав начата в Западной Сибири в 1918 г. (Кормовые..., 1939). Работу по селекции возглавляли вначале В.В. Приселкова, А.М. Константинова, позднее Е.Н. Синская и В.Ю. Войтонис (Макарова, 1974). Продолжительное время (1939–1978 гг.) селекция велась под руководством известного селекционера страны Г.И. Макаровой. Ее наследие сохранено и приумноже-

но Б.А. Абубекеровым и У.М. Сагалбековым (табл. 8).

Всемирную известность получили сорта люцерны Омская 8893 (1939 г.), костреца безостого СибНИИСХоз 189 (1957 г.) и регнерии Омская (1957 г.). Создана серия сортов люцерны: Флора (1958 г.), Омская 191 (1972 г.), Омская 192 (1976 г.), Оранжевая 115 (1984 г.), Флора 2 (1984 г.), Омская 7 (1989 г.), Флора 4 (1993 г.), Сибирская 8 (1995 г.), Флора 5 (1999 г.), Флора 6 (2003 г.), которые являются продуктом отбора из местных сортов и гибридизации селекционных линий от свободного опыления с последующим испытанием на фоне изоляции. На смену, а точнее в дополнение к кострецу безостому СибНИИСХоз 189 включены в Госреестр новые сорта СибНИИСХоз 88 (1995 г.), Титан (2001 г.) и СибНИИСХоз 99 (2003 г.). Значимость мировой коллекции

Таблица 8

Сорта многолетних трав селекции СибНИИСХ

№ п/п	Сорт	Год районирования	Происхождение	Ведущий селекционер
Донник белый				
1	Медет	1976	Отбор из дикорастущих форм	Г.И. Макарова
2	Онь	1995	Медет × Арктик (к 32836)	Б.А. Абубекеров
3	Онь 2	1999	Отбор из сорта Омский 7	Б.А. Абубекеров
Донник желтый				
1	Сибирский	1976	Отбор из смеси селекц. образцов	Г.И. Макарова
2	Омский скороспелый	1991	к-36093 × Сибирский	У.М. Сагалбеков
3	Сибирский 2	2000	Отбор из местных форм Омской обл.	Б.А. Абубекеров
Кострец безостый				
1	СибНИИСХоз 189	1957	Кострец прямой × кострец безостый	Г.И. Макарова
2	СибНИИСХоз 88	1995	Биотипический отбор из дикорастущей популяции к 3431	Б.А. Абубекеров
3	Титан	2000	Отбор из образца к-43621	Б.А. Абубекеров
4	СибНИИСХоз 99	2003	Отбор из образца к-69430	Б.А. Абубекеров
Люцерна				
1	Омская 8893	1939	Местная дикорастущая желтая × Гримм	В.В. Приселкова
2	Флора	1958	Отбор из популяции местная × селекц. номера	Г.И. Макарова
3	Омская 191	1972	Дикорастущая желтая × Алтайская	Г.И. Макарова
4	Омская 192	1976	Флора × синегибридные образцы	Г.И. Макарова
5	Оранжевая 115	1984	Желтая Майкопская × Омская 2251	Г.И. Макарова
6	Флора 2	1984	Флора × Сретенская 77	Г.И. Макарова
7	Омская 7	1989	Сретенская 77 × Казанская 81/64	Б.А. Абубекеров
8	Флора 4	1993	Свободное опыление сортов Таежная, Омская 192, ЕМ-245	Б.А. Абубекеров
9	Сибирская 8	1995	Отбор из сложной популяции от свободного опыления	П.Л. Гончаров
10	Флора 5	1999	Линия 530 из сорта Омская 12	Б.А. Абубекеров
11	Флора 6	2003	Отбор из популяции свободного опыления линии 16 из Омской 192	Б.А. Абубекеров

ВИРа по селекции данной культуры трудно переоценить.

Значительны успехи и по селекции донника. В 1976 г. районирован сорт донника белого Медет, в 1995 г. – Онь, в 1999 г. – Онь 2. Заслуживают внимания сорта донника желтого Сибирский (1976 г.), Омский скороспелый (1991 г.), Сибирский 2 (2005 г.).

За годы плодотворной селекционной работы многолетних трав были также созданы и районированы сорта клевера лугового Тарский местный (1940 г.), тимофеевки луговой Тарская местная (1940 г.), житняка Высокий 9 (1968 г.), пырея сизого Омич (1985 г.), эспарцета Омский юбилейный (1995 г.).

Основное направление селекционной ра-

Таблица 9

Сорта картофеля селекции СибНИИСХ

№ п/п	Сорт	Год районирования	Происхождение	Ведущий селекционер
1	Сибиряк	1949	Отбор из местного сорта Целиноградской обл.	Л.В. Катин-Ярцев
2	Седов	1953	Ранняя роза × Катадин	Л.В. Катин-Ярцев
3	Северянин	1953	Ранняя роза (клон 1830) × Катадин	Л.В. Катин-Ярцев
4	Ермак улучшенный	1979	Ранняя роза × Катадин (США)	Л.В. Катин-Ярцев
5	Омский ранний	1979	Отбор из Ранняя роза × Катадин	Л.В. Катин-Ярцев
6	Сентябрь	1998	Иртыш × Зарево	Б.Н. Дорожкин
7	Лазарь	1999	Ласунок × Зарево	Б.Н. Дорожкин
8	Алена	2000	(Седов × Камераз) × Зарево	Б.Н. Дорожкин
9	Алая заря	2003	Адрета × Зарево	Б.Н. Дорожкин

боты – создание высокоурожайных сортов с устойчивой кормовой и семенной продуктивностью, морозо- и зимостойких, с повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот, с высокой интенсивностью отращивания весной и после скашивания летом.

Картофель. Работа по селекции в институте велась с 1919 г. Л.И. Венени, с 1937 по 1969 гг. – Л.В. Катиним-Ярцевым и с 1972 г. – Б.Н. Дорожкиным (табл. 9).

Л.В. Катиним-Ярцевым совместно с Л.И. Ивановой были созданы сорта Сибиряк (1949 г.), Седов (1953 г.), Северянин (1953 г.), Ермак улучшенный (1979 г.), Омский ранний (1979 г.). Исходным материалом являются местные сорта, Ранняя роза и Катадин (США). После этого наступил длительный период отсутствия сортов селекции института. Освободившуюся нишу заняли сорта инорайонной и иностранной селекции.

Коллективу селекционеров под руководством Б.Н. Дорожкина удалось вывести селекцию картофеля из тупикового положения. В Государственный реестр селекционных достижений включены сорта Сентябрь (1998 г.), Лазарь (1999 г.), Алена (2000 г.) и Алая заря (2004 г.), которые созданы путем отбора из гибридных комбинаций с широким использованием сорта Зарево и других сортов: Иртыш, Ласунок, Седов, Камераз, Адрета (Дорожкин, 2003).

Успехи селекционеров СибНИИСХ свя-

заны с прикладными исследованиями по генетике, физиологии, биохимии, иммунологии и семеноводству, которые явились фундаментом для создания новейших сортов сельскохозяйственных культур.

В настоящее время сорта селекции института занимают 8,2 млн гектаров. Ежегодно производится 250–300 т оригинальных и 15–20 тыс. т семян высших репродукций для осуществления быстрой сортосмены и сортообновления по ряду базовых сортов.

Литература

- Богачков В.И. Овес в Сибири и на Дальнем Востоке. М.: Россельхозиздат, 1986. 127 с.
- Дорожкин Б.Н. Селекция картофеля в Западной Сибири. Омск, 2003. 272 с.
- Кормовые травы черноземной полосы Западной Сибири / Под ред. Н.В. Цицина. Омск: Омгиз, 1939. 306 с.
- Лучшие сорта сельскохозяйственных культур СибНИИСХ / Под общ. ред. К.Г. Азиева. Омск, 1993. 55 с.
- Макарова Г.И. Многолетние кормовые травы Сибири. Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1974. 246 с.
- Рутц Р.И. История развития селекционной работы и сорта сельскохозяйственных культур СибНИИСХ. Новосибирск, 2004. 151 с.
- Савицкая В.А., Сеницын С.С., Широков А.И. Твердая пшеница в Сибири. М.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
- Яровая пшеница в Сибири. Сост. В.И. Сигов. М.: Россельхозиздат. 1981. 206 с.

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 $-52-53$ °C), 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 подвидов 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 сескви- и тетраплоидных 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.

СЕЛЕКЦИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В СИБИРИ

Р.И. Полюдина, О.А. Рожанская, Д.А. Потапов

Сибирский НИИ кормов СО РАСХН, Новосибирская область, п. Краснообск,
e-mail: d_potapov@ngs.ru

Возделывание кормовых культур, сочетающих высокую продуктивность, позитивную средообразующую функцию и толерантность к жестким почвенно-климатическим режимам, – актуальная задача современного аграрного производства Сибири.

Клевер, люцерна и эспарцет ценятся как богатые источники качественного кормового белка. Эти многолетние бобовые травы характеризуются долголетием, многоукосностью и высокой кормовой продуктивностью. Они хорошие предшественники, способствующие улучшению почв и повышению их плодородия [1]. Задачи селекции – создать новые сорта с устойчивостью к гидротермическим стрессам и основным патогенам, высокой репродукционной способностью, повышенным качеством корма и улучшенным аминокислотным составом белка. При этом следует сохранить и увеличить высокую продуктивность и засухоустойчивость, достигнутые в сортах сибирской селекции.

Яровой рапс, благодаря своим биологическим особенностям, может успешно возделываться почти во всех почвенно-климатических зонах Сибири. Сочетая высокую потенциальную урожайность с повышенным содержанием белка и масла в семенах, он является одним из важных источников получения пищевого масла и кормового белка, особенно в тех регионах, где другие белково-масличные культуры не всегда надежно вызревают.

Проблема дефицита пищевого и кормового белка может быть решена путем возделывания **зернобобовых** сельскохозяйственных культур с повышенной урожайностью и улучшенными показателями качества зерна. Однако зернобобовые культуры не всегда и не везде надежно созревают в условиях Си-

бири, а их урожайность по годам нестабильна. Увеличение урожайности зернобобовых в Сибири обеспечивается устойчивостью к пониженным температурам, засухе, болезням и вредителям, а также повышенной технологичностью новых сортов – дружным созреванием, отсутствием полегания стеблей и осыпания зерна [2]. Во многих районах Сибири **соя и нут** не имеют широкого распространения из-за отсутствия адаптированных сортов. Между тем исследования В.Б. Енкена [3], В.Е. Горина [4], Н.И. Васякина [2, 5] показали реальную возможность стабильного производства зерна сои и нута в степи и лесостепи Западной Сибири.

Успех селекции зависит от овладения надежными методами изучения, оценки и размножения материала, умелого использования достижений смежных наук, точного учета экологических особенностей местобитания [6]. Для создания новых сортов кормовых культур с нужным комплексом признаков необходимо расширение генетического базиса селекции. В Сибирском селекцентре по кормовым культурам применяются следующие методы получения исходного материала с дополнительной изменчивостью: гибридизация, внутривидовая (рапс, соя, нут) и отдаленная (рапс, ломкоколосник ситниковый); поликросс-метод (клевер, суданка, эспарцет); индуцированный мутагенез (суданка, соя, нут, люцерна); полиплоидия (кострец безостый, клевер); биотехнологические методы (эспарцет, люцерна, рапс, соя, нут).

Для стабилизации генотипа применяются инбридинг и различные модификации отбора.

За годы функционирования (1977–2005 гг.) селекцентром по кормовым культурам создано 39 сортов, включено в Государствен-

ный реестр: 24 сорта от ГНУ СибНИИ кормов СО РАСХН и 6 сортов от Ужурской опытной станции. Из них наибольшее распространение получили скороспелые, с повышенным содержанием протеина, равномерной облиственностью сорта суданки Новосибирская 84 и Лира; зимостойкие, высокоурожайные, засухоустойчивые сорта костреца безостого Рассвет и Сибирский 7; зимостойкие, высокоурожайные, одноукосные сорта клевера лугового СибНИИК 10, Родник Сибири и Огонек; высокоурожайные с улучшенным химическим составом сорта белого донника Обской гигант и Люцерновидный 6 и донника желтого КАТЭК; засухоустойчивые сорта эспарцета СибНИИК 30, СибНИИК 41 и Флогистон; высокоурожайные, устойчивые к пыльной головне сорта овса Краснообский и Крупнозерный; уникальный скороспелый (92–105 дней), высокоурожайный (до 28 ц/га) сорт сои СибНИИК 315; безруковые, низкогликозинолатные, высокоурожайные сорта рапса СибНИИК 198, СибНИИК 21, Дубравинский скороспелый и Надежный 92; урожайные, высокомасличные сорта рыжика Чулымский и Ужурский (табл. 1).

В создании новых пластичных урожайных сортов **клевера лугового** важно применение высокоэффективных методов селекции. Один из них как в нашей стране, так и за рубежом – использование эффекта гетерозиса (в течение нескольких последующих поколений) при создании синтетических и сложногобридных популяций методом поликросса [7]. В качестве исходного материала использованы 36 популяций клевера лугового различного эколого-географического происхождения, пригодных для произрастания в местных условиях [8].

Сложногобридные популяции (СПП) формировали из лучших поликроссных потомств, обладающих высоким эффектом гетерозиса по ряду хозяйственно ценных признаков, в сравнении с исходными материнскими сортами и стандартом Асиновский местный (м.) на основе поликроссных потомств: (♀) Северянин, Дуванский м., Уфимский м., Томский м., Печорский улучшенный, Чаинский м., Казачинский м., Лев Сибири, Пермский м. сформировано 8 сложногобридных популяций СНК 10-СНК 17.

Синтетические популяции (Syn_0) включали исходные материнские формы Томский м., Кировский м., Кыштымский с высокой общей комбинационной способностью по кормовой продуктивности и сорта Казачинский м., Томский м., Казачинский 1, Тулунский, Северянин, Лев Сибири, Котельнический м. и Пермский с высокой специфической комбинационной способностью. Сформированы 2 синтетические популяции СНК 20 и СНК 21.

Сложногобридная популяция СНК-10 сформирована из четырех поликроссных потомств, обладающих эффектом гетерозиса по ряду хозяйственно ценных признаков, исходными материнскими сортами которых являются: Дуванский м., Уфимский 1, Стендский поздний и Печерский улучшенный. Сорт клевера лугового СибНИИК-10 (табл. 1) с 1993 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений по Западно-Сибирскому региону. В настоящее время сорт клевера лугового внедрен на площади 80 тыс. га.

Сложногобридная популяция СНК 12 создана на основе лучшего поликроссного потомства Лев Сибири. Эффект гетерозиса по урожаю зеленой массы составил 25 % и по абсолютно сухому веществу – 34 %. В результате конкурсного и производственного сортоиспытания эта популяция показала высокие параметры основных хозяйственно-биологических признаков и была передана в 1993 г. совместно с НИИСХ Северного Зауралья на Государственное сортоиспытание (ГСИ) под названием Родник Сибири (табл. 1). Сорт клевера лугового Родник Сибири с 1997 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центральному и Восточно-Сибирскому, с 1999 г. по Западно-Сибирскому и с 2003 г. по Северному регионам.

Синтетическая популяция СНК 21 (сорт Атлант) включала равные пропорции генотипического материала исходных материнских форм, которые показали высокую комбинационную способность по кормовой продуктивности: Дуванский м. (ОКС – 11 %), Кировский м. (ОКС – 25,35 %), Стендский поздний (СКС – 49 %) и Северянин (СКС – 56 %, ОКС – 10 %).

Полученные данные свидетельствуют о пластичности и высокой потенциальной возможности синтетической популяции, показавшей достоверное преимущество в сравнении

Таблица 1

Новые сорта кормовых культур селекцентра ГНУ СибНИИ кормов

Культура	Сорт	Краткая характеристика сорта
Овёс	Краснообский	Продовольственного назначения. Урожайность зерна 51,2 ц/га. Не поражается пыльной головнёй.
Соя	СибНИИК 315	Белково-масличная культура зернового использования с максимальной урожайностью 28 ц/га. Содержание белка до 40 %, жира до 20 %, углеводов до 35 %
Суданка	Новосибирская 84	Скороспелая, устойчива к засухе и пыльной головне. Урожайность зелёной массы за 2 укоса достигает до 466, семян до 32 ц/га
	Ли́ра	Раннеспелая. Средняя урожайность зелёной массы в первом укосе 273, во втором – 100, семян 27 ц/га, содержание протеина 11,8 %
Рапс яровой	СибНИИК 198	Скороспелый, безруковый, низкоглюкозинолатный. Урожайность семян до 20 ц/га. Содержание жира 44–46 %, белка 19–22 %
	СибНИИК 21	Среднеспелый. 00-типа. Урожайность семян 22 ц/га, содержание жира 39, белка 22 %
	Надёжный 92	Среднеспелый, 00-типа зернового направления. Урожайность семян 19 ц/га, зелёной массы 315 ц/га. Масличность 45–47 %
Донник белый	Обской гигант	Содержание протеина в сене 19 %. Урожайность зелёной массы 260, семян 8 ц/га
	Люцерновидный 6	Средняя урожайность зелёной массы за 2 укоса 260, семян – 7 ц/га. содержание протеина – 20,3 %
Донник жёлтый	Катэк	Скороспелый, семенная продуктивность до 7,9 ц/га
Клевер луговой	СибНИИК 10	Одноукосного типа, зимостойкий. Средняя урожайность зелёной, сухой массы и семян составляет соответственно 334, 59 и 3,14 ц/га
	Родник Сибири	Одноукосного типа, зимостойкий. Средняя урожайность зелёной массы 354 ц/га, во влажные годы – до 620, семян – 3,7 ц/га
	Огонёк	Одноукосного типа. Облиственность до 59 %. Содержание протеина – 14,5 %. Средняя урожайность зелёной, сухой массы и семян составляет соответственно 365, 75 и 3,1 ц/га
Эспарцет песчаный	СибНИИК 30	Зимостойкий, засухоустойчивый. Средняя урожайность зелёной массы – 264, сена – 64, семян – 8,1 ц/га. Содержание протеина – 16,1 %
Кострец безостый	Рассвет	Характеризуется равномерной облиственностью (34 %), повышенным содержанием сырого протеина (11,5 %). Урожайность: зелёной массы 208 ц/га, сухого вещества 80 ц/га, семян 3,2 ц/га
	Сибирский 7	Засухоустойчивый, зимостойкий, среднеспелый (98–108 дней). Урожайность зелёной массы превышает стандарт на 17 ц/га, сухого вещества на 4,7 ц/га и семян на 0,3 ц/га
Рыжик	Чулымский	Раннеспелый (72–76 дней), урожай семян – 11,5–13,5 ц/га. Масличность 42–43 %
	Ужурский	Урожайность семян 14,9 ц/га, масличность 44–45 %
Пелюшка (горох полевой)	Дружная	Раннеспелая (78 дней), высокоурожайная (30,4 ц/га), облиственность 59 %, отличается интенсивным накоплением зелёной массы от появления всходов
Маралий корень	Тюгурюкский	Комплексного использования (кормовое, лекарственное, жиромасличное, пищевое, декоративное)
Ломкоколосник ситниковый	Альфа	Урожайность зелёной массы до 11,9 т/га, семян 0,3–0,5 ц/га. Высокая засухоустойчивость и зимостойкость

с районированными сортами СибНИИК 10, Фаленский 1, Тулунский в Западно- и Восточно-Сибирском регионах. С 2001 г. сорт клевера лугового Атлант передан в Государственное сортоиспытание.

Таким образом, многолетние исследования продемонстрировали высокую эффективность гетерозисной селекции при создании новых сортов клевера лугового, адаптированных к экстремальным условиям Сибири.

При создании селекционного материала **суданки** использован метод химического мутагенеза. Для обработки семян сорго-суданкового гибрида Кинельская 3 × Бродская 2 и Кинельская 100 использовали химические мутагены: этилметансульфонат (в концентрациях от 0,10 до 1,0 %), нитрозоэтилмочевину (0,0125 %, 0,0250 %, 0,040 %) и парааминобензойную кислоту (0,01 %).

Формирование сложного гибридной популяции СГП-1 основывалось на биомеханической смеси 9 мутантов. По результатам исследований в питомнике конкурсного сортоиспытания СибНИИ кормов (1990–1992 гг.) сорт Новосибирская 84 дал выход зеленой массы в первом укосе в среднем 198 ц/га, на 59,4 ц/га выше стандарта, урожайность семян 21,6 ц/га, на 10,2 ц/га выше стандарта. Сорт включен в Государственный реестр по Западно-Сибирскому региону с 1996 г., по Уральскому – с 1997 г.

Методом рекуррентного отбора в мутантных потомствах сорго-суданкового гибрида был создан сорт Лира, который включен в Государственный реестр с 2002 г. по Уральскому, с 2003 г. – по Восточно-Сибирскому регионам. За годы конкурсного сортоиспытания средняя урожайность зеленой массы в первом укосе составила 273 ц/га, во втором – 100, а в сумме за два укоса – 373, что превысило стандарт Новосибирскую 84 на 58 ц/га, Кинельскую 100 на 78 ц/га. По урожайности семян сорт Лира превышает на 2 ц/га Новосибирскую 84, а Кинельскую 100 – на 6 ц/га.

Исследования по **яровому рапсу** начаты в СибНИИ кормов в 1982 г., создано два сорта ярового рапса с высоким качественным составом семян и кормовой массы (табл. 1). Сорт СибНИИК 21 двухнулевого типа (безэруковых и низкоглюкозинолатный), включенный в Государственный реестр с 1999 г., создан методом гибридизации

в сочетании с инбридингом и отборами. При создании сорта 00-типа СибНИИК 198 на фоне основного метода – индивидуально-семейственного отбора – использовался метод слабого инбридинга. Сорт включен в Государственный реестр с 1994 г. [9, 10].

Другим перспективным направлением в селекции рапса является создание сортов 000-типа (безэруковых, низкоглюкозинолатных и желтосеменных). Семена с желтой окраской имеют более тонкую оболочку и содержат больше белка, масла и меньше сырых волокон [10–13]. Селекционные исследования по созданию желтосеменных форм ярового рапса в СибНИИ кормов начаты в 1987 г. В пределах вида *Brassica napus* L. нет желательных желтосеменных генотипов, поэтому одним из методов создания исходного материала является отдаленная гибридизация в пределах рода *Brassica* [12, 14–15]. В качестве материала при отдаленной гибридизации привлекали желтосеменные и слабопигментированные формы *B. campestris*, *B. juncea* и *Sinapis alba*. С целью переноса в *B. napus* признака желтой окраски оболочки семян проведено 72 комбинации скрещиваний [16, 17]. Однако из гибридного исходного материала сложно вычленили стабильную по необходимым селекционеру признакам и свойствам форму.

Использование метода инбридинга как приема генотипической дифференциации гетерозиготного материала позволяет выделять линии, стабильные по хозяйственно важным признакам и свойствам. Для создания самоопыленных линий использовали собственный селекционный материал, созданный методами гибридизации в сочетании с отборами [18]; сортообразцы шведской фирмы «Svalöf AB»: WW-312, WW-428, WW-1583, WW-1586, WW-1587, WW-1588, WW-1591; сорта Агат (ВНИИМК), Regent, Salut (Швеция). Основное внимание при создании линий ярового рапса уделялось признакам окраски оболочки семян, высокой семенной продуктивности и устойчивости к экстремальным условиям Сибири. Результаты отбора, проводимого по желтой окраске семян в течение шести инбредных поколений, показали его эффективность. Из 1314 изученных форм отбор по этим признакам оказался наиболее удачным для линий 109 и 39 из сортообразца WW-1591 (рис. 1) [19].

С целью ускорения размножения наиболее ценных форм ярового рапса нами был использован метод клонирования *in vitro*, который позволил на 30 % повысить коэффициент размножения желтосеменных растений и увеличить долю желтых семян на растении на 89 % (табл. 2) [20].

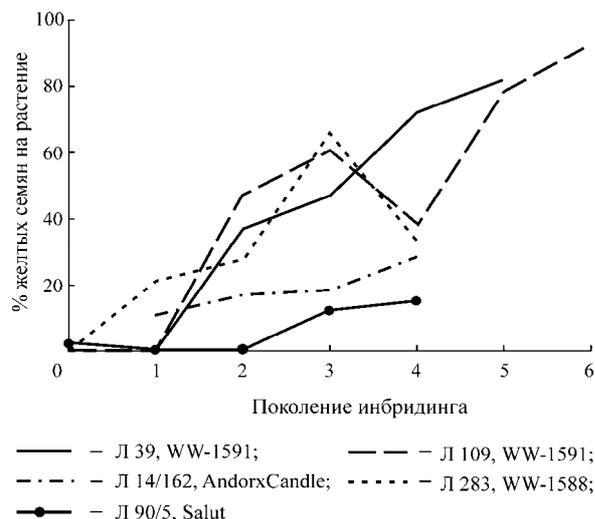


Рис. 1. Окраска оболочки семян ярового рапса в зависимости от поколения инбридинга.

Таблица 2

Число и доля светлых семян на растении у форм ярового рапса, полученных разными методами

Параметры	$X \pm S_x$	
	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>
Число семян на растение, шт.	492	261*
Доля светлых семян, %	87,8	67,6*

* Различия значимы на 5 %-ном уровне.

Исследование изменчивости количественных признаков желтосеменных линий в течение 1995–1998 гг. показало возможность отбора этих форм с более высокими показателями данных параметров, чем у черноссеменных [21]. В результате изучения 1314 образцов ярового рапса было выделено пять высокоурожайных, с высоким содержанием масла и белка в семенах, надежно созревающих в условиях Сибири линий для создания желтосеменных сортов рапса (табл. 3).

Начиная с 1980-х гг. прошлого века селекционеры многих стран мира используют клеточные технологии для создания новых сортов растений [22–25]. В России с помощью биотехнологических методов созданы сорта или селекционный материал пшеницы, ячменя, риса, картофеля, сахарной свеклы, клевера, люцерны, люпина, томатов, гречихи, сои и многих других сельскохозяйственных культур. Методом соматоклональной изменчивости нами получен селекционный материал рапса, эспарцета, сои, нута, люцерны [26–30].

В мировой науке дальнейшее развитие биотехнологии пошло по пути освоения методов направленного переноса генов, практическое применение которых рассматривается как важнейший компонент селекции XXI века [31]. Между тем, как считает А.А. Жученко [32], мы пока не в силах спрогнозировать в долговременной перспективе все последствия широкого использования трансгенных технологий, которые могут оказаться столь же опасными, сколь и выгодными. Несмотря на то, что в мире уже возделываются десятки трансгенных форм и сортов, конечный результат генетической трансформации растений остается таким же неопределенным, как и при индуцированном мутагенезе. Причина тому – отсутствие методов точного встраивания генов в определенный сайт ДНК, частое «замолкание» генов под воздействием систем инактивации чужеродной ДНК, незапланированное включение в геном хозяина собственных структурных элементов вектора, влияние трансгенов на экспрессию генов реципиента, индукция «инсерционного» мутагенеза, активирование вариаций, «молчащих» и мобильных генов, мейотической и митотической рекомбинации и т. п. [32, 33].

Новые признаки и комбинации признаков можно получить без помощи трансгенеза, используя соматоклональную изменчивость, клеточную селекцию, мутагенез *in vitro*. Полученные из мутировавших клеток растения-регенеранты несут и передают своему потомству наследственные изменения самых разных признаков. Задачи исследователя состоят в получении и выявлении соматоклональных вариаций, изучении их стабильности в ряду поколений и отборе перспективных форм для дальнейшей селекционной работы.

Таблица 3

Результаты изучения сортообразцов ярового рапса 000-типа в контрольных питомниках

Сортообразец	Урожайность семян, ц/га (2000–2004 гг.)		Вегетационный период, дни (2000–2004 гг.)		Содержание в семенах, % (1999–2000 гг.)			
					жира		белка	
	\bar{X}	% к ст.	\bar{X}	± к ст.	\bar{X}	% к ст.	\bar{X}	% к ст.
СибНИИК 198, ст.	25,2	100	99	0	44,5	100	25,3	100
СНК-32	34,9	138*	109	10	47,5	107*	27,1	107*
СНК-37	32,4	128*	104	5	45,8	103	28,2	111*
СНК-38	22,8	90	96	-3	46,8	105*	27,1	107
СНК-106	19,4	77	91	-8	45,0	101	28,6	113
СНК-51	21,5	85	93	-6	47,9	108*	26,6	105

* Значимо на 5 %-ном уровне, \bar{X} – среднее значение, ст. – стандартный сорт.

Кормовые бобовые травы **люцерна и эспарцет** – облигатные перекрестники, их сорта представляют собой сложногибридные популяции, нуждающиеся в увеличении генетического разнообразия для усиления гетерозисного эффекта. **Соя и нут** – самоопылители, сорта их высокоинбредны, как и у факультативного самоопылителя **рапса**, поэтому дополнительная изменчивость необходима для формирования базы отбора. При создании селекционного материала в том и другом случае целесообразно применять наряду с традиционными методами гибридизации и мутагенеза и биотехнологические методы увеличения генетического разнообразия.

Нами разработаны и усовершенствованы эффективные методики культивирования *in vitro* и регенерации следующих видов и сортов: **эспарцета песчаного** СибНИИК 30 [27]; **люцерны изменчивой** сортообразцов РП-196-1300/250, Сюлинская; **ярового рапса** Шпат, СибНИИК 198, 000-форм (рис. 2) [28, 20]; **сои** СибНИИК 315 [26]; **нута** Краснотутский 123 [34] и Волгоградский 10.

Созданы коллекции соматклонов и мутантов, полученных *in vitro* или из семян *in vivo* после обработки мутагенами: ЭМС, γ -лучами, лазером.

В результате многолетнего (1992–2000 гг.) полевого испытания 260 растений-регенерантов эспарцета выявлены формы, значительно превосходящие исходный сорт по скорости роста, продуктивности надземной массы и семян, содержанию белка, углево-

Рис. 2. Регенерация 000-форм ярового рапса *in vitro*.

дов и витаминов, устойчивости к корневым гнилям, продуктивному долголетию [30]. На основе потомств 36 отобранных форм заложен питомник поликросса и ведется селекционная работа.

Проведены полевые испытания 411 соматклонов и 130 мутантов люцерны, их оценка и отбор по комплексу хозяйственно важных признаков – зимостойкости, устойчивости к патогенам, продуктивности, отавности и качеству корма. Выявлены формы люцерны, устойчивые к бурой пятнистости и ржавчине. Среди 4–5-летних растений выделились 14 регенерантов R_0 и 3 мутанта с комплексной устойчивостью к аскохитозу, бурой пятнистости, ржавчине, корневым гнилям и микоплазменному заболеванию «ведьмина метла». Отобраны 52 регенеранта и 30 мутантов

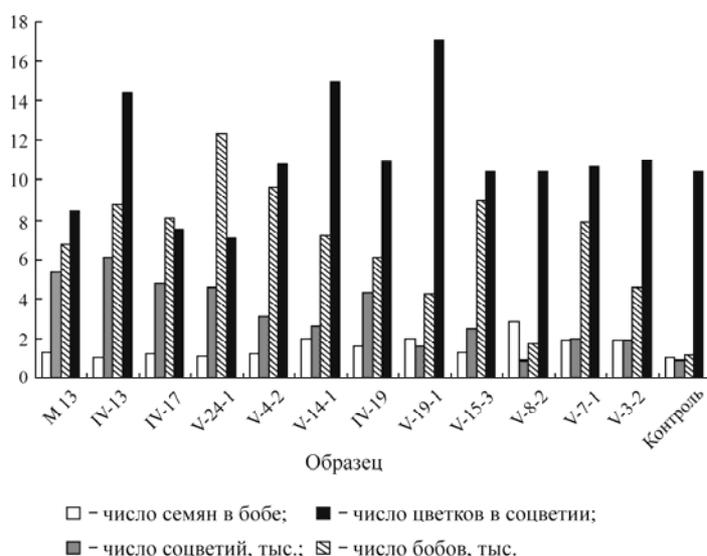


Рис. 3. Изменчивость признаков фертильности у соматоклонов люцерны.

со стабильной продуктивностью зеленой массы, высокой зимостойкостью, 13 регенерантов с повышенной семенной продуктивностью (20–60 г семян с одного растения при площади питания 0,36 м²) (рис. 3). Отобранные формы включены в селекционный процесс как источники ценных признаков.

В полевых питомниках 1999–2004 гг. изучены 452 соматоклона и мутанта **сои**. Значительная межлинейная вариабельность средних показателей позволила выделить перспективные линии: более скороспелые (на 4–5 дней), с повышенной семенной продуктивностью (на 25–96 %), с увеличенным содержанием питательных веществ в семенах (белка – на 3,2–4,4 %, жира – на 1,7–2,0 %, сахаров – на 1,4–2,8 %) по сравнению с исходным сортом СибНИИК 315. Для селекционной работы отобраны 24 образца с повышенной семенной продуктивностью в сочетании со скороспелостью (вегетационный период менее 100 дней).

После изучения в условиях достаточного увлажнения 2000–2002 гг. были отобраны 47 образцов соматоклонов и мутантов, превосходящих исходный сорт СибНИИК 315 по массе семян с растения на 25–82 %. Из них после засушливого лета 2003 г. выделились 4 соматоклона, превосходящие СибНИИК 315 по массе семян с растения на 43–96 %, и 5 мутантов с уровнем превышения 29–60 %.

Сохранив высокую продуктивность при недостатке влаги, эти линии продемонстрировали устойчивость к гидротермическому стрессу и свойственную им экологическую пластичность (рис. 4).

Проводилось изучение влияния предпосевной обработки семян сои СибНИИК 315 низкоэнергетическим излучением лазера с длиной волны 632,8 нм. В первом поколении различий между растениями не обнаружено, но отмечено снижение вариабельности количественных признаков у растений из облученных семян по сравнению с контролем без облучения. Во втором поколении в условиях засухи у потомков растений из облученных семян выявлены признаки стимуляции: увеличение ветвистости, числа продуктивных узлов, бобов, семян в бобе и на растении; семенная продуктивность была повышена в среднем на 37 % по сравнению с контролем. В третьем поколении стимуляция отсутствовала. Начиная с М₂ потомства облученных семян показали значительную межлинейную и внутрилинейную изменчивость по важным хозяйственным признакам, что позволило в поколении М₃ провести отбор на продуктивность и скороспелость и продолжить работу по схеме селекционного процесса [35].

Полевые испытания 156 соматоклонов и мутантов **нута** позволили выявить и отобрать для селекционной работы 15 образцов, более толерантных к сырой и прохладной

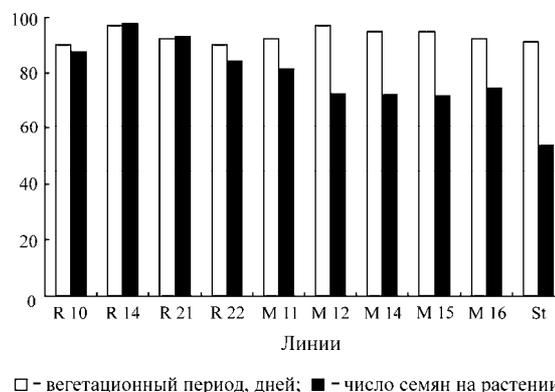


Рис. 4. Соматоклоны и мутанты сои с повышенной семенной продуктивностью.

погоде во второй половине лета, с повышенной устойчивостью к патогенам по сравнению с исходными сортами Краснокутский 123 и Волгоградский 10 (рис. 5). Двукратный отбор среди соматоклонов нута по устойчивости к болезням и пораженности семян грибной инфекцией увеличил частоту встречаемости устойчивых форм, повысил завязываемость семян в бобах и достоверно снизил долю шуплых и инфицированных семян у 84 % линий соматоклонов по сравнению с исходным сортом Краснокутский 123.

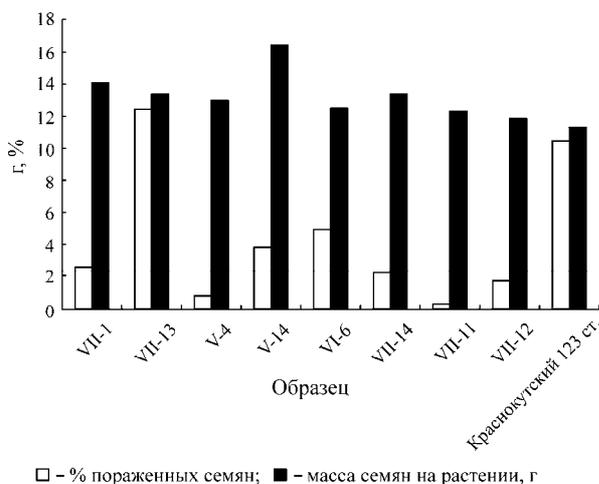


Рис. 5. Соматоклоны нута с повышенной семенной продуктивностью, устойчивые к грибным патогенам.

Перспективные формы эспарцета, люцерны, сои и нута, созданные методами биотехнологии и мутагенеза, вовлечены в селекционный процесс и изучаются в питомниках СибНИИ кормов, Приморского НИИСХ, Алтайского НИИСХ, СибНИИСХОз, Института северного луговодства (г. Якутск) и Украинского НИИ кормов.

Литература

1. Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири: Биолого-ботанические основы возделывания. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. 264 с.
2. Васякин Н.И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири. Новосибирск, 2002. 184 с.
3. Енкен В.Б. Соя. М.: Сельхозгиз, 1959. 622 с.
4. Горин В.Е. Новый сорт сои для условий Сибири // Исходный материал и результаты селекции кормовых культур: Науч.-техн. бюл. Новосибирск, 1984. Вып. 1. С. 6–12.

5. Васякин Н.И. Перспективы возделывания и селекции сои в Западной Сибири // Бюл. ВИР. Л., 1985. Вып. 153. С. 66–68.
6. Гончаров П.Л., Гончаров Н.П. Методические основы селекции растений. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1993. 312 с.
7. Кедров-Зихман О.О. Поликросс-тест в селекции растений. Минск: Наука и техника, 1974. 127 с.
8. Полюдина Р. И. Поликросс-метод в селекции клевера лугового // Кормопроизводство. 1982. № 11. С. 33–35.
9. Осипова Г.М. Селекция ярового рапса // Кормопроизводство. 1996. № 3. С. 26–30.
10. Осипова Г.М. Рапс в Сибири (Морфобиологические, генетические и селекционные аспекты). РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. Новосибирск, 1998. 168 с.
11. Slominski V.A., Simbaya J., Campbell L.D., Rakow G., Guenter W. Nutritive value for broilers of meals derived from newly developed varieties of yellow-seeded canola // Anim. Feed Sci. and Tech. 1999. V. 78. P. 249–262.
12. Шпота В.И., Бочкарева Э.Б. Селекция желтосеменных сортов сурепицы и рапса // Докл. ВАСХНИЛ. 1990. № 10. С. 25–28.
13. Bochkaryova E.B., Gorlov S.L., Serdyuk V.V., Khalilova L.A. Trends and results of rapeseed and turnip rape breeding // 11th Intern. Rapeseed Congr. 2003. V. 2. P. 445–447.
14. Жидкова Е.Н. Теоретические и практические аспекты отдаленной гибридизации // Генетика. 1997. Т. 33, № 1. С. 5–11.
15. Rahman M.N. Production of yellow-seeded *Brassica napus* through interspecific crosses // Plant Breed. 2001. V. 120. P. 463–472.
16. Осипова Г.М., Зимина Н.И. Межвидовая гибридизация в роде *Brassica* и ее использование в селекции ярового рапса // Актуальные проблемы сельскохозяйственной биологии. ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 1988. Вып. 1. С. 10–19.
17. Осипова Г.М. Создание и изучение исходного материала рапса 000-типа для условий Западной Сибири // Селекция с.-х. культур на адаптивность и особенности семеноводства в Сибири: Тез. докл. проблем. совета по растениеводству, селекции, био-технологии и семеноводству с.-х. культур в Сибири (Омск. 1–2 авг. 1995 г.). Новосибирск, 1995. С. 68–70.
18. Potapov D.A., Osipova G.M. Development of yellow-seeded *Brassica napus* in Siberia // Proc. of 11th Intern. Rapeseed Congr. 2003. V. 1. P. 250–252.
19. Потапов Д.А., Осипова Г.М. Селекция ярового рапса 000-типа для условий Западной Сибири // Докл. РАСХН. 2004. № 3. С. 53–55.
20. Потапов Д.А., Рожанская О.А. Морфологические особенности рапса (*Brassica napus* L.) с

- разной окраской семенной оболочки // Ботанические исследования в азиатской России: Матер. XI съезда русского ботанического общества. Барнаул: АзБука, 2003. Т. 3. С. 102–103.
21. Potapov D.A., Osipova G.M. Breeding of yellow-seeded summer rapeseed (*Brassica napus* L.) in West Siberia // Rosliny Oleiste – Oilseed crops. V. 25. 2004. P. 61–70.
 22. Karp A. Somaclonal variation as a tool for crop improvement // Euphytica. 1995. V. 85. P. 295–302.
 23. Larkin P.J., Scowcroft W.R. Somaclonal variation – a novel source of variability from cell culture for plant improvement // Theor. and Appl. Genet. 1981. V. 60. P. 197–214.
 24. Атанасов А. Биотехнология в растениеводстве. Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 1993. 242 с.
 25. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. Киев: Наук. думка, 1990. 280 с.
 26. Рожанская О.А., Клеблеева Н.Г. Культура тканей сои и морфогенез. Корма и их производство в Сибири // Сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд-ние, СибНИИ кормов. Новосибирск, 1994. С. 117–126.
 27. Рожанская О.А., Клеблеева Н.Г. Соматический эмбриогенез и соматическая изменчивость эспарцета песчаного // Сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. Новосибирск, 1999. С. 141–148.
 28. Рожанская О.А., Клеблеева Н.Г., Кравченко А.Ю. Соматические вариации количественных признаков ярового рапса // Докл. РАСХН. 1999. № 3 С. 17–18.
 29. Рожанская О.А. Агаркова З.В., Коробова Л.Н. Количественные вариации признаков соматических нута (*Cicer arietinum* L.) // Сиб. вестн. с-х. науки. 2002. № 3/4. С. 40–46.
 30. Rozhanskaya O.A. Quantitative somaclonal variation of sainfoin *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC // Бюл. Никит. ботан. сада. 2002. Вып. 86. С. 27–31.
 31. Ковалёв В.М. Совершенствование способов регуляции физиолого-биохимических процессов и метаболизма живых организмов // С.-х. биология. 2001. № 1. С. 13–18.
 32. Жученко А.А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений (мифы и реалии) // С.-х. биология. 2003. № 1. С. 3–33.
 33. Шумный В.К. Генная и хромосомная инженерия для растений // Вестник РАН. 2001. Т. 71, № 8. С. 725–732.
 34. Рожанская О.А. Особенности морфогенеза *in vitro* в изолированных тканях нута (*Cicer arietinum* L.) // Сиб. вест. с-х. науки. 2002. № 1/2. С. 47–51.
 35. Рожанская О.А., Рожанская Н.А., Филиппова Н.Д., Хоменко А.М. Использование гелий-неонового лазера для создания нового селекционного материала сои // Информационные технологии, информационные измерительные системы и приборы в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Ч. 1: Матер. Междунар. науч.-практ. конференции «АГРОИНФО-2003» (Новосибирск, 22–23 окт. 2003 г.). РАСХН. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 2003. С. 133–137.

СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ В СибНИИСХ: ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Б.Н. Дорожкин, Н.В. Дергачева

Сибирский НИИ сельского хозяйства, Омск, e-mail: dbor@bk.ru

История культуры картофеля в Сибири начинается с 1765 г., когда он был впервые завезен в Иркутск губернатором К.И. Фрауэндорфом. Стихийным этапом народной селекции можно считать высеv семян картофеля с последующим отбором лучших клубней, который проходил параллельно распространению картофеля, завозимого в виде клубней. Селекционные работы на более высоком уровне – с отбором клонов, гибридизацией – в Западной Сибири начались значительно позже – в XX веке: в Омске – с 1919 г., Нарыме – с 1938 г., Кемерово – с 1959 г.

Селекционную работу по картофелю в СибНИИСХ можно разделить на 4 этапа (Дорожкин и др., 1997):

1-й этап (1919–1936 гг.) – использование метода клонового отбора (Л.И. Венени);

2-й этап (1937–1971 гг.) – создание серии ранних сортов (Седов, Ермак, Северянин, Омский ранний) с использованием гибридизации и отбора (Л.В. Катин-Ярцев);

3-й этап (1972–1990 гг.) – разработка принципов и совершенствование методов селекционной работы на основе широкого изучения мировой коллекции, гибридных популяций, исследования изменчивости признаков;

4-й этап (с 1991 г.) – адаптация селекционной работы к условиям сокращения финансирования и материально-технического обеспечения, а также к радикальным изменениям в отрасли картофелеводства, связанным с переходом производства (на 95 %) к частному мелкому производителю.

Традиционные и новые задачи селекции. Природно-климатические условия Западно-Сибирского региона типично континентальные. Беспрепятственное проникновение холодных масс воздуха с севера и су-

хих, нередко жарких, – из Казахстана и Средней Азии обуславливает резкие колебания погодных условий в любые отрезки времени, приводит к общей неустойчивости климата. Еще одной климатической особенностью являются сухость, недостаток осадков, малая облачность (Иванов и др., 1970). Как отмечал Л.В. Катин-Ярцев (1956), высокие температуры воздуха и перегрев почвы в первой половине лета затягивают развитие картофеля. Вместе с частыми осенними заморозками это обуславливает более высокую стабильность урожая раннеспелых сортов по сравнению со среднеспелыми и среднепоздними. Избыток же тепла при недостатке влаги в более поздний период вегетации вызывает преждевременное созревание и старение картофеля, а при наступлении более влажной погоды – израстание и другие дефекты клубней. По мнению А.И. Широкова, для южной лесостепи Западной Сибири основные заболевания картофеля по значимости можно расположить в следующем порядке: вирусные, фитофтороз (который в отдельные годы, а также на поливе становится наиболее опасным), ризоктониоз, черная ножка, кольцевая гниль, макроспориоз, парша обыкновенная. Н.М. Коняева (1984) считает, что наиболее распространенными и вредоносными являются патогены, не зависящие от резко колеблющихся метеоусловий и передающиеся через почву: черная парша (ризоктониоз), парша обыкновенная, ооспороз (бугорчатая парша), серебристая и порошистая парша.

Основной задачей селекционных работ по картофелю в Омске было и остается создание адаптированных к природным условиям и применяемым технологиям возделывания высокопродуктивных столовых сортов, обладаю-

щих высокими столовыми качествами, устойчивостью к распространенным болезням.

В последнее десятилетие в стране произошло обвальное сокращение площадей под картофелем в общественном секторе и соответственно расширение в частном. Сегодня в Сибирском федеральном округе индивидуальный сектор производителей картофеля наибольший в стране и составляет 95,9 % от общей площади под культурой. Производство картофеля на душу населения здесь также максимальное по сравнению с другими регионами Российской Федерации и составляет 317 кг/чел., при среднем по стране 241 (Тульчев, 2004). Это потребовало соответствующих корректив селекционных программ. Первостепенную значимость приобретают столовые и товарные качества клубней, расширение сортимента в связи с разнообразием вкусов и предпочтений у населения, а также в связи с доминированием в частном секторе монокультуры устойчивости к болезням и нематоде (Дорожкин, Черемисин, 2001).

Новые селекционные задачи заставили нас пересмотреть набор используемых родительских форм, вновь обратиться к мировому сортименту, провести изучение привлеченных образцов. В числе активно используемых родительских форм в последние годы сорта Невский, Адретта, Зарево, Свитанок киевский, Санте, Эскаорт, Алена, Пушкинец и др. Ведется поиск новых генетических источников и перспективных комбинаций скрещивания.

Известно, что в настоящее время у основных российских производителей картофеля практически отсутствуют надежные источники приобретения оздоровленных семенных клубней, равно как и возможности выбора сортов. Не секрет и то, что современные методы оздоровления, связанные с культурой *in vitro*, отличаются высокой затратностью и недостаточной надежностью. В связи с этим в качестве возможного дополнения к традиционному выращиванию картофеля из семенных клубней нами начато создание сортопопуляций, выращиваемых из ботанических семян.

Принципы и методы селекции. В своей работе мы опираемся на общепринятые, разработанные ведущими отечественными и зарубежными научными школами методиче-

скими рекомендациями по картофелю. Вместе с тем постоянно ведем работу по совершенствованию технологии селекционного процесса.

В период с 1972 г. в отделе картофеля СибНИИСХ проведено изучение свыше 1,6 тысяч сортообразцов из более 40 стран, около 800 гибридных популяций. Исследована изменчивость селективируемых признаков. Это позволило сформулировать общие принципы и региональные приоритеты селекции культуры в условиях Западной Сибири, усовершенствовать технологию селекционного процесса в основных питомниках (Дорожкин, 2004). Основными элементами применяемой технологии являются: культура сеянцев в открытом грунте с применением гербицидов; исключение позитивного отбора на ранних этапах (вплоть до третьего клубневого поколения гибридов); устранение эффекта размера посадочного клубня в ранних селекционных питомниках; механизация технологических операций по выращиванию селекционных питомников (Согуляк, 1998; Дорожкин, 2004). На этапах, где прорабатываются большие объемы селекционного материала (подбор пар, оценка комбинаций и гибридов), разработаны методики оценки материала с использованием ЭВМ либо персонального компьютера (Дорожкин и др., 1986).

Затратность создания сорта определяется прежде всего количеством выращиваемых сеянцев. Согласно Х. Росс (1989), эта величина колеблется от 0,5 млн до 1 млн сеянцев. По данным Н.П. Складовой и Л.М. Хромовой (1999), во Всероссийском НИИ картофельного хозяйства это количество составляет 225 тысяч. Ежегодное количество сеянцев, выращиваемых в селекционных учреждениях европейских стран, колеблется в значительных пределах: от 2–10 тысяч в Финляндии до 0,9–1,0 млн в Польше и бывшей ГДР.

В лаборатории селекции картофеля СибНИИСХ в среднем за последнее пятилетие выращивалось 25,3 тыс. сеянцев ежегодно. Для того чтобы выдерживать необходимые объемы селекционного процесса, приходится использовать приемы, позволяющие получать необходимое количество гибридных ягод. За прошедшую пятилетку средний процент удачи составил 13,5 % (табл.).

Для создания сортов селекции нашего института, включенных в Госреестр в по-

Таблица

Объемы работ по гибридизации (1998–2002 гг.)

Показатель	Год					
	1998	1999	2000	2001	2002	1998–2002
Опылено бутонов, тыс. шт.	12,7	19,6	19,5	5,4	8,3	65,5
Получено ягод, тыс. шт.	1,0	3,4	1,9	1,4	1,2	8,9
Завязываемость, %	8,3	17,4	10,0	25,6	14,1	13,5
Получено семян, тыс. шт.	105	316	162	212	99	894
Комбинаций скрещивания, шт.	13	29	50	57	86	235

следние годы, потребовалось следующее количество семян: Сентябрь – 350 тысяч, Лазарь – 120, Алена – 320, Алая заря – 290. Срок выведения сорта вычислялся нами от года выращивания семян до года передачи его на государственное испытание. В среднем на создание сорта требовалось 250–300 тысяч семян и это, по нашему мнению, не свидетельствует о высокой эффективности работы.

Результаты. С 1998 по 2002 гг. в Госреестр селекционных достижений по Западно-Сибирскому региону включены 3 сорта института: среднеранний Сентябрь (1998), среднеспелый Лазарь (1999), раннеспелый Алена (2000 г.). В 2002 г. расширен ареал использования сорта Алена – на Волго-Вятский, Уральский и Дальневосточный регионы. В 2002 г. завершено испытание среднеспелого сорта совместной селекции с Костанайским НИИСХ Алая заря в Республике Казахстан, где он включен в Госреестр по северному региону. Ниже приводится краткая характеристика этих сортов.

СЕНТЯБРЬ. Среднеранний столовый сорт. Окраска клубня, мякоти, венчика цветка – белые. Сорт обильно цветет, образует большое количество ягод от самоопыления, является хорошим опылителем. Куст высокий, прямостоячий, стебли угловатые со слабой антоциановой окраской. Листья темно-зеленые, глянцевые. Отличительным признаком сорта является асимметричная форма конечной доли листа. Сентябрь обладает полевой устойчивостью к фитофторозу, комплексу вирусных болезней, распространенных в условиях Западной Сибири, а также к болезням хране-

ния, что обеспечивает хорошую лежкость клубней. Среднеустойчив к парше обыкновенной, ризоктониозу и бактериальным болезням. Поражается альтернариозом. Содержание крахмала 16–19 %. Сорт обладает отличным вкусом, характеризуется слабо темнеющей мякотью с высокой мучнистостью.

ЛАЗАРЬ. Среднеспелый столовый сорт, пригодный также для промышленной переработки. Клубни розовые, слабосетчатые. Кожура молодых клубней имеет слабый фиолетовый оттенок. Мякоть клубня светло-кремовая. Окраска венчика цветка белая. Цветение продолжительное, обильное. Образует ягоды от самоопыления, является хорошим опылителем в условиях Западной Сибири. Куст высокий, мощный, хорошо облиственный. Сорт имеет полевую устойчивость к фитофторозу, среднеустойчив к макроспориозу, комплексу наиболее распространенных в условиях Западной Сибири вирусных болезней, а также к парше обыкновенной и ризоктониозу. Отличительной особенностью сорта является высокое содержание крахмала: 18–25 %. Столовые качества высокие, отличное по вкусу пюре, не темнеющая при варке мякоть.

АЛЕНА. Раннеспелый столовый сорт. Морфологические признаки: окраска кожуры розовая, глазков – красная, мякоти – белая, венчика цветка – красно-фиолетовая. Форма клубня овальная, слабоуплощенная. Сорт крупноклубневый. Куст средней высоты, среднеоблиственный, славетвистый. Лист и доли листа – крупные. Содержание крахмала 15–16 %. Сорт имеет хороший

вкус, умеренную мучнистость, слабо темнеющую мякоть после варки. Пригоден для приготовления фри. Алена обладает полевой устойчивостью к комплексу распространенных в Сибири вирусных, грибных и бактериальных болезней. При слабой устойчивости ботвы к фитофторозу клубни отличаются большей устойчивостью, что подтверждается хорошей их сохранностью.

АЛАЯ ЗАРЯ. Среднеспелый столовый сорт. Основные преимущества: стабильная, высокая продуктивность, засухоустойчивость, высокая полевая устойчивость к вирусным болезням, отличные вкусовые качества, высокое содержание крахмала и сухого вещества. Сорт имеет темно-зеленые опушенные листья; средневысокие, хорошо облиственные стебли, раскидистый куст. Окраска клубней и глазков красная, мякоти – светло-кремовая, венчика – красно-фиолетовая. Пользуется широким спросом у населения, наиболее пригоден для аридных районов Сибири, а также Северного Казахстана.

Литература

- Дорожкин Б.Н. Селекция картофеля в Западной Сибири. Омск: РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ, 2004. 272 с.
- Дорожкин Б.Н., Черемисин А.И. Учитываем требования частного производителя // Картофель и овощи. 2001. № 1. С. 21–22.
- Дорожкин Б.Н., Дергачева Н.В., Согуляк С.В. Этапы селекционной работы с картофелем в Омске // Селекция сельскохозяйственных культур: итоги, задачи, пути решения: Матер. науч.-метод. конференции по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству, посв. 90-летию Тулун. ГСС (г. Тулун, 16–17 июля 1997 г.). РАСХН. Сиб. отд-ние. Тулун. ГСС. Новосибирск, 1997. С. 32–33.
- Дорожкин Б.Н., Кильдибекова Ф.Н., Кадычегова В.И. Использование ЭВМ при подборе пар в селекции // Селекция и семеноводство. 1986. № 3. С. 19–21.
- Иванов В.К., Иванова С.В., Корзухина Т.М. Климат Омска: Результаты 40-летних наблюд. метеорол. ст. Омского СХИ им. С.М. Кирова. Омск: ОмСХИ, 1970. 54 с.
- Катин-Ярцев Л.В. Итоги работ по селекции, семеноводству и агротехнике картофеля // Вопросы земледелия в Сибири. М.: Госиздат сельхозлитературы, 1956. С. 135–156.
- Коняева Н.М. Задачи селекции картофеля в Сибири на устойчивость к наиболее вредоносным заболеваниям // Защита с.-х. культур от вредителей и болезней в условиях Сибири. Новосибирск, 1984. С. 106–118.
- Росс Х. Селекция картофеля: Проблемы и перспективы / Пер. с англ. В.А. Лебедева. М.: ВО «Агропромиздат», 1989. 183 с.
- Склярова Н.П., Хромова Л.М. Международное совещание по картофелю // Селекция и семеноводство. 1999. № 2/3. С. 85–86.
- Согуляк С.В. Повышение эффективности селекции картофеля на ранних этапах в условиях южной лесостепи Западной Сибири: Дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 1998. 116 с.
- Тулчеев В.В. Формирование и эффективное функционирование агропромышленного комплекса Российской Федерации в рыночных условиях. М.: ФНГУ «Росинформагротех», 2004. 272 с.

ИНТРОДУКЦИЯ И СЕЛЕКЦИЯ ПИЩЕВЫХ РАСТЕНИЙ В ЦСБС СО РАН, ИЛИ НАСКОЛЬКО МЫ ВСЕЯДНЫ

А.Б. Горбунов, Н.В. Моисеева, В.С. Симагин, Т.И. Снакина,
И.Г. Боярских, Ю.В. Фотев, Г.А. Кудрявцева, В.П. Белоусова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск,
e-mail: root@botgard.nsk.su

Источниками пополнения культурной флоры являются, прежде всего, дикорастущие пищевые растения. В настоящее время в Сибири культивируется 95 овощных культур, 12 плодовых и 12 ягодных культур. В то же время во флоре Сибири произрастает более 300 видов дикорастущих пищевых растений, из которых наиболее важными являются 122 вида, в том числе 72 вида овощных, 35 ягодных, 7 плодовых, 5 масличных и 3 орехоплодных (Горбунов, 1997). Из них лишь около 25 % введено в культуру, среди них 19 видов овощных, 8 ягодных и по 3 вида плодовых и масличных. Основным направлением исследований лаборатории интродукции пищевых растений ЦСБС СО РАН является введение в культуру новых пищевых растений с целью обогащения культурной флоры Сибири новыми видами, формами, сортами и гибридами плодовых, ягодных и овощных растений. Ниже приводятся практические результаты многолетних исследований по интродукции и селекции пищевых растений, полученные в лаборатории.

Яблоня (*Malus Mill.*) среди плодовых семечковых культур Сибири пользуется наибольшей популярностью. Ее плоды богаты сахарами, органическими кислотами, пектинами, каротином, микроэлементами, катехинами, антоцианами, лейкоантоцианами, аскорбиновой кислотой. В плодах сибирских сортов яблони содержится в 3–5 раз больше витамина С и Р-активных веществ, чем в плодах крупноплодных яблонь, завозимых в регион из различных стран мира. Результаты многолетних исследований по интродукции и селекции яблони в ЦСБС обобщены в ра-

ботах В.Н. Васильевой (1991, 1997). В них же дана подробная характеристика перспективных сортов. Наибольший интерес для сибирского садоводства представляют созданные в лаборатории сорта Пальметта, Сибирский сувенир, Баганенок, Веселовка и Кулундинское, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, и на которые выданы авторские свидетельства, а также Диво, Сибирский румянец, Аленький цветочек и Сибирское зимнее. Сорта селекции ЦСБС характеризуются высокой зимостойкостью, скороплодностью (вступают в плодоношение на 3–4-й год), урожайностью (31–46 кг с дерева), повышенным содержанием в плодах биологически активных веществ, универсальным назначением плодов, масса плодов колеблется от 20 до 54 г. Выделены также перспективные для Новосибирской области интродуцированные сорта яблони, такие, как Аленушка, Горноалтайское, Арктика, Янтарь, Десертное Исаева и Уралец.

Наряду с яблоней в последние годы все больший интерес сибирских садоводов привлекает **груша** (*Pirus L.*). Плоды сибирских сортов груши также более богаты биологически активными веществами, чем плоды завозимых крупноплодных сортов. В них содержатся сахара, преимущественно фруктоза, органические кислоты, пектины, фенолокислоты, фолиевая кислота (витамин В₉), арбутин, минеральные вещества. В настоящее время районированный сортимент груши в Новосибирской области представлен пятью сортами-интродуцентами: Веселинка, Куюмская, Невеличка (Дюймовочка), Ура-

лочка и Миф. Полученные в лаборатории данные по зимостойкости, урожайности, вкусу свежих и переработанных плодов сортов Веселинка и Невеличка подтверждают правильность районирования данных сортов в Новосибирской области. Эти сорта имеют плоды массой от 27 до 60 г, и урожайность от 30 до 80 кг с дерева.

Среди нетрадиционных садовых культур комплексом полезных качеств выделяется **боярышник** *Crataegus* L. В большинстве стран он используется как декоративное растение. Как плодую культуру его выращивают в Южном Китае, Алжире, Тунисе, Афганистане, Турции, Италии, Испании. Из огромного мирового разнообразия боярышников (около 1500 видов и разновидностей) в Сибири произрастает только 4 вида: б. даурский (*C. dahurica* Koehe), б. Королькова, (*C. korolkowii* L.), б. кроваво-красный (*C. sanguinta* Pall.) и б. Максимовича (*C. maximowiczii* С.К. Schneid.). В результате интродукционной деятельности установлено, что в условиях г. Новосибирска довольно хорошо адаптировались б. зеленомясый (*C. chlorosarca* Maxim.), б. перистонадрезанный (*C. pinnatifida* Vge.) и б. черный (*C. nigra* Waldst. et Kit.). Изучение биохимического состава указанных видов боярышника показало, что они богаты сахарами, аскорбиновой кислотой, пектинами, каротином, Р-активными соединениями, органическими кислотами. Считается, что именно у сибирских видов боярышника содержится наибольшее количество кардиотонических соединений. В лаборатории отобран ряд перспективных для введения в культуру и селекции форм боярышника, наиболее интересными из которых являются отборные формы № 7, № 12 и № 14. Первые две выделены из боярышника перистонадрезанного, а последняя из б. Шредера (разновидность б. зеленомясого). Масса плодов колеблется от 1 до 2 г, в них содержится от 17 до 48 мг% аскорбиновой кислоты, от 19 до 28 % сахаров, от 3,5 до 5 % пектинов и от 13 до 28 мг% каротина.

Из известных в мире 84 видов **рябины** (*Sorbus* L.) в Сибири произрастает только один – р. сибирская (*S. sibirica* Hedl.). Ее плоды характеризуются высоким содержанием витаминов Е (токоферол), К₁ (филлохинон), каротиноидов, С, Р-активных веществ, мас-

ла, пектинов, хорошо сохраняются в свежем виде, легко замораживаются. В них мало сахарозы, но много сорбозы и сорбита, благодаря которым продукты переработки хорошо хранятся и являются лечебным и диетическим средством для диабетиков и детей. Масло рябины превосходит облепиховое при лечении ожогов глаз и кожи. По содержанию в плодах каротиноидов, витамина С и Р-активных веществ рябина занимает одно из первых мест среди плодовых и ягодных растений. По материалам наших интродукционных исследований, с 1988 г. по Новосибирской области районирован сорт Невежинская, происходящий от европейской рябины обыкновенной (*S. aucuparia* L.). В дальнейшем по комплексу признаков отобраны перспективные для интродукции и селекции формы рябины сибирской Курчавая, ИТПМ-1, В-548, ИТПМ-А ПС-9. Плоды этих форм имеют массу от 0,6 до 1,0 г, хорошего вкуса, урожай от 20 до 30 кг с дерева. Необходимо отметить, что форма Курчавая характеризуется сдержанным ростом и самоплодностью. В настоящее время перспективным направлением в селекции рябины в Сибири является создание межвидовых гибридов рябины сибирской с дальневосточным видом рябиной бузинолистной (*S. sambucifolia* Roem.). Это позволит получить низкорослые растения с высокой урожайностью и качеством плодов. Первые такие гибриды уже получены в лаборатории.

Как показали наши исследования, из значительной группы видов косточковых культур наиболее адаптированы к местным условиям вишня и черемуха. Кроме них на участках с наиболее благоприятными почвенно-микrokлиматическими условиями могут выращиваться наиболее зимостойкие сорта китайской и американской сливы барнаульской или красноярской селекции и отборные образцы микровишни песчаной и войлочной.

Вишня – одна из традиционных культур в российских, в том числе и сибирских садах. В производственных и любительских садах Новосибирской области распространены сеянцы вишни кустарниковой, или степной (*Cerasus fruticosa* Pall.) и сорта ее гибридов с вишней обыкновенной (*C. vulgaris* Mill.). Гибридные сорта, как правило, имеют более рослые кусты, более крупные и вкусные

плоды, легче размножаются, но они менее зимостойки и урожайны. В ЦСБС были проведены исследования по изучению внутривидового разнообразия вишни кустарниковой, отобраны ее наиболее продуктивные образцы, имеющие высококачественные плоды и пригодные для массового размножения зелеными черенками. Результаты многолетних исследований по интродукции и селекции вишни обобщены в работах М.Н. Саламатова (1959) и В.С. Симагина (2000), в которых дана подробная характеристика перспективных сортов и форм. Наибольший интерес для сибирского садоводства представляют созданные в лаборатории сорта вишни кустарниковой Ранняя степная и Прозрачная, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ и на которые выданы авторские свидетельства, а также сорта Саламатовская и Сердечко, переданные на госсортоиспытание. Сорта селекции ЦСБС характеризуются высокой зимостойкостью, урожайностью (от 2 до 5 кг с куста), крупноплодностью (масса плодов от 2 до 3 г), хорошим вкусом плодов (от 4,2 до 4,7 балла), стабильным плодоношением. Все сорта вишни степной самобесплодны и хорошо взаимоопыляются при совместном выращивании. Кроме них, в небольшом количестве размножаются порослью отборные формы вишни степной № 7-20, № 11-20, № 17-14, № 17-20, № 19-17, № 21-17, № 2-9-51 селекции ЦСБС и некоторые другие. Они имеют хорошее качество плодов и высокую урожайность, но плохо укореняются зелеными черенками. В ЦСБС созданы перспективные гибриды вишни степной с вишней обыкновенной, такие, как ИЧ 10-5, ИЧ 10-19, 2-5-29, 2-5-40, Сеянец Пионерки, характеризующиеся удовлетворительной зимостойкостью, хорошим вкусом плодов, крупноплодностью (масса плодов от 2,5 до 3,5 г), которые хорошо размножаются зелеными черенками. По нашим данным, из интродуцированных сортов в Новосибирской области довольно хорошо показали себя алтайские сорта Метелица, Алтайская ранняя, Алтайская ласточка, Максимовская, Желанная, Касмалинка и другие; уральские сорта Болотовская, Стандарт Урала, Щедрая, Взлетная, Огневушка и некоторые другие; местный сорт Кемеровской области Осинниковская и сорта омской селекции Иртышская и Вузовская.

Черемуха – новое для культуры пищевое растение. До недавнего времени в регионах с суровым климатом черемуху культивировали только как декоративное растение, а плоды собирали в естественных зарослях лишь в редкие годы ее обильного плодоношения. Проведенные в ЦСБС исследования позволили определить причину нерегулярности плодоношения черемухи и предложить способ ее преодоления путем получения гибридов местной ранозцветающей черемухи кистевой (*Padus avium* Mill.) и североамериканской поздозцветающей и менее зимостойкой черемухи виргинской (*P. virginiana* L. Mill.). Гибриды хорошо сочетают достоинства исходных видов. Из них и были выделены первые для России пищевые сорта черемухи, такие, как Памяти Саламатова, Черный блеск, Плотнокистная, Самоплодная, Ранняя круглая, Сахалинская черная, Сахалинская устойчивая, Поздняя радость, Мавра, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, и на которые выданы авторские свидетельства. Сорта селекции ЦСБС характеризуются высокой зимостойкостью, урожайностью (от 15 до 25 кг с куста), крупноплодностью (масса плодов от 0,5 до 1,0 г) и хорошим вкусом плодов (от 4,3 до 4,8 балла), стабильным плодоношением, хорошо размножаются зелеными черенками (Симагин, 2000).

Кроме описанных выше сортов кистевой и гибридной черемухи, нами выделен ряд перспективных форм черемухи виргинской. Их общим недостатком является трудность размножения зелеными черенками, поэтому они в небольшом количестве размножаются порослью. Это формы 1-8-4 и 1-8-5 с темно-красными округлыми плодами, форма 1-11-2 с темно-бордовыми крупными плодами на очень длинных кистях, форма 1-14-1 с крупными и вкусными черными плодами, форма 5-27-5 с некрупными красными плодами отличного вкуса и ее сеянцы, форма 10-5-1 с ярко-красными некрупными сердцевидными сладкими плодами и очень урожайная форма 10-5-2 с крупными темно-красными вкусными плодами. Очень оригинальна недостаточно зимостойкая форма 10-5-7 с очень крупными желтыми краснобокими плодами. Ведутся дальнейшие исследования по получению более крупноплодных, высокоурожайных и вы-

сокодекоративных сортов черемухи для пищевого и декоративного использования. В 2004 г. получена форма с массой плода до 1,4 г.

Голубика топяная (*Vaccinium uliginosum* L.) – новая в мире культура. Исследования по введению в культуру этого вида впервые начаты в ЦСБС. Голубика топяная – ценное пищевое и лекарственное растение. В ее ягодах содержатся сахара, преимущественно фруктоза, глюкоза и рибоза, кислоты, в основном лимонная и яблочная, пектиновые вещества, Р-активные вещества, преимущественно антоцианы, лейкоантоцианы, катехины и флавонолы, витамины С, В₂ (рибофлавин), и К₁ (филлохинон). По результатам многолетних исследований по интродукции и селекции голубики топяной в ЦСБС выведено 8 сортов, таких, как Голубая россыпь, Дивная, Таежная красавица, Юрковская, Шегарская, Изящная, Нектарная, Иксинская, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ и на которые выданы авторские свидетельства. Эти сорта характеризуются высокой зимостойкостью, урожайностью (от 0,4 до 2,1 кг с куста), крупными ягодами, длиной от 10,6 до 16,0 мм и шириной от 9,6 до 14,0 мм, массой от 0,5 до 1,3 г, высоким содержанием в плодах сахаров от 5,6 до 9,8 %, кислот от 1,6 до 2,1 %, витамина С от 39,2 до 57,8 мг%, флавоноидов от 1,9 до 2,7 %, антоцианов от 0,2 до 0,4 %, пектинов от 2,0 до 2,4 %, дубильных веществ от 0,9 до 1,8 %, вкусом ягод от 4,0 до 5,0 баллов, степенью самоплодности от низкой (5,0–9,0 % у сортов Нектарная, Иксинская, Изящная), средней (11,1–52,0 % у сортов Голубая россыпь, Таежная красавица, Шегарская, Юрковская) и до высокой (до 84,3 % у сорта Дивная), универсальным назначением плодов (Gorbunov, 1998; Северин и др., 2000). Для успешного выращивания голубики необходимы торфяной или торфо-песчаный субстрат, которым заправляют гряды или посадочные ямы, и мелкодисперсное дождевание. Внедрение в культуру созданных в лаборатории сортов тормозилось отсутствием достаточного количества посадочного материала. В настоящее время в биотехнологических лабораториях ЦСБС и АГУ (г. Барнаул) разработаны методы введения голубики топяной в культуру *in vitro* и ее клонального микроразмножения, что по-

зволит в ближайшее время решить проблему с посадочным материалом.

Кроме голубики топяной, для Новосибирской области перспективны сорта канадских низкорослых блюберри (голубики), такие, как Augusta, Chignecto, Brunswick и др., созданные на основе голубики узколистной (*V. angustifolium* Ait.), сорта полувысоких блюберри, такие, как Northland, Northcountry, Northsky, Northblue и др., являющиеся межвидовыми гибридами *V. corymbosum* L. × *V. angustifolium*, финские сорта Aron и Arne, созданные на основе межвидовой гибридизации [*V. corymbosum* × (*V. uliginosum* × *V. corymbosum*)] и польский сорт Bonifacy, являющийся межвидовым гибридом *V. corymbosum* × *V. uliginosum*.

Клюква – новая для России культура. Ее ягоды являются ценнейшим профилактическим и лечебным средством капилляроукрепляющего, противовоспалительного, противотеросклеротического, антирадиантного, антицинготного и ранозаживляющего действия. В них содержатся в значительных количествах органические кислоты, в том числе лимонная, яблочная, хинная, бензойная, хлорогеновая и др., сахара, преимущественно глюкоза и фруктоза, пектиновые вещества, каротиноиды, аскорбиновая кислота, филлохинон, антоцианы, катехины, лейкоантоцианы и флавонолы (Черкасов и др., 1981). В результате многолетних интродукционных исследований установлено, что в Новосибирской области наиболее перспективны для введения в культуру клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.) и ранние сорта американской клюквы крупноплодной (*O. macrocarpus* Pursh.).

Сибирские отборные формы клюквы болотной имеют различную форму ягоды, длина и ширина которой колеблется от 1,1 до 1,8 см, масса – от 0,7 до 1,5 г, урожайность в среднем 0,5–1,0 кг/м². Кроме сибирских отборных форм, для Новосибирской области перспективны первые российские сорта, созданные на Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ, такие, как Алая заповедная, Краса Севера, Сазоновская, Северянка, Соминская, Хотавецкая, Дар Костромы. Эти сорта характеризуются высокой зимостойкостью, урожайностью (от 0,8 до 4,1 кг/м²), крупноплодностью (длина ягоды от 12,0 до 15,6 мм, ширина от 11,5 до 16,5 мм, масса от

0,8 до 4,5 г), хорошей лежкостью (Черкасов, 2001). Из сортов клюквы крупноплодной в Новосибирске вызревает только сорт Crowley, заслуживают внимания сорта Washington, Early Black, Black Veil, Ben Lear, Franklin и Bergman. Клюкву выращивают ковровым способом. Для успешного ее выращивания необходимы торфяной или торфо-песчаный субстрат, которым заправляют гряды, и мелкодисперсное дождевание.

Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) – новая для России культура. Плоды по химическому составу и использованию близки к клюкве. Ее отборные формы и сорта можно успешно выращивать в условиях Сибири на торфяных или торфо-песчаных субстратах с применением мелкодисперсного дождевания. Для Новосибирской области перспективны первые российские сорта, созданные на Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ, такие, как Костромичка, Костромская розовая, Рубин. Эти сорта характеризуются высокой зимостойкостью, урожайностью (от 0,4 до 1,0 кг/м²), крупноплодностью (масса плодов от 0,2 до 0,5 г).

В лаборатории созданы сорта **крыжовника** Надежный и **черной смородины** Бурая дальневосточная (совместно с ДальНИИСХ, г. Хабаровск), которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и на которые выданы авторские свидетельства. Сорт Надежный характеризуется высокой зимостойкостью, урожайностью (до 5,7 кг с куста), устойчивостью к мучнистой росе, слабой шиповатостью побегов, хорошим вкусом плодов, но имеет ягоды средней величины (от 1,5 до 2,5 г), свешивающиеся и укореняющиеся на верхушках побеги, низкую засухоустойчивость. Сорт черной смородины Бурая дальневосточная отличается высокой зимостойкостью, урожайностью (от 5 до 10 кг с куста), более поздним сроком цветения, устойчивостью к вредителям и болезням, высоким качеством свежих и переработанных ягод, имеющих массу от 0,9 до 1,2 г. Хорошо зарекомендовал себя во многих регионах РФ.

Красная смородина – одно из перспективных ягодных растений для Сибири. В России районировано 29 сортов, в том числе 10 в Сибири, из которых только три сорта созданы сибирскими селекционерами. Дико-

растущие сибирские виды красной смородины практически не использовались. Единственный сорт, Обской закат, создан на основе межвидовой гибридизации сорта Красный крест с отобранной в природе алтайской формой смородины темно-пурпуровой (*Ribes atropurpureum* С.А. Meyer). Кроме этого дикорастущего вида большой интерес для интродукции и селекции в Сибири представляет смородина щетинистая (*R. hispidulum* (Jancz.) Rojark.). В лаборатории отобрано 7 форм смородины темно-пурпуровой Салаирского кряжа, которые характеризуются высокой урожайностью (до 5 кг с куста), крупноплодностью (до 1,1 см в диаметре и массой до 1 г), высоким содержанием в ягодах биологически активных веществ и хорошим вкусом. Кроме того, в любительских садах нами отобрана красная смородина Красная Лаврова, происхождение которой связано с европейскими видами. Характеризуется стабильным урожаем (6–8 кг с куста), крупными ягодами (до 9,4 см в диаметре) хорошего вкуса.

Жимолость является очень молодой и одной из самых популярных культур любительского садоводства (Гидзюк, 1981; Плеханова, 1994; Скворцов, Куклина, 2002). По данным НИИСС им. М.А. Лисавенко, по рентабельности она занимает второе после облепихи место, благодаря чему представляет большой интерес и для промышленного садоводства. Ценится эта культура за очень ранний срок созревания (вторая декада июня), высокое качество плодов и лечебные свойства. Плоды отличаются повышенным содержанием Р-активных веществ, благодаря чему являются лечебным средством при гипертонии, сердечно-сосудистых заболеваниях и заболеваниях желудочно-кишечного тракта. В настоящее время по Новосибирской области районировано 10 сортов селекции НИИСС (Голубое веретено, Золушка, Берель, Селена, Огненный опал), его Бакчарского опорного пункта северного садоводства, Томской области (Томичка, Камчадалка, Памяти Гидзюка, Нарымская, Сибирячка). По урожайности многие сорта жимолости находятся на уровне черной смородины – самой распространенной в Сибири культуры. Такой сорт, как Берель, является одним из самых скороплодных и высокоурожайных, с отдельных его кустов в возрасте 8–10 лет мож-

но собрать до 8 кг ягод. Ягоды отличаются хорошим сладко-кислым вкусом с едва заметной пикантной горчинкой и ароматом, напоминающим голубику. Средняя масса плода 1 г, кожица плотная, ягода не мнется при транспортировке, отрыв сухой. Одно из важных достоинств сорта – это отсутствие осыпаемости плодов, они открыты для сбора и удобно собираются с высоких прямостоячих кустов. Из сортов Бакчарской селекции по-прежнему лучшим остается сорт Томичка. Урожайность его в 8–10-летнем возрасте до 5 кг с куста. Средняя масса ягоды 0,9 г, вкус приятный кисло-сладкий.

Проведенные в нашей лаборатории исследования показали, что не все сорта являются хорошими опылителями друг для друга. Правильный подбор сортов (табл.) позволит обеспечить наиболее полную реализацию потенциальной продуктивности растений и способствует увеличению массы плодов. Подбирая сорта для совместного выращивания, следует помнить, что жимолость – строгий перекрестник и для успешного перепыления необходима совместная посадка 3–4 различных сортов.

Сотрудниками лаборатории в природных популяциях Горного Алтая отобраны и интродуцированы слабогорькие высокоурожайные формы жимолости алтайской № 45, № 72,

№ 75 и форма № 39, характеризующаяся крупными (1,3 г) плодами кисло-сладкого десертного вкуса и их прочным прикреплением. Оценка селекционных сеянцев, являющихся потомками этих форм, проводится с учетом характера их ветвления. Из отобранных 145 форм 33 отличаются десертным вкусом и 14 совмещают хорошие вкусовые качества с массовым пробуждением 2–3 почек из серии. Проведенные в лаборатории исследования показали, что такое свойство определяет более высокую потенциальную продуктивность жимолости, и его донором является отборная форма № 75. Выделены отборные формы № 3-3, № 3-10, № 4-5, № 4-8, № 4-10, № 6-1, № 6-5, № 6-6, № 9-4, № 9-5, № 9-8 и № 9-11, которые отличаются десертным вкусом и крупными (1,5–2,0 г) плодами.

В лаборатории размножаются также кунаширские (стелющиеся) образцы жимолости, которые интродуцированы с Бакчарского опорного пункта северного садоводства, представляющие интерес и для декоративного садоводства, особенно при устройстве альпийских горок.

Новой для Сибири культурой является **калина обыкновенная** (*Viburnum opulus* L.). Она издавна используется как пищевое и лекарственное растение. В плодах содержатся сахара, органические кислоты, пектины,

Таблица

Взаимоопыляемость сортов жимолости

Опыляемые сорта	Хорошие опылители	Плохие опылители
Берель	Томичка, Голубое веретено, Камчадалка, Парабельская, Памяти Гидзюка	Салют, Золушка
Голубое веретено	Томичка, Камчадалка, Памяти Гидзюка, Парабельская	Берель, Салют, Золушка
Золушка	Памяти Гидзюка, Томичка, Камчадалка, Парабельская	Берель, Салют, Голубое веретено
Камчадалка	Памяти Гидзюка, Парабельская, Голубое веретено, Золушка, Томичка	Берель, Салют
Памяти Гидзюка	Голубое веретено, Золушка, Камчадалка	Берель, Салют, Парабельская, Томичка
Парабельская	Голубое веретено, Золушка, Камчадалка, Томичка	Берель, Салют, Памяти Гидзюка
Салют	Памяти Гидзюка, Голубое веретено, Золушка, Томичка, Камчадалка	Берель
Томичка	Голубое веретено, Камчадалка, Золушка, Памяти Гидзюка	Берель, Салют, Парабельская

витамин С, каротин, Р-активные соединения, гликозид вибурнин, минеральные вещества. По Новосибирской области районировано три сорта алтайской селекции (Жолобовская, Союзга, Ульгень). Сорта характеризуются кустами высотой 3–4 м, слабогорькими плодами, пригодными для потребления в свежем и переработанном виде, массой 0,5–0,8 г, урожайностью 5–8,6 кг с куста. Получили признание в Сибири и другие сорта алтайской селекции – Вигоровская, Шукшинская и Зарница (Жолобова, 1994). Интересные отборные формы выделены и в лаборатории интродукции пищевых растений ЦСБС СО РАН, такие, как № 16 и № 56, характеризующиеся слабогорьким вкусом, крупными плодами и высокой урожайностью. Все районированные и перспективные сорта и формы калины имеются в коллекции и маточнике лаборатории и размножаются.

Шиповник (*Rosa L.*) – также новое для Сибири пищевое растение, используемое как в пищевых, так и лекарственных целях. По содержанию биологически активных веществ – это истинная «кладовая» здоровья (Ильин, Ильина, 1994). У шиповника полезны практически все части растения: цветки (лепестки), плоды, листья, корни. В плодах шиповника содержится до 3000 мг% витамина С, много каротиноидов, витаминов Р, К₁, В₂, Е. Плоды являются важным профилактическим средством при инфекционных простудных заболеваниях; мякоть плодов с маслом используется при лечении сумеречной слепоты; отвар корней применяют в народной медицине для удаления камней из почек, а также в качестве вяжущего и закрепляющего средства при желудочно-кишечных заболеваниях, при болезнях печени; лепестки цветков и плоды шиповника используют как средство, излечивающее цингу; шиповниковое масло применяют при лечении ожогов и простудных заболеваний. По Новосибирской области районировано пять сортов шиповника (Багряный, Веселый, Пальчик, Победа, Румяный). Сорта уральской селекции Багряный и Румяный имеют кусты высотой до 2,5 м, шипы расположены по всей длине ветвей, в зоне плодоношения выражены в слабой степени, плоды грушевидной и округло-овальной формы, красные, неопушенные, массой 3–4,7 г, содержат

2630–2910 мг% аскорбиновой кислоты. Урожайность составляет до 3,5 кг с куста. Высокой зимостойкостью, слабой шиповатостью, урожайностью (до 4 кг с куста) удлинненными, оранжевого цвета, сладко-кислого вкуса плодами массой 2–3 г выделяются сорта Веселый, Рух и Пальчик селекции В.Д. Стрельца. Все районированные и перспективные сорта шиповника имеются в маточнике лаборатории и размножаются.

В последние годы значительно возрос интерес к **актинидии коломикта** (*Actinidia kolomikta* Maxim.), которая успешно возделывается в Новосибирске. Это дальневосточная древесная многолетняя листопадная лиана, используемая как высокодекоративное растение для вертикального озеленения и как ягодная культура (Колбасина, 1994а). Растение раздельнополое. Плоды массой 1–4 г имеют десертный вкус, в них содержится 800–2300 мг% аскорбиновой кислоты, каротиноиды, 1,5–2,5 % органических кислот, преимущественно яблочная, лимонная, щавелевая и янтарная, 8–13 % сахаров, в основном глюкоза, галактоза, ксилоза, арабиноза, рамноза. Вступает в плодоношение на 3–4-й год после посадки. Урожайность на 10–12-й год составляет 2–8 кг с лианы. С 1999 г. в лаборатории начаты закладка коллекции актинидии коломикта, создание маточника и размножение ценных по хозяйственно-биологическим признакам сортообразцов. В коллекцию привлекаются интродуцированные из различных научных учреждений и от садоводов-любителей сорта и формы, а также их сеянцы. Одновременно проводятся обследования насаждений актинидии в Новосибирске и его пригородах, отбор перспективных образцов.

Перспективна для введения в культуру в Сибири и **княженика**, или поленика, мамура, арктическая малина (*Rubus arcticus L.*). Это многолетнее травянистое растение, или полукустарничек с розово-красными цветками и красными или темно-красными плодами. Ягоды княженики очень ароматные. В них содержатся сахара, органические кислоты, флавоноиды, ароматические вещества и витамин С. Отвары и настои из сырых и сушеных ягод используют как жаропонижающее и антисептическое средство, применяют при кашле, катарах верхних дыхательных

путей, бронхиальной астме и диарее. Княженика – хороший медонос. Наиболее интенсивно введением в культуру княженики занимаются в Финляндии и Швеции. На основе местной княженики в Финляндии выведены сорта Mesma, Mespi и Pima, а путем гибридизации шведской дикорастущей княженики с дикорастущей княженикой из Аляски (разновидность звездчатая) получены семена гибридов (*Rubus arcticus* L. subsp. × *stellarcticus* G. Larsson), из которых в Финляндии созданы сорта Aura и Astra, а в Швеции – Anna, Linda, Beata и Sofia. Кроме того, в Финляндии княженика использовалась в межвидовой гибридизации с красной малиной, в результате чего были получены три сорта – Meruva, Heija, Heisa, которые получили название нектарная малина. В нашей лаборатории испытано несколько образцов княженики сибирского происхождения и пять сортов – Mespi, Pima, Aura, Astra, Linda, которые хорошо росли и плодоносили. Наиболее перспективными для Новосибирской области оказались сорта Aura и Astra, которые имеются в коллекции и размножаются. По данным оригинаторов, у сорта Aura урожайность составляет от 350 до 1780 г/м², высота растений 21–24 см, масса ягоды 1,2–1,3 г, а у сорта Astra – от 160 до 590 г/м², 22–24 см и 1,0–1,4 г соответственно. Оба сорта являются хорошими опылителями друг для друга. Княженику можно выращивать на легких минеральных почвах, обогащенных перегноем, на торфяных и торфо-песчаных субстратах, обеспечивая достаточное увлажнение.

В последние годы значительно возрос интерес к лимоннику китайскому (*Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill.), который успешно культивируется в Новосибирске. Это дальневосточная древесная многолетняя листопадная лиана, используемая как высокодекоративное растение для вертикального озеленения и как ягодная культура. Растение раздельнополое, двудомное и однодомное (Колбасина, 1994б), длина плодовой кисти равна 5–7 см, масса 1 ягоды – 0,3–0,7 г. Благодаря своему уникальному химическому составу, особенно гликозиду схизандрину, лимонник имеет широкий спектр действия на организм человека как природный стимулятор центральной нервной системы. Используется как пищевое и лекарственное растение. В нашей

лаборатории заложена коллекция форм, интродуцированных из Приморского края. Изучаются особенности биологии, размножения и агротехники выращивания, проводятся обследования насаждений лимонника в приусадебных садах г. Новосибирска для пополнения коллекции перспективным материалом.

Для южных районов Сибири, в том числе и в Новосибирске, при условии хорошего укрытия растений снегом, перспективен **хеномелес Маулея**, или айва низкая (*Chaenomeles mauleyi* (Mast.) C.K. Schneid.). Это кустарник высотой 60–70 см (до 1 м). Плоды сильно варьируют по форме – от яблокообразных до грушевидных и массе – от 10 до 35 г. Один куст дает 20–30 плодов. Они очень ароматные, богаты витамином С – 80–145 мг%, органическими кислотами – 3,8–7,2 %, пектиновыми веществами, микроэлементами. Хороши для продуктов переработки – компотов, соков, варенья, цукатов и др. Созревают в конце сентября, хорошо хранятся. Помимо пищевого значения имеют высокие декоративные качества. Можно выращивать как комнатное растение.

Лещина, или орешник (*Corylus* L.) – ветроопыляемое растение, очень редко встречающееся в Сибири. Плоды ее богаты легкоусвояемыми жирами, белками, углеводами, витаминами В₁, В₂, С, Е, микроэлементами. Наиболее перспективными видами для Новосибирска являются лещина клювовидная и лещина разнолистная.

Лещина клювовидная, или рогатая (*Corylus cornuta* Marsh.) распространена на севере США и в Канаде. Она растет плотным многоствольным кустом высотой 2–3 м, дающим много поросли. Орехи заключены в длинную плотную и узкую плюску. Они обычно округло-овальные с заостренной вершинкой, диаметром около 1 см, массой 1–1,5 г, семя вкусное. Плодоношение в ЦСБС практически ежегодное, с куста собирали 1–4 кг плодов. Этот вид вполне зимостоек в наших условиях и может с успехом выращиваться как плодородное и декоративное растение.

Лещина разнолистная (*Corylus heterophylla* Fisch.) произрастает на Дальнем Востоке России, а также в Северном Китае и Восточной Монголии. Она растет более раскидистыми и низкими кустами, высотой 1,5–2,5 м, с обильной порослью. Орехи заключе-

ны в короткие, грубо зубчатые, волосистые плюски, из которых выпадают при созревании, округло-приплюснутой формы с небольшим носиком, массой 1,5–2 г и созревают на 5–7 дней позже, чем у лещины клювовидной. Этот вид немного уступает по зимостойкости лещине клювовидной, но также довольно регулярно плодоносит, дает 1–3 кг плодов с куста и рекомендуется нами для пищевого и декоративного использования. Оба вида имеются в коллекции лаборатории.

Томаты. На основе разработанной в лаборатории методики оценки количественных признаков в фазе зрелого мужского гаметофита и в спорофитном поколении (Фотев, Юрлова, 1996а, б) произведен скрининг селекционного материала томата на экологическую стабильность, выделены перспективные формы, часть из которых переданы в государственное сортоиспытание, а сорта Дельта 264, Зырянка и Минор включены в Госреестр РФ. Дельта 264 имеет плоды массой 150–170 (до 300) г, урожайность составляет 9–16 кг/м², Зырянка соответственно 170–230 (до 500) г и 7–9 кг/м², Минор – 50–80 г и 5–7 кг/м². С использованием отобранного на искусственном инфекционном фоне материала, устойчивого к возбудителям вируса табачной мозаики (ВТМ), кладоспориоза, фузариоза и галловым нематодам, были получены гибриды F₁ томата с комплексной устойчивостью и высокой продуктивностью (Островок ТmС, Верлибр ТmС, Сенбернар ТmCFN, Сибарит ТmCN, Фаэтон ТmС, Фиеста ТmС и др.). Важное значение приобретает создание и размножение различных по характеристикам сортов для садово-огородных участков. В лаборатории созданы крупноплодные сорта (Зырянка, Дельта 264, Инна, Король Сибири, Бийский розан, Желтая ракета, Тая 1) с необычной формой и окраской плода (Толстый боцман, Полосатый 319, Фиолет, Черные), с высокой декоративностью (300-плодный желтый, 300-плодный красный, Черри, Минор), отменными засолочными качествами (Ампир, Минор, Пирут, Ромка, Ромул) и очень высокой устойчивостью к болезням (Ромка, Ромул), для открытого, защищенного грунта и для горшечной культуры в закрытых помещениях. Эти сорта готовятся к регистрации в Госреестре РФ. Подробная информация о созданных в

лаборатории сортах томата изложена в серии книг и брошюр (Ермакова и др., 2000; Фотев, 2000; Фотев, Кудрявцева, 2000). Формы некоторых дикорастущих видов томата (*L. hirsutum*, *L. cheesmanii*, *L. peruvianum*, *L. pennellii*) рекомендуются в качестве декоративных растений.

Со второй половины 1990-х гг. интенсивно проводятся работы по созданию сортов и гибридов **перца сладкого и баклажана**. В дополнение к выведенному ранее сорту Новосибирский в лаборатории созданы, размножаются, подготовлены для передачи в Госсортоиспытание крупноплодные сорта перца Юбилейный 104, Коралл красный, Коралл желтый, Маг и Рома. Созданный в лаборатории сорт Красный банан с удлинённой, хоботовидной формой плода отличается высоким плодообразованием, раннеспелостью и специально предназначен для садово-огородных участков Новосибирской области. Сорт Новосибирский, внесенный в Государственный реестр, имеет плоды массой 90–140 г и урожайность 4–7 кг/м², а перспективный сорт Юбилейный 104 соответственно 170–250 г и 5–8 кг/м². Результатом селекционной работы в лаборатории с острым перцем являются две гибридные формы № 52 (Сибирский красный) и № 53 (Сибирский желтый), обладающие соответственно желтой и красной окраской созревшего плода. Растения высотой 30–40 см, плоды удлинённо-конусовидной формы, длиной 6–10 см. Формы отличаются очень высокой энергией плодообразования и декоративностью. Интерес для горшечной культуры в закрытых помещениях могут представлять и выведенные карликовые желтоплодные формы перца с высотой растений до 15 см, а также низкорослые фиолетовоплодные формы с округлыми плодами. Созданы высокопродуктивные и очень декоративные сорта острого перца Аллигатор с гофрированными плодами и Фонарик с плодами колокольчатой формы. Коллекция острого перца в лаборатории расширяется, в том числе в результате сотрудничества с Институтом острого перца (The Chile Pepper Institute, New Mexico State University, США).

Впервые в Сибири выведены крупноплодные F₁ гибриды баклажана Барабас и Бармалей, которые предлагаются для выра-

щивания в защищенном и открытом грунте и готовятся для передачи в Госсортоиспытание. Барабас имеет плоды массой 240–280 г и урожайность 6–9 кг/м², а Бармалей соответственно 250–300 г и 5–8 кг/м².

Одно из направлений работы лаборатории связано с поиском новых для Сибири видов и форм овощных растений. Кроме вкусовых достоинств и высоких биохимических показателей, эти новые овощи должны сочетать в себе пригодность к возделыванию в условиях короткого вегетационного периода и достаточную простоту технологических приемов их возделывания, включая послеуборочную подготовку к реализации. Проведенные в ЦСБС исследования доказали, что многие экзотические овощные растения вполне способны расти, цвести и давать урожай в суровых сибирских условиях.

В настоящее время в ЦСБС интенсивно ведутся работы по созданию «сибирских» сортов вигны из семейства бобовые, кивано, момордики, циклантеры, бенинказы, ангурии, лагенарии, люффы и некоторых других овощных растений из семейства тыквенных и паслена черного из семейства пасленовые. Ценный биохимический состав, высокие потребительские качества и пригодность к выращиванию в условиях Сибири – основные критерии для селекционной работы с образцами и формами этих видов. Кроме того, растения новых видов и сортов овощных культур очень декоративны, и это их свойство должно быть особенно ценно для владельцев дачных и садовых участков.

Фасоль вигна (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. *subspecies sesquipedalis* Verd.) распространена в странах Юго-Восточной Азии. Растения представляют собой лианы, требующие для опоры колья высотой 2–2,5 м или соответствующую шпалеру. Длина боба может достигать 90–100 см. Высокое содержание белка, витаминов и пектинов позволяет отнести вигну к весьма ценным пищевым продуктам. Готовить ее можно как спаржевую фасоль, а отсутствие волокон делает ее вкус даже нежнее, чем у обыкновенной фасоли. Кроме того, растения вигны очень декоративны. Из более ста испытанных в ЦСБС сортов этой культуры, полученных из ВНИИР им. Н.И. Вавилова и Китая, в результате обмена по Делектусу и командиро-

вок в провинцию Юньнань, лишь небольшая часть может выращиваться в открытом грунте Сибири. Сорт вигны Сибирский размер селекции ЦСБС рекомендуется для выращивания в условиях открытого грунта и в необогреваемых пленочных теплицах юга Западной Сибири. Вегетационный период 60–75 дней. Длина плода 26–45 см. Урожайность 0,20–0,33 кг/м². В условиях Западной Сибири вигну лучше выращивать рассадным способом, высаживая рассаду двух–трехнедельного возраста в третьей декаде мая под пленочное укрытие или прямое посевом в грунт 20–25 мая под временное пленочное укрытие.

Рогатый огурец, или кивано (*Cucumis metuliferus* Naudin), родом из Южной Африки. Это однолетняя лиана, образующая плоды овальной формы длиной 10–15 см с крупными (до 1–1,8 см длиной) шипами. Вкусовые качества выражены не столь резко, как у обычного огурца, зато по содержанию калия кивано не имеет себе равных, что позволяет рекомендовать эту культуру для диетического питания больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Свежевыжатый сок кивано – отличное средство для повышения тонуса и защитных сил организма. Рекомендуются коктейли с кисломолочными продуктами, особенно с йогуртом. Консервированные мелкие плоды кивано (корнишоны) вполне достойно конкурируют с привычными обычными огурцами. Удобно, что плоды этой культуры могут долго (вплоть до марта) храниться при комнатной температуре. В условиях Сибири кивано лучше выращивать рассадным способом, высаживая 25–30-дневную горшечную закаленную рассаду под пленочное укрытие, или после минования заморозков (в начале июня) в открытый грунт. Уход сходен с уходом за огурцом. Кивано отличается довольно мощным вегетативным ростом, особенно в теплицах, поэтому формирование обязательно. При уходе нужно помнить, что жесткое опущение стеблей и старых листьев у некоторых людей может вызывать раздражение кожи. В ЦСБС выведен сорт Зеленый дракон, рекомендуемый для выращивания в Сибири. Вегетационный период 75–83 дня. Масса плода 140–150 г, урожайность 3,4–4,0 кг/м² в условиях необогреваемой пленочной теплицы

и 3,1–3,3 кг/м² – в открытом грунте. В мякоти плодов содержится 8,7 % сухого вещества, 2,0 % сахаров, 12,6 мг% витамина С.

Момордика, или горькая дыня (*Momordica charantia* L.), – овощная культура родом из южных провинций Китая и восточных районов Индии, получила широкое распространение в тропических и субтропических странах Азии, Африки и Южной Америки. Растение представляет собой лиану с тонкими, длинными стеблями и крупными пальчато-рассеченными светло-зелеными листьями. Плоды удлинено-овальной формы с толстой глубокобороздчатой поверхностью, зеленые в незрелом виде и желто-оранжевые при созревании, длиной 12–50 см. Имеются также формы с гладкой поверхностью плода и со светлой-зеленой, почти белой окраской незрелого плода. Формы с темно-зеленой окраской более горькие, а светло-зеленые горчат меньше. При созревании плоды становятся золотисто-желтыми и раскрываются напоподобие лилии на три лепестка с красными семяпочками внутри. В странах с тропическим климатом момордику традиционно используют в народной медицине для лечения диабета, гипертонии, герпеса, экземы, различных инфекционных заболеваний и даже опухолей. Выраженный гипогликемический эффект момордики обязан содержанию в ней трех групп соединений, известных как харантин, инсулиноподобные пептиды и алкалоиды. На юге Китая горькая дыня известна в народе под названием «плод долгожительства». Обычно незрелые плоды разрезают вдоль по длине плода, нарезают полукольцами и жарят или тушат, а затем подают в качестве гарнира к рису и мясным блюдам. В пищу в качестве специи используют также молодые листья и побеги этой культуры. Вегетационный период составляет 60–75 дней. Растение лучше выращивать рассадным способом в горшочках, высаживая в грунт закаленную 25–30-дневную горшечную рассаду. Уход сходен с уходом за огурцом. Момордика вынослива, во второй половине вегетации переносит умеренный недостаток света в теплицах и имеет все шансы прижиться на юге Западной Сибири. Для наших условий рекомендуется сорт Гоша селекции ЦСБС. Урожайность его 3–5 кг/м², масса плода 300–600 г.

Циклантера, дикий огурец, или корила (*Cyclanthera pedata* Schrad.), – теплолюбивая овощная и декоративная культура родом из Южной Америки. Представляет собой лиану с красивыми глубокорассеченными листьями. Плоды перцевидной формы длиной 6–8 и диаметром 2–3 см, с шипами с одной стороны. Циклантера отличается высокой пищевой ценностью, плоды содержат 5,5 % сухих веществ, 15,1 мг% аскорбиновой кислоты, соли калия (до 200 мг%), кальция, фосфора, магния и железа. Содержание пектинов составляет 16,1 %, что выше, чем в плодах томата в 7 раз. Свежие плоды по вкусу напоминают перец сладкий, жареные – спаржевую фасоль, а соленые – огурцы. Очень вкусны фаршированные мясом тушеные плоды. Для приготовления различных блюд используют также молодые побеги растений. В грунт высаживают 25-дневную рассаду после минования заморозков. Выращивают с подвязкой к шпалере. Циклантера обладает мощным вегетативным ростом, требует ухода и формирования, сходного с культурой огурца. Для выращивания в открытом грунте и в теплицах нами рекомендуется сорт Майя селекции ЦСБС. Урожайность его составляет 2–3 кг/м², масса плода – 30–70 г.

Бенинказа, или восковая тыква (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.), – теплолюбивая овощная культура, происходящая из стран Юго-Восточной Азии. По характеру роста и форме плода напоминает обыкновенную тыкву. Масса плода достигает 6–8 кг. На одном растении в условиях необогреваемой пленочной теплицы формируется 2–4 плода. Вегетационный период 75–80 дней. Незрелые плоды отличаются формированием выраженного воскового налета на кожице, усиливающегося по мере созревания семян. Благодаря этому налету плоды отличаются значительной лежкостью – до 6–8 месяцев, что особенно ценно для условий сибирского климата. Плоды употребляются аналогично плодам тыквы – их можно тушить, жарить, использовать в супах и даже готовить цукаты. Сок из плодов применяется для лечения дерматологических заболеваний и лихорадочных состояний при различных заболеваниях. Выращивают рассадным способом, высаживая 25–30-дневную рассаду после минования заморозков в грунт с последую-

шей подвязкой к шпалере. Бенинказа требует ухода и формирования, сходного с культурой огурца. Сорт бенинказы Акулина селекции ЦСБС рекомендуется для выращивания в открытом грунте и в теплицах Новосибирской области. Урожайность составляет 7–9 кг/м², масса плода – 3–5 кг.

Ангурия, или антильский (или западноиндийский) огурец (*Cucumis anguria* L.), – происходит из тропической Африки. Ее выращивают в южных районах европейского континента и в США в сравнительно небольших объемах. Растение представляет собой слаброслую лиану. Плоды овальной формы с мягкими шипами и приятным, напоминающим обычный огурец вкусом, массой около 50 г. Молодые плоды можно с успехом засаливать и консервировать. Они содержат минеральные соли щелочного характера, витамины, сахара. В народной медицине сок из ее плодов используют для заживления ран, лечения стригущего лишая и удаления веснушек, а также в лечебном и диетическом питании больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Вегетационный период 75–85 дней. В условиях г. Новосибирска ангурия культивируется при высадке 25-дневной рассады в открытый грунт после минования заморозков, пригодна для выращивания в условиях горшечной культуры.

Трихозант (*Trichosanthes cucumerina* L.) – теплолюбивая овощная культура родом из Индии. Это однолетнее вьющееся растение с тонким стеблем и 3–7-лопастными листьями. Плоды зеленые или зеленовато-белые изогнутой или змеевидной формы массой 120–170 г, содержат 10,8 % сухого вещества, 23,3 мг% витамина С, 2,3 % сахаров. Молодые плоды размером 10 см используют в свежем и отварном виде. Трихозант полезен при сердечно-сосудистых заболеваниях и атеросклерозе. Вегетационный период 85–97 дней. В Сибири выращивается рассадным способом в теплицах и открытом грунте. Отличается высокой декоративностью.

Люффа острорребристая (*Luffa acutangula* (L.) Roxb.) и **люффа цилиндрическая** (*L. aegyptiaca* Muell. (= *L. cylindrica* L.)) происходят из тропических районов Азии. Цилиндрическая люффа образует плоды длиной 30–60 см с тонкой, легко сдирающейся кожи-

цей и белой нежной мякотью. У острорребристой люффы плоды длиной до 60 см с нежной плотной и губчатой тканью. Кожица плодов грубая и сдирается с большим трудом. Растения представляют собой быстрорастущие лианы, требующие опоры в виде шпалеры или вертикальной сетки. Листья округло-сердцевидные, темно-зеленые. Мужские цветки собраны в кисти, а женские одиночные. Молодые 8–10-дневные завязи используют в пищу в салатах, готовят из нее супы, жарят в масле и подают к мясным блюдам. Молодые побеги люффы весьма популярны в китайской кухне. Из зрелых плодов готовят мочалки, прокладки для обуви и головных уборов. Люффа хорошо растет в необогреваемых пленочных теплицах и открытом грунте Сибири при условии высадки 3–4-недельной горшечной рассады. Масса плода у люффы цилиндрической составляет 150–200 г.

Лагенария, или посудная тыква, горлянка, калебаса, индийский огурец (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl.) – теплолюбивая культура, происходящая из тропической Африки. Представляет собой лиану, отличающуюся мощным вегетативным ростом и крупными округлыми темно-зелеными листьями. Вегетационный период 140–160 дней. Цветет ночью и опыляется ночными насекомыми. Насчитывает много внутривидовых форм с плодами различной формы: длинными, круглыми, змеевидными, овальными и грушевидными. Молодые плоды используют для салатов, обжаривают в масле, консервируют, готовят из них икру. В пищу используют также молодые листья и верхушки побегов. В народной медицине сок плодов применяют при сердечно-сосудистых и дерматологических заболеваниях. Семена лагенарии обладают глистогонным действием. Растения выращивают рассадным способом, высаживая их в грунт под временное пленочное укрытие или в теплицу во второй половине мая. Масса плода составляет в зависимости от разновидности от 300 г до 8 кг.

Паслен черный (*Solanum nigrum* L.) – однолетнее растение, произрастающее повсеместно во многих странах почти на всех континентах, в том числе в России. Плоды и зеленые части растения богаты аскорбиновой кислотой – 20–158 мг%, β-каротином –

1,7–11,6 мг%, витаминами группы В и минеральными веществами. Кроме того, паслен черный может служить источником метионина – ценной для питания аминокислоты, редко встречающейся у других овощных культур. В пищу используются созревшие плоды, молодые побеги и листья. Зрелые плоды осенью приобретают приятный вкус, их едят сырыми, а также используют в качестве начинки для пирогов. Молодые листья, богатые полезными веществами, могут заменить шпинат и пригодны для приготовления салатов. Во многих странах мира паслен черный – признанное многими поколениями людей лекарственное растение. Водный настой травы усиливает сердечную деятельность, понижает кровяное давление и расширяет просвет сосудов. Спелые плоды рекомендуются для снижения кровяного давления, в качестве слабительного и глистогонного средства. Стероидные гликозиды, содержащиеся в паслене, – соласонин, соламаргин, диосгенин и соласодин – обладают противоопухолевой активностью. Созревшие плоды – хороший источник ценного пищевого красителя. Незрелые плоды содержат соланин, вызывающий рвоту и отравление при их употреблении в пищу.

На основе многолетнего изучения традиционных и новых интродуцированных и аборигенных пищевых растений, в том числе 7 плодовых, 12 ягодных, 1 орехоплодной и 13 овощных культур в ЦСБС доказана возможность их выращивания в условиях Западной Сибири, созданы новые сорта, формы и гибриды селекции ЦСБС, которые заняли и займут достойное место в специализированных предприятиях и любительских садах сибиряков и садоводов и огородников других регионов России.

Литература

- Васильева В.Н. Яблоня в Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 151 с.
- Васильева В.Н. Яблоня в сибирском саду. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. 104 с.
- Гидзюк И.К. Жимолость со съедобными плодами. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1981. 168 с.
- Горбунов А.Б. Проблемы изучения и сохранения биоразнообразия пищевых растений природной флоры Сибири // Сиб. экол. журнал. 1997. № 1. С. 35–38.
- Ермакова Н.И., Витченко Э.Ф., Гринберг Е.Г., Губко В.Н., Мелешкина Т.Н., Назарюк В.М., Токарев В.В., Фотев Ю.В. Овощи в Сибири. Новосибирск: Ревик-К, 2000. 259 с.
- Жолобова З.П. Калина // Нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1994. С. 161–193.
- Ильин В.С., Ильина Н.А. Шиповник // Нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1994. С. 336–356.
- Колбасина Э.И. Актинидия // Нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1994а. С. 14–48.
- Колбасина Э.И. Лимонник // Нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1994б. С. 218–234.
- Плеханова М.Н. Жимолость // Нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1994. С. 99–149.
- Саламатов М.Н. Вишня в Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1959. 191 с.
- Северин В.Ф., Горбунов А.Б., Белых А.М. Сортимент плодовых и ягодных культур Новосибирской области. Новосибирск: СО РАСХН, 2000. 136 с.
- Симагин В.С. Вишня и черемуха в Западной Сибири. Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 2000. 67 с.
- Скворцов А.К., Куклина А.Г. Голубые жимолости. М.: Наука, 2002. 160 с.
- Фотев Ю.В., Юрлова Е.В. Показатель прорастания пыльцы как критерий оценки адаптационной способности гибридов томата // С.-х. биология. 1996а. № 3. С. 46–51.
- Фотев Ю.В., Юрлова Е.В. К разработке экспресс-метода оценки экологической стабильности томатов // Селекция и семеноводство с.-х. культур. Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 1996б. С. 195–203.
- Фотев Ю.В. Томаты. Новосибирск: ЦЭРИС, 2000. 48 с.
- Фотев Ю.В., Кудрявцева Г.А. Сорта томата в Сибири. Новосибирск: Сибирский хронограф, 2000. 72 с.
- Черкасов А.Ф. Клюква на садовых участках. Кострома: Изд.-полиграф. предприятие «Кострома», РИО, 2001. 72 с.
- Черкасов А.Ф., Буткус В.Ф., Горбунов А.Б. Клюква. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 214 с.
- Gorbunov A.B. Bog blueberry – a new horticultural crop // Wild berry culture: an exchange of western and eastern experiences. Forestry studies XXX. Tartu, 1998. P. 54–60.

СЕЛЕКЦЕНТРЫ СИБИРИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В РАЗВИТИИ СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РЕГИОНЕ

Т.Н. Гордеева

Президиум СО РАСХН, п. Краснообск, НСО, e-mail: gordeeva@sorashn.ru

Успехи селекции растений в Сибири можно условно разделить на два периода: до создания селекционных центров и после. В Сибири в настоящее время работает 6 селекционных центров: СибНИИСХ (организован в 1970 г.), АлтайНИИСХ (организован в 1970 г.), СибНИИРС (организован в 1977 г.), КрасноярНИИСХ (организован в 1977 г.), СибНИИК (организован в 1977 г.), НИИСС (организован в 1979 г.). В зону деятельности селекционных центров входят селекционные подразделения 15 НИУ СО РАСХН и 5 НИУ другого подчинения, они охватывают всё разнообразие почвенно-климатических зон Западной и Восточной Сибири. Основные направления исследований селекционных центров:

- разработка теоретических и приоритетных прикладных проблем селекции, генетики, физиологии, биохимии, а также разработка новых и совершенствование существующих методов селекции и семеноводства;
- создание новых высокопродуктивных, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, адаптированных к соответствующим зонам региона;
- разработка сортовой агротехники;
- осуществление работ по первичному семеноводству, ускоренному размножению новых сортов и гибридов, обеспечение в необходимых объёмах высококачественными семенами системы государственного сортоиспытания.

С целью решения поставленных задач в селекционных центрах были разработаны и утверждены комплексные селекционные программы, в том числе Всероссийского и регионального уровня: «Сибриада-иммунитет», «Север»,

«Люцерна», «Лизин», «Сибирская пшеница», «Озимая пшеница», «Белок», «Облепиха», «ДИАС» и др. Большую роль в развитии селекции зерновых культур и ускоренном размножении новых и перспективных сортов, в разработке системы промышленного семеноводства и сортовой агротехники сыграло выполнение Государственных научно-технических программ: «Зерно» (1981–1990), совместно с ИЦиГ – комплексной программы «Биотехнология» (1987–1995), а в 1991–1995 гг. по проекту «Генетические основы селекции», по направлению «Высокопродуктивные растения», ГНТП «Высокопродуктивные процессы производства продовольствия».

В соответствии с поставленными в них задачами в селекционных центрах разрабатывались эффективные методы управления рекомбинационным процессом сельскохозяйственных растений на основе изучения генетических систем контроля продуктивности, развития, устойчивости к болезням и вредителям и неблагоприятным факторам сибирского климата. При создании исходного материала широко применялись отдалённая гибридизация, экспериментальный и химический мутагенез, полиплоидия.

В результате широкомасштабных комплексных исследований к 1991 г. в Сибири практически произошла замена иностранных и инорайонных сортов на сорта местной сибирской селекции по ведущим культурам: озимой ржи, яровой мягкой и твёрдой пшеницам, овсу, ячменю, гороху, картофелю, овощным и кормовым культурам. Были введены в культуру новые виды растений: озимая пшеница, озимая тритикале, соя, рапс, облепиха, жимолость, калина, лук-шалот,

озимый чеснок и др. [1, 2]. В таблице представлена результативность селекции за период с 1929 по 2004 гг. НИУ Западной и Восточной Сибири. Примером резкого изменения соотношения сортов в пользу сортов сибирской селекции может служить информация об изменении площадей посевов в 1981 и в 1991 гг. По яровой пшенице увеличение произошло с 53 % до 88 %, по овсу – с 40 % до 84 %, по ячменю – с 21 % до 88 % соответственно (рис. 1) (данные из статсборников ЦСУ СССР).

Использование в селекции форм «эфэс»-ржи составляет новизну работы Красноярского НИИСХ. Совместно с ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (СПб) здесь на основе доноров короткостебельности, многоцветковости («эфэс»-рожь) создаются устойчивые к экстремальным условиям Сибири продуктивные (6,0 т/га), высокобелковые, неполегающие, короткостебельные, морозоустойчивые сорта с высокими хлебопекарными качества-

ми. Полученные в СибНИИРС короткостебельные аналоги высокоморозостойких сортов (Вятка, Омка, Удинская, Бурятская, Ситниковская) путём насыщающих скрещиваний с растением-донором доминантного гена низкостебельности *Н1* (образец к-10028 из ВИР) сочетают свойства высокой продуктивности, морозостойкости и устойчивости к полеганию. Они на 15–20 % превышают по урожайности зерна исходные длинностебельные формы, сохраняя их высокий уровень зимостойкости. Получены тетраплоидные формы ржи в результате удвоения числа хромосом у их диплоидных аналогов.

Некоторые результаты были достигнуты и при использовании методов амфидиплоидии при создании сортов озимой тритикале. Долгое время распространение в производстве имели 2 сорта – Омская (СибНИИСХ) и Алтайская 1 (АНИИЗиС). Возделываются новые сорта: Алтайская 2 (с 1993 г.), Алтайская 3 (с 1997 г.), отличающиеся повышенной

Таблица

Результаты селекции растений в селекцентрах Сибири с 1969 по 2004 гг.

Культура	1969– 1970 гг.	1971– 1980 гг.	1981– 1990 гг.	1991– 2000 гг.	2001– 2004 гг.	Итого
Всего	14	69	198	355	177	813
В том числе:						
1. Зерновые и зернобобовые:	6	34	81	120	60	301
пшеница озимая	–	–	2	4	4	10
пшеница яровая мягкая	1	12	23	34	19	89
пшеница яровая твердая	–	1	–	7	2	10
ячмень	2	5	14	9	10	40
овес	–	4	7	19	8	38
гречиха	–	–	4	2	1	7
просо	–	4	3	4	1	12
горох	3	3	7	9	4	26
2. Кормовые	4	21	29	44	20	118
3. Масличные	–	–	4	8	3	15
4. Лен-долгунец	–	–	1	3	2	6
5. Картофель	1	4	5	7	1	18
6. Овощные	1	–	12	32	20	65
7. Плодовые и ягодные	–	10	65	112	46	233

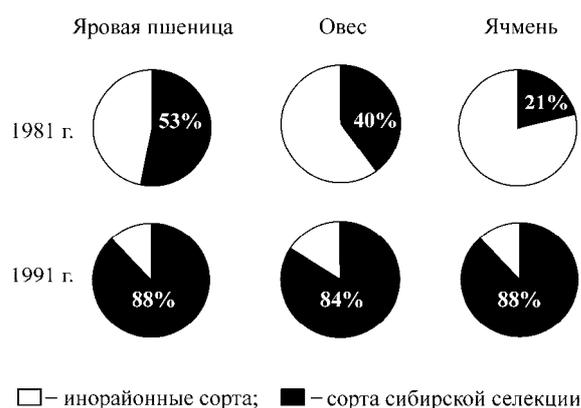


Рис. 1. Отношение площадей, занятых сортами сибирской и инорайонной селекции в 1981 и 1991 гг. (%).

зимостойкостью и высокой урожайностью (6 т/га). В 2000 г. передан на ГСИ сорт зернового направления, с высоким содержанием клейковины Алтайская 4 (АлтайНИИЗиС), очень высоким потенциалом продуктивности (7–7,7 т/га) (включен в Госреестр с 2005 г.), устойчивые к полеганию и основным заболеваниям, зимостойкие сорта Цекад 90 и в 2004 г. – сорт СИРК-57 (СибНИИРС).

Труднее дело обстояло с созданием сортов озимой пшеницы, приспособленных к условиям Сибири. Первые опыты по выращиванию в Сибири озимой яровой пшеницы принадлежали переселенцам из Украины и южных областей России, которые с 1906 г. привозили с собой семена этой культуры. Однако ее посева обычно погибали при перезимовке [3]. Изучение сортов инорайонной и иностранной селекции, начатое В.Е. Писаревым в 1915 г. на Тулунской ГСС, а с 1918 г. и другими селекционерами в Зауралье на Шадринском, Камышловском, Балоирском и Ялуторовском опытных полях, на Западно-Сибирской опытной станции (ныне СибНИИСХ) в период с 1919 по 1929 гг. также не увенчалось успехом. Не было обнаружено ни одного сорта, который можно было бы успешно возделывать в Сибири. Даже в богатейшей коллекции ВНИИР отечественных и зарубежных сортов озимой пшеницы не удалось обнаружить формы, достаточно зимостойкие для перенесения суровых зим региона [4]. Поэтому с целью создания сортов сибирской селекции в 1932 г. в Омске Н.В. Цицин развернул работы по созданию исходного материала методом гибридизации яровой пшени-

цы с пыреем. Но в суровые зимы 1937–1938 гг. и повторно в 1941–1942 гг. все гибриды вымерзли. В 1946 г. возобновилась работа по созданию сортов озимой пшеницы посредством трансформирования яровых пшениц в озимые. В результате 10-летнего изучения в условиях жесткой сибирской зимы выделены зимостойкие формы озимой пшеницы из яровых сортов Мильтурум 123, Лютесценс 4548, Альбидум 988, Цезиум 27 и др. Однако и эти сорта не получили распространения в производстве [5]. Исключительную роль для создания сибирских сортов сыграли выявленные местные сорта. Так, в Алтайском крае появились 2 ценных местных сорта Еловка и Карагандинка, в Омской области – Велижанка, в Красноярском крае – Казачинская и Ингашская, в Иркутской области – наиболее холодостойкий сорт Алабасская. С 1966 г. наибольшее распространение получил сорт озимой пшеницы Ульяновка (Ульяновская государственная сельскохозяйственная опытная станция), зимостойкость равнялась 81 %. После создания селекционных центров успех в создании генотипов, сочетающих высокий потенциал зимостойкости и устойчивости к абиотическим факторам среды, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства, был достигнут путем коренного изменения генотипа существующих форм при использовании мутагенеза, отдаленной гибридизации пшеницы с видами пырея, озимой ржи и озимой тритикале. Так, в селекционном центре СибНИИСХ (руководитель Р.И. Рутц) в 1970-е гг. была разработана концепция генетико-селекционных исследований по созданию зимостойких сортов озимой пшеницы, отвечающих требованиям суровых почвенно-климатических условий Сибири. Рабочей гипотезой послужил закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, открытый Н.И. Вавиловым. Основное внимание было обращено на тот факт, что создание исходного материала озимой пшеницы с высокой зимостойкостью искусственным путем с применением экспериментального мутагенеза на порядок ускоряет этот процесс. Методами электрофореза определили, что сорта с высокой морозостойкостью имеют формулу глинадина 1.1.5.3.2.2.; 2.1.5.3.2.2. и 2.2.5.3.2.2. СибНИИСХ совместно с Московским отделением ВИРа и от-

делом химической генетики Института химической физики РАН на базе сортов озимой пшеницы Мироновская 808 и Ильичёвка, а также ППГ 186 были выделены мутанты, которые после длительного отбора явились основой первых сортов озимой пшеницы интенсивного типа: сорт Омская озимая (передан на ГСИ в 1983 г.) включен в Госреестр селекционных достижений в 1989 г. по Западно-Сибирскому, Восточно-Сибирскому и Уральскому регионам. Это мутантная популяция М₇ Мироновской 808 имеет формулу гиадина 3.5.3.1.2., т. е. 4 эффективных аллеля, отличается от исходного сорта повышенной регенерационной способностью. Выживаемость проростков и раскутившихся растений при температуре –18 °С выше на 27,5 и 34,1 %, зимостойкость – на 9,4 %, урожайность – на 3,7 ц/га. Сорт Сибирская нива (передан на ГСИ в 1985 г.) включён в Госреестр в 1992 г. (А.с. 5825) по Западно-Сибирскому региону. Мутантная популяция ППГ 186 имеет формулу гиадина 3+4.1.5.3.1.2., выживаемость проростков растений и зимостойкость соответственно выше на 14,7 и 6,0 % [6–9].

В ИЦиГ СО РАН изучалась роль гиббереллина в формировании признака зимостойкости. В 1987 и 1989 гг. линии из сорта Кавказ: Лютесценс 4, Багратионовская и Кулундинка – после многократной оценки по зимостойкости, урожайности и другим показателям в условиях степи и лесостепи были переданы на государственное сортоиспытание. Сорт Багратионовская, включённый в Госреестр в 1994 г., при испытании в Канаде из 2818 образцов занял 1-е место по морозозимоустойчивости и урожайности. С 1995 г. утверждён стандартом по морозозимоустойчивости по Российской Федерации [10–12].

В 1989 г. была разработана региональная комплексная научная программа «Озимая пшеница». Проект выполнялся до 2004 г. включительно [13, 14]. Цель проекта – «Создание генофонда мутантов, межсортовых и отдалённых гибридов озимой пшеницы с повышенной зимостойкостью, с большей глубиной залегания узла кущения, чем у европейских сортов (на 0,5–1 см), с помощью эффективных мутантов, фитогормонов, межсортовой и отдалённой гибридизации и на его основе вывести высококачественные сорта (с высоким содержанием белка) для

районов Сибири и Северного Казахстана, с урожайностью 5–6 т/га, отличающиеся устойчивостью к полеганию и основным болезням (пыльная, твёрдая головня, бурая ржавчина, мучнистая роса)». За этот период проведены комплексные теоретические исследования, разработаны методы управления продукционным процессом растений озимой пшеницы с использованием отдалённой гибридизации, мутагенеза, фитогормонов и др. Всего за 1990–2004 гг. создано и включено в Госреестр 9 сортов озимой пшеницы, 3 сорта находятся на государственном сортоиспытании.

В последние годы созданы и включены в Госреестр РФ урожайные зимостойкие сорта Омская 4, Жатва Алтая, Омская 5 и Новосибирская 32. Сорта высокопродуктивные, их урожайность выше 6,0 т/га, зимостойкость от 90 до 100 %. Сорт Омская 4 устойчив к полеганию, мучнистой росе, пыльной и твёрдой головне, меньше, чем стандарт поражается бурой ржавчиной. Сорт Омская 5 отличается глубоким залеганием узла кущения, комплексно устойчив к пыльной и твёрдой головне, мучнистой росе и снежной плесени. С 2004 г. находится на госиспытании новый сорт мягкой озимой пшеницы Новосибирская 9, более устойчивый к бурой пятнистости и мучнистой росе.

Для засушливых зон Западной Сибири, в частности Кулунды, а также зон Оренбуржья для посева по безкуливному пару передан на ГСИ в 2004 г. новый сорт Филатовка (ИЦиГ СО РАН), средняя урожайность 4,9 т/га, зимостойкость 95–97 %, по качеству зерна относится к ценным пшеницам.

Основными зерновыми культурами в Сибири являются яровые, среди них яровая мягкая пшеница. Эффективность селекции по данной культуре с 1911 г. обеспечили первопроходцы сибирской селекции Н.Л. Скалозубов, И.М. Карзин, В.В. Таланов, И.Н. Семченков, М.Ф. Терновский, В.Р. Берг, А.Н. Скалозубова, Н.Л. Удольская, И.Н. Смирнов и другие. Высокий научный и методический уровень их знаний, скрупулёзное отношение к местному материалу позволили создать уникальные сорта яровой пшеницы: Мильтурум 321 (1929), Смена (1938), Лютесценс 956 (1939), Альбидум 3700 (1940), Мильтурум 553 (1940), которые в 1959–1960 гг. занимали в Сибири площадь около 8 млн га.

В 1970–1980 гг. основными возделываемыми в Сибири сортами яровой пшеницы были сорта саратовской селекции. В 1975 г. они занимали площадь 5,7 млн га, а в 1991 г. всего лишь 790,8 тыс. га, так как им на смену пришли новые сорта, более устойчивые к болезням, полеганию, осыпанию и другим неблагоприятным факторам среды, среди них 18 сортов сильной пшеницы. В 2004 г. в Госреестр селекционных достижений по качеству зерна включено 28 сортов яровой пшеницы, относящихся к сильным, среди них с 1995 г. 13 новых сортов, кроме того, 21 сорт яровой пшеницы относится к ценным [15].

Включено в Госреестр 15 сортов яровой твердой пшеницы сибирской селекции, среди них 11 используются в производстве с 1979 г. Создание новых генотипов растений яровой пшеницы с потенциальной продуктивностью 5,5–6,0 т/га зерна на холодных почвах Сибири и Урала и 2,0–2,5 т/га на мерзлотных почвах Крайнего Севера осуществлялось в рамках тех же проектов Миннауки, что и по пшенице озимой в период 1991–2004 гг. [15, 16].

На основе привлечения генетически разнокачественных и экологически отдаленных форм созданы новые генотипы яровой пшеницы, приспособленные для возделывания в различных почвенно-климатических условиях Сибири, на Урале и на Крайнем Севере (Республика Саха (Якутия)), Тыве. В 2003 г. включён в Госреестр новый среднеранний сорт Новосибирская 29, который слабо поражается на инфекционном фоне пыльной головнёй, генетически устойчив к мучнистой росе и бурой ржавчине, ценный по качеству зерна, высоко устойчив к полеганию, к прорастанию на корню, способен формировать урожай свыше 5,0 т/га.

С 2004 г. принят на государственное сортоиспытание сорт яровой мягкой пшеницы Землячка Сибири (заявка № 40794/9610470 А). Сорт характеризуется дружным созревaniem, выровненным стеблестоем, устойчив к полеганию (4 балла), крупнозерный (масса 1000 зёрен 31,4 г, выше стандарта на 5,3 г), устойчив к пыльной головне, по качеству зерна относится к сильным. Рекомендован для Восточно-Сибирского региона. Создан перспективный материал для районов севера Саха (Якутия) – образец 885-Э-88 («Саха»),

для засушливых зон республики Тыва – сортообразцы 28-h-85 и 466-Э-86. В годы испытания (2002–2004 гг.) материал от гибридного и селекционного питомников доведен до предварительного (малого) сортоиспытания.

Возможность создания сортов, максимально использующих особенности местных условий, учитывалась и при селекции других культур. С 1969 г. в Госреестр включено 40 сортов ячменя, из них с 1981 г. – 33 сорта, в том числе 13 ценных по качеству. В результате площадь под сортами ячменя сибирской селекции к 1991 г. увеличилась в 2,5 раза и составила 61,8 % к общей площади вместо 25 % в 1980 г., при этом новые сорта, районированные с 1981 г., высеваются на 53,4 % площадей. Впервые в Сибири созданы и используются по назначению 5 сортов пивоваренного направления, один – голозёрный, с 2004 г. 2 голозёрных сорта находятся на ГСИ.

Большие структурные изменения произошли в сортовых посевах овса, гречихи, гороха, вики, овощных и плодово-ягодных культур. Селекция овса развивалась медленно, с 1929 по 1969 гг. было создано и возделывалось в производстве всего 12 сортов сибирской селекции, с 1969 по 1980 гг. – 4 сорта. Среди них уникально пластичный сорт Нарымский 943 (Нарымской ГСС), который в 1985 г. занял самую большую площадь посева – 2 млн га, такую площадь не занимал ни один сорт овса. Он и сейчас занимает площадь свыше 1 млн га. И только с организацией селекцентров с 1981 по 2004 гг. создано и предложено производству для всех зон региона 34 сорта, в том числе 20 сортов включены в список наиболее ценных по качеству продукции.

Среди крупяных и зернобобовых культур включено в Госреестр ценных по качеству 6 сортов гречихи, 2 сорта проса, 2 сорта гороха, 3 сорта чечевицы и 5 сортов гороха с усатым типом листа (неосыпающиеся).

В селекцентрах идёт постоянный поиск совершенствования селекционного процесса. В 1995 г. были разработаны и утверждены на Президиуме СО РАСХН комплексные селекционные программы деятельности селекцентров до 2010 г. Принимаются меры к более эффективному использованию теоретических, методических и методологических разработок по генетике, физиологии, биохимии, иммунитету, биотехнологии, молеку-

лярной генетике с целью создания сортов, устойчивых к засухе, жаре, а также соле- и солонце-, кислотоустойчивых, отзывчивых на высокий агрофон, устойчивых к полеганию, болезням и вредителям.

Возросла эффективность селекционного процесса. Так, если в 1971–1980 гг. районировалось 37–43 % от числа созданных и переданных на госиспытание сортов, то в 2001–2004 гг. включено в Госреестр РФ селекционных достижений и предложено производству для возделывания 95,5 % от переданных (рис. 2). Ассортимент сортов в дальнейшем постоянно пополнялся за счет переданных сортов в госиспытание, с 2001 г. испытывается 174 сорта сельскохозяйственных культур.

Новые сорта отличаются не только высокой урожайностью, но и приспособленностью к суровым условиям Сибири. Оптимально складывается соотношение сортов скороспелого типа к среднеспелым: по яровой пшенице – 34 % к 49 %, по ячменю – 46 % к 54 % и по овсу 44 % к 55 %, свыше 54 % сортов яровой пшеницы и овса высокоустойчивые к полеганию, ячменя 100 % относятся к среднеустойчивым; свыше 35 % сортов пшеницы и ячменя – засухоустойчивые.

За последние 10 лет (1994–2004 гг.) достигнуты значительные успехи по созданию иммунных сортов всех сельскохозяйственных культур. Так, из 43 включенных в Гос-

реестр сортов пшеницы 8 являются комплексно устойчивыми к 2–3 заболеваниям, устойчивых к пыльной головне – 40 %, из сортов ячменя – 31 %, овса – 57 %, среднеустойчивых к пыльной головне пшеницы 12 %. Из 40 переданных на ГСИ сортов пшеницы яровой 13 – комплексно устойчивые, 30 % – устойчивые к пыльной головне, 13 % – среднеустойчивые, 10 % – к твердой головне; 30 % сортов овса и 31 % ячменя устойчивы к пыльной головне.

Методами биотехнологии создаётся новый исходный материал. В СибНИИСХ способом индексирования на специальных средах все вновь создаваемые сорта пшеницы и ячменя оцениваются на адаптивность, в результате передан на ГСИ засухоустойчивый сорт яровой твёрдой пшеницы Омский кристалл и ультраскороспелый сорт ячменя Омский скороспелый. В Красноярском НИИСХ методами *in vitro* создаётся кислото-солеустойчивый исходный материал ярового ячменя. С целью ускорения селекционного процесса и повышения его эффективности в Красноярском НИИСХ впервые в Сибири создана информационно-поисковая система (ИПС) «Селекция», включающая в себя программу для ЭВМ «SELA» и базу данных «Селекция растений», которые зарегистрированы в Роспатенте.

Всего сорта сибирской селекции занимают площади свыше 10 млн га, среди них но-



Рис. 2. Результативность селекционных центров Сибири за 1969–2004 гг.

вые – свыше 6 млн га; 24 сорта пшеницы, 1 – овса и 2 – ячменя являются «сортами-миллионерами».

Сибирские сорта овощных культур экологически пластичны, а главное, устойчивы к местным расам вредных организмов. Широкое распространение получили сорта томата селекции СибНИИРС – Буян, Снежена, Каноус, Данко, Вельможа, Генератор F₁, Элегант: перец Изюминка; партенокарпические гетерозисные гибриды огурца – Визит, Дуэт, Обской, Димка, Ежик; зимостойкие сорта озимого чеснока; лука-шалота. Сортимент сибирских сортов, особенно гетерозисных гибридов, будет расширяться и составит достойную конкуренцию зарубежным сортам. Экологическая обстановка в отдельных микрорайонах Сибири позволяет получать лучшие по качеству семена: менее инфицированные, с высокими посевными и продуктивными качествами.

За 1969–2004 гг. передано в ГСИ 384 сорта плодовых и ягодных культур, включено в Госреестр за этот период 283 сорта (см. табл.).

Анализируя созданные за последние 11 лет сорта яблони, можно отметить, что из 26 сортов, включенных в Госреестр РФ, 42 % обладают хорошей зимостойкостью, 27 % – устойчивы к парше, срок хранения плодов увеличился с 1,5 до 3 месяцев. Сорта сливы бурятской селекции отличаются повышенной зимостойкостью (Оюна, Находка Бурятии, Незнакомка). Вновь созданные сорта вишни Желанная, Субботинская, Пересвет (НИИСС) зимостойкие, хорошо размножаются зелеными черенками.

Получены новые сорта черной смородины с комплексной устойчивостью к основным болезням и вредителям. Так, из 26 сортов, районированных за период с 1991 по 2001 гг., устойчивых к мучнистой росе – 65 %, к почковому клещу – 69 %, с повышенной зимостойкостью – 58 %. Ведется работа по селекции на устойчивость к антракнозу и септориозу.

Из 15 включенных в Госреестр сортов облепихи: 9 – зимостойкие, 5 – раннеспелые. Сорта облепихи Бурятской ПЯОС (Байкальский рубин, Наран, Баян-Гол) отличаются низкорослостью (высота 1–1,2 м), компактностью, с сухим отрывом плода, устойчивы к усыханию. Содержание масла в плодах облепихи повысилось с 4,1 % до 7,8 % (на 90 %), каротиноидов с 14,8 мг% до 30,3 мг% (на 105 %).

Вновь созданные сорта жимолости раннеспелые (плоды созревают в последней декаде июня начале июля), зимостойкие, скороплодные.

По всему спектру культур, выращиваемых на просторах Сибири, создан уникальный генофонд, выделены и синтезированы принципиально новые генетические источники, доноры особо ценных признаков, созданы признаковые и генетические коллекции [17].

В соответствии с законами «О селекционных достижениях» и «О семеноводстве» за последние четыре года в НИУ региона 128 сортов сельскохозяйственных культур защищено патентами. Перед селекционными центрами стоят ответственные задачи создания на основе комплексного изучения генофонда, использования современных селекционных технологий новое поколение сортов сельскохозяйственных культур, обладающих высокой урожайностью, качеством, устойчивостью к влиянию абиотических и биотических стрессов.

Литература

1. Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных) в 1929–2003 гг. РАСХН. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 2003. Вып. 3. 272 с.
2. Гордеева Т.Н. Проблемы селекции и семеноводства зерновых и зернобобовых культур в Сибири // Проблемы развития семеноводства с.-х. культур в современных условиях. Иваново, 1994. С. 20–21.
3. Богомяков С. Озимая пшеница на Алтае. Барнаул: Алтайское кн. изд-во, 1968. 40 с.
4. Яхтенфельд П.А., Баранский Д.И. Озимая пшеница в Иркутской области. Иркутск: Изд-во ОГИЗ, 1941. 92 с.
5. Богомяков С.Т. Опыт селекции озимой пшеницы // Сб. науч. тр. СибНИИСХ. Омск, 1961. № 6. С. 60.
6. Рутц Р.И., Борадулин В.Р., Эйгес Н.С. и др. Использование химического мутагенеза в селекции озимой пшеницы для Западной Сибири // Химический мутагенез в селекционном процессе. М., 1987. С. 42–48.
7. Рутц Р.И. Экспериментальный мутагенез // Программа работ Западно-Сибирского селекцентра до 2010 г. Омск, 1990. С. 174–179.
8. Рутц Р.И. Селекция зимостойких сортов озимой пшеницы // Генетические ресурсы и селекция растений на устойчивость к стрессу: Тез. докл. Сибирско-шведского симпозиума (26.07–

- 5.08. 1992 г.). Новосибирск, 1992. С. 21–33.
9. Рутц Р.И. Генетический потенциал озимых форм в селекции яровой и озимой пшеницы Западной Сибири: Дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск: СибНИИСХ, 1993. 54 с.
10. Чекуров В.М., Сергеева С.И., Козлов В.Е. Использование фитогормонов в выявлении полиморфизма по глубине залегания узла кушения у некоторых сортов мягкой пшеницы // Успехи теоретической и прикладной генетики. Новосибирск, 1982. С. 143–147.
11. Чекуров В.М., Козлов В.Е., Титков И.П. и др. Проблемы и методические подходы к созданию сортов озимой пшеницы в Сибири // Генетические методы в селекции растений. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. С. 180–206.
12. Козлов В.Е., Чекуров В.М. Генетические механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды // Матер. Всесоюз. конф. (8–12 июля 1991 г.). Иркутск, Новосибирск, 1991.
13. Модели управления плодородием почв и продукционным процессом растений. Проект НИР. РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗхим. Новосибирск, 1991. 76 с.
14. Решение расширенного бюро Научного совета по подпрограмме «Перспективные процессы производства с.-х. продукции» Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» от 22.05.97 г.
15. Приказ Министерства науки и технической политики Российской Федерации № 104 от 17 августа 1995 г.
16. Федеральная целевая программа Минпромнауки России (Протокол от 10 декабря 2002 г. № 15) по теме «Генотипы растений, сочетающие продуктивность, средообразующую функцию и устойчивость к жёстким почвенно-климатическим режимам Сибири, Урала и Крайнего Севера».
17. Краткий отчёт о работе Сибирского отделения РАСХН за 2004 г. Новосибирск, 2004. С. 133–136.

IV. СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ ЗА РУБЕЖОМ

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КАЗАХСТАНЕ

Р.А. Уразалиев, А.С. Абсаттарова

НПЦ «Земледелие и растениеводство», Казахстан, Алматы, e-mail: aabsatarova@yahoo.com

Казахстан является одним из основных производителей высококачественной пшеницы. Казахстанское зерно все больше укрепляется на международном рынке. И сегодня Республика заняла прочное место в шестерке лидеров-экспортеров зерна после США, Евросоюза, Аргентины, Австралии и Канады. Казахстанское зерно экспортируется более чем в 40 стран мира [1].

В силу наличия больших земельных просторов в Казахстане наибольший вес занимают земли сельскохозяйственного назначения – более 93 млн га. Наибольшие посевные площади из земель пашенного назначения, 11–12 млн га, ежегодно отводят основной продовольственной культуре – пшенице. Среднегодовое производство зерна в Республике за последние 3 года стабилизировалось на уровне 17–18 млн т, в том числе пшеницы 15–16 млн т при средней урожайности порядка 12,5 ц/га. Относительно невысокая урожайность по сравнению с другими сопредельными государствами объясняется высокой аридностью земель, занятых под зерновыми культурами. Из общей площади, занятой пшеницей, 90 % относят к сухостепным неполивным и пустынно-степным богарным землям и лишь 10 %, или порядка 115 тыс. га, возделывается в условиях регу-

лярного орошения. В последние 50 лет прослеживается тенденция к росту урожайности.

Селекционная работа в Казахстане была начата 100 лет назад, в начале прошлого века (1901–1910 гг.) были открыты (основаны) порядка 30 селекционно-опытных станций, в 1935–1955 гг. была дополнительно расширена сеть селекционно-технологических НИИ, опытных станций и общее число их только по растениеводству было уже около 100, среди них Казахский научно-исследовательский институт земледелия – КазНИИЗ (ныне Научно-производственный центр «Земледелие и растениеводство» – НПЦЗР) был и остается в настоящее время самым крупным селекционно-генетическим центром по основным полевым и особенно зерновым культурам в Казахстане (Восточный селекционный центр).

Первые формы и сорта озимой, факультативной пшеницы – Псевдомеридионале 122, Псевдомеридионале 2115, Алборубрум 22308, Красная Звезда – были созданы методом индивидуального отбора из местных форм (сортов) озимых и яровых, возделываемых в Центральной Азии долгое время еще до научной селекции. Наиболее распространенными были местные популяции – Сары Магиз, Ала Бирук, Кзыл Бугдай, Нар Кзыл, Ак Бугдай и другие, хорошо приспособленные

к условиям региона сорта с высокой жарозасухоустойчивостью, высокорослые, с ломкими колосьями. Вторая группа сортов была представлена образцами из России и Украины, завезенными крестьянами и казаками, иммигрировавшими в регион из Сибири и европейской части государства. Такие сорта, как Белотурка, Кубанка, Арнаутка, Белоколоска и другие оказались адаптированы к условиям региона и представляли собой материал, наиболее отзывчивый на условия возделывания [2].

Второй период синтетической селекции был начат в середине 1930-х гг. и отмечен началом исследований по внутривидовой и отдаленной гибридизации [3–5].

Масштабная селекционная работа была начата с созданием Восточного селекционного центра (1970). Было начато широкое экологическое изучение большого набора гибридных популяций, константных форм в основных зерносеющих регионах Казахстана и в странах Центральной Азии. Материал был оценен по морфологическим, физиологическим, селекционно-генетическим показателям, качеству зерна, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам. Сопряженные теоретические и прикладные селекционно-генетические исследования обеспечили создание сортов различных агроэкоотипов для условий орошения и богары Северного, Юго-Восточного и Восточного Казахстана, засушливых зон Западного Казахстана [4].

Успехи селекции в Казахстане достаточно прочны. За прошедшие 70 лет в Казахстане сформировались селекционные коллективы в различных регионах Республики. Начали успешно функционировать научные школы видных селекционеров. Сегодня в Государственный реестр селекционных достижений включено и допущено к использованию 1288 сортов сельскохозяйственных культур. Доля сортов казахстанской селекции по основной культуре пшенице составляет 55 %. Несмотря на сложные экономические условия, темпы селекции не снижаются. За короткий в историческом плане срок (1970–2004 гг.) создана и внедрена в производство серия замечательных сортов озимой и яровой пшеницы. В настоящее время площадь, занятая под сортами пшеницы НПЦЗР, составляет 4551,5 тыс. га. Из них широко районированы в Республике Казахстан и в регионах Центральной Азии сле-

дующие сорта: Богарная 56, Прогресс, Карлыгаш, Пиротрикс 50, Стекловидная 24, Жетысу, Красноводопадская 210, Дербес, Раусин, Сапалы, Южная 12. Юбилейная 60, Эритроспермум 350, Казахстанская 10. Новый сорт озимой пшеницы Алмалы устойчив к желтой ржавчине, имеет прекрасное качество зерна и пользуется большим спросом у фермеров. Сорт Наз предназначен для богарных условий нашей Республики и Кыргызстана, сочетает в себе жаро- и засухоустойчивость, устойчивость к желтой ржавчине, септориозу и желтой пятнистости. Среди сортов яровой пшеницы следует выделить такие, как Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 10, Казахстанская 15, Казахстанская 19, Казахстанская 25, Лютесценс 32, Лютесценс 90, Астана, Акмола 2, Акмола 3, Карабалыкская 90, Карабалыкская 52, Ертис 97, Карагандинская 70, Волгоуральская, Каргала, Актобе 14 и некоторые другие. Среди сортов твердой пшеницы выделяются Дамсинская, Наурыз 2, Карабалыкская. Есть определенные успехи в селекции ячменя и овса. Наибольшее распространение имеют сорта ячменя: Арна, Асем, Азык, Целинный 30, Голозерный; овса: Казахстанский 70, Аргымак, Битик. Качество зерна возделываемых сортов, как правило, хорошее и отличное. Только по яровой пшенице из 53 сортов, допущенных к использованию на 2005 г., 48 включены в список сильных и ценных сортов как перспективные и конкурентоспособные даже в рамках самых строгих международных требований к хлебопекарным качествам пшеницы.

Известно, что решающее значение в успехе селекции имеет исходный материал. Он требует постоянного обновления, введение в него новых хозяйственно ценных генов и их комплексов. В настоящее время в связи с опасным сокращением генетической основы большинства культурных растений, причиной которого является генетическое однообразие, создалась угроза полного исчезновения традиционных местных сортов и аборигенных форм. В значительной степени уничтожены дикие сородичи и староместные сорта народной селекции. Происходит быстрая смена вновь создаваемых сортов. Все это диктует необходимость мобилизации генетических ресурсов и организации длительного хранения зародышевой плазмы. Создание генетического банка зерновых пред-

ставляет сегодня особую важность для Казахстана. Очень важным и полезным механизмом, стабилизирующим сельскохозяйственные ресурсы Казахстана, является доступ и совместное владение информацией и генетическими ресурсами. Связи поддерживаются со многими международными центрами по генетическим ресурсам: CIMMYT; ICARDA; ВИР; Международный центр по селекции озимой пшеницы (Кембридж, Англия); Украинские НИИ и Центры в Одессе, Мирновке, Харькове, Киеве; Краснодарский НИИСХ и СибНИИСХ (Россия) и другие. Селекционно-генетическое изучение материала генофонда проводится в соответствии с принятой системой его формирования. Генетически разнообразный ценный исходный материал используется при составлении долгосрочных и ежегодных селекционных программ.

Методы селекции все время совершенствуются. В селекционном процессе используются как традиционные, так и нетрадиционные методы. Основными наиболее эффективными методами, используемыми в селекции зерновых культур, в частности пшеницы (на примере отдела селекции пшеницы НППЗР), являются:

- отбор константных линий из сортов-популяций гибридного происхождения;
- гибридизация и получение разнообразных гибридных комбинаций (комбинация генов и получение трансгрессивной изменчивости) при разных схемах скрещиваний (диаллельные, топкроссные, беккроссы, направленный поликросс с отцовскими формами, характеризующимися известными, но различающимися по морфологическим признакам, даблкросс, возвратные, сложные, ступенчатые и другие их модификации);
- экспериментальный мутагенез (физический и химический) при обязательном сочетании его с гибридизацией;
- получение соматональной изменчивости внутри сорта с помощью биотехнологических методов (эмбриокультура при отдаленной гибридизации, суспензиальная культура и др.);
- клеточная селекция по совместной программе с ИФГиБ, ИМБиБ НАН РК;
- отдаленная гибридизация (межвидовая и межродовая) с использованием методов выращивания гибридных зародышей *in vitro*.

Известно, что основой селекции является генетика. Теоретическая база наших селекционных программ была основана на изучении цитогенетики репродукционного процесса, физиолого-генетической теории продуктивности, генетико-биохимической теории качества, теории гомеостаза. В рамках научных программ были изучены:

- характер изменчивости, наследования и наследуемости основных хозяйственно ценных признаков и свойств озимой пшеницы в различных экологических зонах;
- комбинационная способность исходного материала и его экологическая изменчивость.

В повышении результативности селекционных работ большое значение имеет информация о комбинационной способности исходного материала, включаемого в гибридизацию. Накоплено немало экспериментальных данных о комбинационной способности сортов озимой пшеницы, используемых в селекционных программах Казахстана. Так, например, И.А. Нурпеисовым [6, 7] проведено изучение генетико-селекционных основ продуктивности озимой пшеницы. Установлен сложный характер наследования ряда количественных признаков. Главными особенностями является их полигенность, обуславливающая значительную зависимость от условий внешней среды, а также наличие тесного взаимодействия генотип-среда при их формировании. Изменчивость и наследуемость признаков озимой пшеницы четко дифференцируются в зависимости от генотипов исходных родительских форм, типов скрещивания и под влиянием условий внешней среды. В селекционных программах с целью выявления ценных доноров количественных признаков необходимо оценить исходный материал по ОКС, а варианты эффектов СКС использовать только в лучших комбинациях скрещивания. На основании анализа комбинационной способности у сортов озимой пшеницы по 11 признакам и свойствам выявлены наиболее ценные доноры хозяйственно ценных признаков, которые применялись и рекомендуются для дальнейшего использования в селекционных программах по пшенице. Автором проведено селекционно-генетическое изучение морозостойкости как главного лимитирующего фактора зимостойкости. Исследованиями установлено, что свойство морозостойкости межсортовыми гибри-

дами наследуется в основном промежуточно и по степени частичного доминирования, и в несколько меньшей степени наблюдается сверхдоминирование. Отбор морозостойких форм целесообразно вести в два этапа: в ранних (F_2 – F_3) и в поздних поколениях гибридов. У гибридных популяций, полученных от скрещивания близких по степени морозостойкости сортов, наследуемость обуславливается, главным образом, аддитивными действиями генов, а у популяций, полученных с участием контрастных по этому признаку форм, – как аддитивными, так и доминантными эффектами генов. Выделены сорта с высокими и средними ОКС по морозостойкости, которые являются носителями генов с аддитивными эффектами. В расщепляющихся популяциях, полученных с участием этих сортов, можно ожидать выщепление трансгрессивных линий по признаку «морозостойкость». Результатом этих работ было создание 560 новых форм и сортов озимой пшеницы. Лучшие из них, такие, как Жетысу, Алмалы, Таза, ОПАКС 18, Ботагоз, Лютеценс 41 переданы в Госсортоиспытание. Высокоурожайный и зимостойкий сорт Жетысу был районирован в 1993 г. в Алматинской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях, в 1998 г. признан перспективным в Таджикистане. Он также широко возделывается в других республиках Центральной Азии.

Исследованиями М.С. Кудайбергенова [8] установлено, что оценка исходного материала по эффектам общей комбинационной способности является главным принципом подбора пар при линейной селекции. При селекции на высокую продуктивность и устойчивость к полеганию эффективность отбора может быть результативной в ранних гибридных поколениях по следующим признакам: высота растений, число колосков в колосе, масса зерна с колоса.

К.М. Габдуллин [9] оценкой общей и специфической комбинационной способности и их соотношением определена ценность исходного материала (районированные и перспективные сорта селекции КазНИИЗ, сорта инорайонной селекции), который различался по степени морозостойкости, эколого-географическому происхождению, основным хозяйственно ценным признакам и биологическим свойствам. Выделены сорта-доноры морозостойкости и продуктивности.

Установлена эффективность отбора морозостойких продуктивных форм в системе скрещивания «слабоморозостойкие × высокоморозостойкие» и «среднеморозостойкие × высокоморозостойкие». Также установлено доминирование аддитивно-доминантной генетической системы признаков морозостойкости и продуктивности. Отобраны ценные гибридные популяции с высокой степенью выраженности признака и высоким коэффициентом наследуемости как в широком, так и в узком смысле – перспективные в плане отбора желаемых генотипов в ранних поколениях. Практическим результатом проведенных исследований является создание перспективных сортов Алия и ОПАКС 55, переданных в Госсортоиспытание.

Характер проявления трансгрессивных и рекомбинантных форм в гибридных популяциях. К.М. Баймагамбетовой [10] проведены исследования по совершенствованию методов отбора трансгрессивных форм озимой пшеницы на разных этапах селекции и созданы высокопродуктивные формы для конкретных агроэкологических зон. Выявлено, что трансгрессивная изменчивость растений не связана с эффектами гетерозиса и ее проявления неравнозначны в зависимости от генотипа и условий года. По степени проявления трансгрессии изменчивость количественных признаков подразделяется на повышенную трансгрессию (длина колоса, число колосков в колосе, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен) и незначительную (высота растений). Трансгрессивные формы необходимо отбирать в поздних поколениях гибридных популяций.

Морфофизиологические тесты высокой продуктивности. В 1979–1990 гг. О.Н. Кершанская с соавторами [11] всесторонне исследовали особенности фотосинтетической деятельности у гетерозисных гибридов озимой мягкой пшеницы. При этом показано, что гетерозисные гибриды характеризуются более высокими темпами формирования и низкими темпами отмирания листьев. Это обеспечивает их преимущество по величине листовой поверхности в период формирования фотосинтезирующих поверхностей и репродуктивный период развития.

На основе теории фотосинтетической продуктивности Т.Б. Абсаттаровым [12] выявле-

ны связи морфофизиологических показателей с продуктивностью растений, установлены оптимальные морфофизиологические параметры высокопродуктивных форм для отбора желательных генотипов. Выдана морфофизиологическая модель сорта сухостепного агроэко типа.

И.Б. Фахруценова [13] изучала гомеостатичность морфофизиологических признаков в селекции яровой пшеницы Северного Казахстана на продуктивность. Представленные в диссертационной работе результаты гомеостатичности урожая, элементов его структуры и морфофизиологических параметров сортов указывают на их рост у современных сортов. Причиной является повышение экологической пластичности современных сортов в отношении постоянно меняющихся метеорологических условий. Это свидетельствует об эффективной работе селекционных центров при создании сортов.

Белковые маркеры качества зерна (запасные белки – глиадины и глютенины). Блоки компонентов глиадина и высокомолекулярные субъединицы глютенина мягкой пшеницы связаны с технологическими свойствами зерна. Они эффективно используются в селекционном процессе для маркирования высококачественных генотипов, а также для изучения генетического разнообразия сортов. Использование полиморфизма глиадина и глютенина позволило решать проблему улучшения качества зерна на принципиально новой (генетической) основе. Идентификация сортов по аллельным вариантам глиадинкодирующих локусов показала, что сорта озимой пшеницы казахстанской селекции в основном гетерогенны и состоят из одного или нескольких биотипов. Идентифицированы сорта, такие, как Жетысу, Прогресс, Мариям, Пиротрикс 50, несущие блоки морозостойкости – *Gli1A1*, *Gli1B2*, *Gli1D5*, *Gli6A3*, *Gli6D2*. У сортов отечественной селекции с частотой 20,7 % встречается аллель *Gli A11* (*Gli1A8* – по А.А. Созинову), сцепленный с геном *Hg*. Возможно, это связано с адаптивной ценностью данной ассоциации генов в условиях сухостепной зоны. Наличие блока компонентов глиадина *GliB1n* свидетельствует о том, что у сортов озимой пшеницы казахстанской селекции красная окраска колосковой чешуи определяется ге-

ном *Rg1*. Установлена величина рекомбинации между блоками компонентов глиадина и морфологическими признаками колоса (опушенность и красная окраска колосковой чешуи) у сорта Зернокормовая 50: *GliA11*, *Hg* (2,97±1,2 %) и *GliB1n*, *Rg* (0 %). Идентификация сортов озимой пшеницы из Регионального питомника ЦАЗ позволила выделить сорта, несущие ржаной сегмент, такие, как: Екинчи (Азербайджан), Наири 131, Ани 352, Ани 591, Жалвар (Армения), Мцхетская 1 (Грузия), Бермет (Кыргызская Республика), Шарора (Таджикистан), Туркменбаши (Туркменистан), Улукбек 600 (Узбекистан) [14–16].

Генотип-средовые взаимодействия высокой адаптивности и пластичности. А.М. Кохметовой [17, 18] в конкретных агроэкологических зонах проведено изучение генотип-средовых взаимодействий на сортовом и гибридном материале. В градиентах сред определены эффекты действия и взаимодействия генов, определяющих гетерозис. Изучены материалы пластичности и стабильности и на этой основе были отобраны адаптивные для региона линии озимой пшеницы. В результате исследований в широком диапазоне экологических условий с привлечением различных объектов (сортов, гибридов, алло- и цитоплазматических, изогенных, рекомбинантных инбредных линий и сортов-дифференциаторов) автором выявлены закономерности формирования стабильности и пластичности количественных признаков. Установлено, что экологические факторы оказывают значительное влияние на генетическую структуру гибридных популяций. Сегрегаты с доминантными аллелями генов, контролирующими опушение и окраску колосковых чешуй, характеризуются наибольшей стабильностью продуктивности. Изменения расщепления обусловлены отбором генотипов, лучше приспособленных к конкретным условиям выращивания, и элиминацией менее жизнеспособных форм. Условия произрастания гибридных популяций оказывают влияние на интенсивность, направленность отбора и соотношение разновидностей. Это необходимо учитывать при формировании размеров популяций, а также для предотвращения потери редких благоприятных сочетаний аллелей генов. Формирование высокой пластичности обу-

словлено в основном экспрессией генов с эффектами аллельных взаимодействий. Установлено, что в генетический контроль гомеостатичности количественных признаков вовлечены как гены с доминантными и сверхдоминантными эффектами, так и рецессивные гены. Рекомбинантные инбредные линии (РИЛ) оказались удобными моделями для идентификации признаков, сопряженных с параметрами адаптивности. Обнаружена положительная корреляция между высоким уровнем относительного содержания воды (ОСВ), низким значением относительной потери воды (ОПВ), стабильностью, а также полевой засухоустойчивостью. Установленные закономерности позволяют использовать указанные параметры для экспресс-оценки по засухоустойчивости и стабильности признаков продуктивности, что значительно сокращает затраты времени и финансовых средств на экологическое испытание. Установлены генетические механизмы устойчивости к ржавчинным болезням и выявлены эффективные доноры, характеризующиеся оптимальным сочетанием параметров адаптивности и устойчивости к болезням.

Селекция гибридной пшеницы. В течение 10 лет были проведены обширные исследования по селекции гибридной гетерозисной пшеницы. На основе цитоплазмы стерильных аналогов МС Безостая 1, МС Мироновская 808, МС-Бизон созданы формы с ЦМС у 12 сортов озимой пшеницы [19]. Изучен генетический механизм признака «восстановление фертильности» и установлено, что восстановление фертильности контролируется не менее чем 2–3 генами, действующими как кумулятивные, с неодинаковой силой доминантности [20]. Детально изучена особенность проявления гетерозиса и наследование технологических свойств зерна у межсортовых гибридов озимой пшеницы на основе ЦМС и восстановителей фертильности [21].

Частная генетика (наследование устойчивости пшеницы к желтой ржавчине, определение типа развития). В последние годы в центральноазиатском регионе и Закавказье обострилась фитосанитарная обстановка в связи с распространением желтой ржавчины пшеницы. Одной из причин эпифитотийного развития желтой ржавчины на юге Казахстана является расширение посевных площадей ози-

мой пшеницы в сопредельных странах (Таджикистан, Узбекистан), где более теплая зима обеспечивает хорошую перезимовку патогена [22]. На основании фитопатологической оценки исходного материала на устойчивость к распространенным на юге Казахстана расам патогена *Puccinia striiformis* образцы пшеницы ранжированы по степени устойчивости к болезням. Скрининг международного набора сортов-дифференциаторов и изогенных линий пшеницы питомника-ловушки указывает на эффективность генотипов Улукбек 600, Lori 292, Moro (*Yr10*), Heines VII (*Yr2+*), Hybrid 46 (*Yr4+*) и изогенных линий *Yr10*, *Yr15*, *Yr17* и *Yr18*. Генетический анализ устойчивости сортов озимой мягкой пшеницы из Регионального питомника ЦАЗ показал, что сорта Адир (Кыргызская Республика) (76R : 31S) и Lori 292 (Армения) (77R : 36S) имеют один доминантный ген устойчивости; Киял (Кыргызская Республика) – 3 доминантных гена (27R : 37S); Прогресс (Казахстан) и Санзар 8 (Узбекистан) – 2 рецессивных дубликатных гена (7R : 127S) и (2R : 122S) соответственно; Сапалы (Казахстан) – 1 рецессивный ген (28R : 95S); Янбаш (Узбекистан) – 3 рецессивных гена (1R : 63S); Улукбек 600 (Узбекистан) – 2 дубликатных доминантных и один рецессивный ген (128R : 6S) [18]. У сорта Красноводопадская 210 выявлены два комплементарно действующих гена устойчивости (65R : 50S). У сортов Эритроспермум 80 и Интенсивная устойчивость контролируется рецессивными аллелями (27R : 85S) [23].

Продолжительность вегетационного периода и время колошения строго влияют на урожайность пшеницы и оба значительно зависят от специфической реакции генотипов к температуре и длине дня. Различные регионы характеризуются различным комплексом экологических факторов, что, естественно, отражается на генотипах формирующихся там сортов. Изучен тип развития у сортов пшениц казахстанской селекции и определен их генотип по *Vrn* генам [24]. Так, например, сорта озимой пшеницы имеют рецессивные аллели генов *Vrn*, однако они отличаются по генетической системе потребности в яровизации. Так например, сорта Стекловидная 24, Наз выколашиваются после 20-дневной яровизации, а сорта Алматы, Реке, Жетысу – только после 60-дневной.

Хотелось бы вкратце остановиться на некоторых вопросах селекционного процесса. Наш многолетний опыт показывает, что наилучший эффект при отборе желательных генотипов достигается в случае, когда вовлекаемые в скрещивание компоненты различаются между собой по небольшому числу признаков (лучше по 1–2). Только в этом случае возможен сравнительно быстрый успех в селекции. В любом случае в F_2 создается богатый разнокачественный материал, а поэтому это поколение является решающим в деле получения разнообразных гибридных популяций и проведения эффективных отборов не только в данном, но и последующих поколениях. Известно, что невозможно вырастить такое количество генотипов растений F_2 , чтобы реализовать все возможные генотипы. В этой ситуации важно, чтобы по лимитирующим признакам, ради которых подбирались компоненты, создать реальную возможность для появления нужных рекомбинантов. Чем меньшим числом генов контролируются селекционируемые признаки, тем соответственно меньшее количество растений потребуется вырастить.

При получении рекомбинантов между сцепленными генами следует значительно увеличить сам рекомбинационный процесс и, соответственно, увеличить численность кроссоверных зигот в популяции F_2 , для чего необходимо подвергнуть гибриды F_1 обработке эффективными мутагенами, а гибриды F_2 выращивать в контрастных экологических зонах.

Селекционер, нередко проводя серию ступенчатых скрещиваний, вовлекает все новые и новые компоненты. Однако чем больше компонентов включается в скрещивание, тем бессистемнее становится контроль за расщеплением и проведением эффективного отбора. По нашему опыту каждое последующее ступенчатое скрещивание проводится лишь после того, когда достаточно четко зафиксирован желательный признак. Задача состоит в том, чтобы последовательно и надежно аккумулировать в одном генотипе лимитирующие гены, контролирующие положительные признаки, не теряя ценные качества предыдущего этапа селекции. Только в этом заключается ценность сложных скрещиваний, направленных на аккумуляцию различных генов в одном генотипе.

Сущностью селекционной работы является отбор (массовый и индивидуальный), который ведётся по комплексу свойств и признаков и составляет решающий момент в селекции. При индивидуальном отборе в случае проявления гетерозисного эффекта по изучаемому признаку отбор эффективен в поздних поколениях (F_4 – F_5). Лучше всего начинать отбор с F_4 – F_5 , однако не исключается отбор из F_3 и реже F_2 . Отбор из ранних поколений эффективен при больших масштабах селекционной работы (иногда из каждой популяции отбираются 500–1000 и более растений).

В новом столетии соответствующие темпы роста сельскохозяйственной продукции будут связаны с биологизацией интенсификационных процессов и, прежде всего, с увеличением адаптивного потенциала культивируемых видов растений в результате направленной селекции [25]. По данным FAO, потребность в пшенице в ближайшие 20 лет будет расти и для ее удовлетворения производство пшеницы должно увеличиться на 1,6–2,6 % в год, средняя урожайность должна подняться с нынешних 25 ц/га до 38 ц/га. Это требует новых научных подходов и объединения усилий ученых различных специальностей и стран. Как отмечал представитель CIMMYT Х. Браун на Международной конференции по пшенице в Канаде, необходимо создание как можно большего числа местных и международных питомников для испытания новых образцов и обмена сортами. Большие надежды на улучшение пшеницы связывают с дальнейшим развитием исследований по физиологии и минеральному питанию, расширением ее генетического разнообразия, использованием биотехнологических методов получения гибридной пшеницы.

Литература

1. Куришбаев А.К. Актуальные вопросы селекции и генетических ресурсов сельскохозяйственных растений // Матер. Междунар. конф. «Развитие ключевых направлений сельскохозяйственной науки в Казахстане: селекция, биотехнология, генетические ресурсы. Алматы: ТОО изд-во «Бастау», 2004. С. 3–17.
2. Моргунов А.И., Браун Х., Кетата Х., Парода Р. Международное сотрудничество по улучшению озимой пшеницы в Центральной Азии: результаты и перспективы // Вестник регио-

- нальной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. 2003. № 3(6). С. 13–19.
3. Уразалиев Р.А. Селекция и генофонд пшеницы в Казахстане. Алматы. 18 с.
 4. Уразалиев Р.А., Есимбекова М.А. Селекция озимой пшеницы в Казахстане: роль гермоплазмы краснодарских пшениц // Матер. науч.-практ. конф. «Зеленая революция П.П. Лукьяненко», Краснодар, 28–30 мая 2001 г. Краснодар: Советская Кубань, 2001. С. 178–185.
 5. Уразалиев Р.А., Нурпеисов И.А. Сорты яровой пшеницы для юга и юго-востока Казахстана // Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. 2003. № 1 (4). С. 127–132.
 6. Нурпеисов И.А. Генетико-селекционные основы продуктивности озимой пшеницы: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Алматы, 2000. 45 с.
 7. Нурпеисов И.А. Селекционное и генетическое изучение морозостойкости у озимой пшеницы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 1982. 19 с.
 8. Кудайбергенов М.С. Селекционно-генетическое изучение основных количественных признаков и пути повышения эффективности отбора у озимой пшеницы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 1984. 23 с.
 9. Габдуллин К.М. Генетико-селекционные аспекты морозостойкости озимой пшеницы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 2000. 27 с.
 10. Баймагамбетова К.К. Селекционно-генетические параметры трансгрессивных форм озимой пшеницы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 1989. 23 с.
 11. Уразалиев Р.А., Кершанская О.И. Особенности продукционного процесса у гетерозисных гибридов пшеницы // Вестник с.-х. наук Казахстана. 1984. № 4. С. 24–27.
 12. Абсаттаров Т.Б. Морфофизиологические тесты в селекции сортов озимой пшеницы сухостепного агроэко типа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алматы, 1995. 25 с.
 13. Фахруценова И.Б. Гомеостатичность морфофизиологических признаков в селекции яровой пшеницы Северного Казахстана на продуктивность: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 1989. 23 с.
 14. Абсаттарова А.С. Идентификация сортов озимой мягкой пшеницы казахстанских агроэко типов по блокам компонентов глиаина: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алматы, 2002. 28 с.
 15. Абсаттарова А.С., Уразалиев Р.А., Абсаттаров Т.Б. Генетическое разнообразие сортов озимой пшеницы из Регионального питомника СИММИТ по аллельным вариантам глиадинкодирующих локусов // Вестник Региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. Алматы, 2002. С. 3–12.
 16. Уразалиев Р.А., Булатова К.М., Есимбекова М.А., Джиенбева К. Состав запасных белков озимой пшеницы регионального питомника ЦАЗ // Вестник Региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. Алматы, 2002. С. 70–75.
 17. Кохметова А.М. Генотип-средовое взаимодействие: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 1992. 23 с.
 18. Кохметова А.М. Генетические основы стабильности и пластичности количественных признаков: Автореф. дис. ... доктора биол. наук. Алматы, 2004. 48 с.
 19. Шегебаев О.Ш. Взаимодействие генотипа пшеницы с ЦМС и условий вертикальной зональности при восстановлении фертильности: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 1982. 23 с.
 20. Есимбекова М.А. Создание восстановителей фертильности и свободное опыление мягкой пшеницы в условиях юго-востока Казахстана: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 1987. 23 с.
 21. Нурбеков С.И. Гетерозис и наследование технологических свойств зерна у гибридов озимой пшеницы, созданных на основе ЦМС × RW: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 1984. 23 с.
 22. Койшибаев М.К., Моргунов А.И. О выступлениях на 1-й Центральноазиатской конференции по пшенице, г. Алматы, 10–13 июня 2003 г. // Информ. бюл. «Семеноводство и селекция пшеницы в Центральной Азии. 2003. № 2 (05). С. 3–17.
 23. Васильченко В.В. Создание устойчивого к болезням исходного материала озимой пшеницы в экологических условиях Чуйской долины: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алматы, 2002. 23 с.
 24. Есимбекова М.А. Генетические ресурсы пшениц Центральной Азии и Кавказа: мониторинг типа развития // Матер. Междунар. науч. конф. «Современное состояние проблем и достижений в области генетики и селекции. Алматы, 26–27 марта 2003 г. С. 44–45.
 25. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // С.-х. биология. 2000. № 3. С. 3–29.

RESEARCH STRATEGIES FOR FORAGE LEGUME BREEDING IN JAPAN

K. Okumura

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo, Japan,
e-mail: okuken@affrc.go.jp

Hokkaido is located in the northernmost part of Japan, extending from about 41 to 46 degrees latitude north, surrounded on all sides by oceans (Fig. 1). In comparison with main islands of Japan, climate in Hokkaido is dry and cool in summer and cold and snowy in winter. Cool climate and vast land area have made dairy farming to be one of the most important industries here. The pasture area in Japan is 0.64 million ha and that of Hokkaido is 0.53 million ha. More than 80 % of the pasture area is in Hokkaido. This is a reason why we have concentrated the breeding programs of forage legumes and grasses for this area.

We divide Hokkaido into main three areas, northern, central and southern, and eastern, based on meteorology, especially snow fall (Fig. 1, Table 1). The northern area has heavy snow in winter, sunny and less precipitation in spring and cool and wet in summer. The eastern area is less snow fall and severe soil frost. The



Fig. 1. Three main areas in Hokkaido based on the climatic condition.

central and southern area shows mild through the year and much snow fall in winter. In Hokkaido the most important breeding objective is improvement of winter hardiness. We usually separate Hokkaido to two areas in winter condition, heavy snow and severe cold with less snow. In heavy snow area forage plants are damaged by snow mold and in less snowy area severe cold damages plants by freezing. We have improved resistance of cultivars to both damages. In addition, we usually grow forage legumes mixed with grass species, timothy and orchard grass. There are some difficulties to maintain appropriate legume percentage, caused by competition among grass and legume species. The compatibility of mixed sown is another important objective for forage legume breeding.

Development of new cultivars of forage legumes

Breeding of red clover. More than one hundred thirty years have past since we firstly introduced forage seeds from the United States and started evaluation of their performance. Forty years later we established recommended variety system as forage, including red clover and alfalfa, as the result of the performance tests at the local stations. At the same time cultures of red clover as green manure for crop rotation were expanded. The growth of culture area of red clover through Hokkaido and the following natural and artificial selection made ecotypes and landraces which have been used as main breeding materials for new cultivars (Fig. 2).

In the early days of breeding the most important objectives were yield and persistency because most of introduced varieties did not

Table 1

Climate statistics of representative cities in each area in Hokkaido

Area	City	Mean temperature (C°)			Snow Depth (cm)	Precipitation (mm)			Frost free days
		Year	Max. in Aug	Min. in Feb		May to Oct	Nov to Apr	Year	
North	1 Wakkanai	6.4	22.0	-8.2	90	597	527	1,124	184
East	2 Kushiro	5.7	21.3	-11.6	28	697	345	1,043	156
East	3 Obihiro	6.3	24.9	-13.8	49	610	307	917	142
Center	4 Sappor	8.2	26.1	-8.0	95	585	544	1,130	172
South	5 Hakodate	8.5	25.5	-7.2	40	701	454	1,155	160

have enough adaptability in this areas and showed low persistency. In 1966 two domestic varieties «Sapporo» and «Hamidori» were developed. Main breeding materials were selected plants from Hokkaido land races. Both cultivars showed superior yield and persistency than introduced ones. Then in 1989 we developed new cultivars, «Hokuseki» and «Taisetsu». «Hokuseki» is a diploid cultivar bred with polycross of six maternal lines, which were selected from «Sapporo» based on the yield of 3rd year and seed productivity (Table 2, Fig. 3). Taisetsu is a tetraploid cultivar bred with polycross of ten maternal lines which were selected from «Sapporo» and doubled chromosome number by dinitrogen oxide. Nowadays «Hokuseki» is a leading variety in Hokkaido. In contrast, «Taisetsu» is not utilized, because of low seed productivity and too much competitive ability to grasses. For further improvement of persistency and compatibility with grasses, especially timothy, we developed a new cultivar «Natsuyu» in 2001. «Natsuyu» shows low

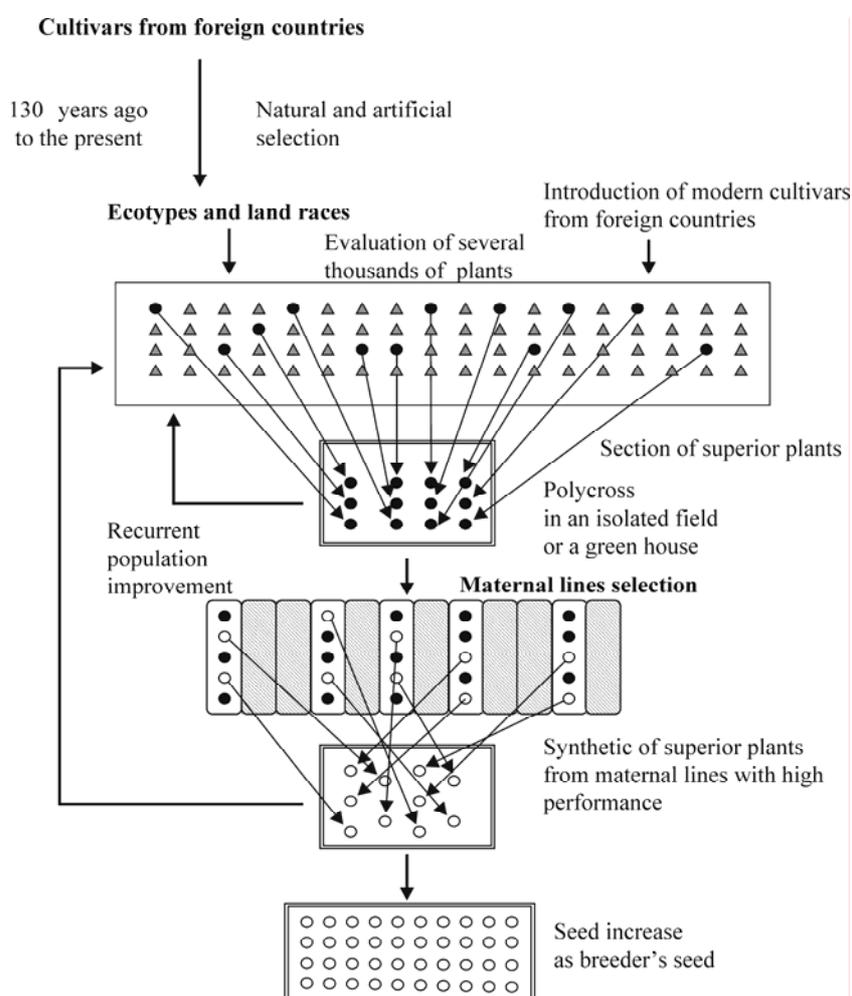


Fig. 2. Modified maternal line selection for red clover at NARCH.

competitive ability for timothy and superior over-wintering.

Our main breeding method for red clover is maternal line selection and polycross among plants from selected line (Fig. 2). We are im-

Table 2

Varieties developed at NARCH and their breeding

	Sapporo	Hokuseki	Taisetsu	Natsuyu
Registered year	1966	1989	1989	2001
Ploidy level	Di	Di	Tetra	Di
Breeding method	Mass selection	Maternal line selection	Synthetic variety	Maternal line selection
Materials	Land races	Sapporo	Sapporo	Introduced cultivars and Sapporo landraces
Breeding objectives	Yield and persistency	Yield and persistency	Yield and persistency	Mixed sown with timothy

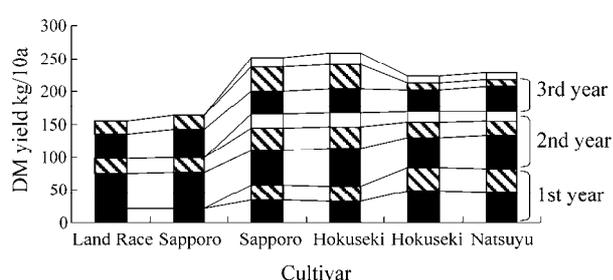


Fig. 3. Comparison of DM yield between a new cultivar and standard cultivar in red clover cultivars of different registered year. Registration year, Sapporo in 1966, Hokuseki in 1983, Natsuyu in 2001.

proving persistency and winter hardiness of new lines. In addition to early flowering variety we are developing very early and late flowering lines for diverse production system in this area.

Breeding of white clover. White clover is quite new for our breeding programs, we just started it in 2001. Now we are evaluating and selecting the plants with winter hardiness among genetic resources introduced from the gene banks and other research institutes.

Breeding of alfalfa. We developed a first cultivar of alfalfa, «Kitawakaba», which adapted for Hokkaido region in 1983. However, *Verticillium* wilt spread through this region after the release of «Kitawakaba». «Kitawakaba» was severely damaged by this disease. «Kitawakaba» also was not adaptable in the eastern area of Hokkaido according to severe winter cold with less snow. Then we improved these traits by introduction of foreign germplasm and selection, and developed two cultivars, «Makiwakaba» and «Hisawakaba» in 1994 (Fig. 4). «Makiwakaba» is tolerant to *Verticillium* wilt and has lodging resistance.

«Makiwakaba» is recommended for cultivation in snowy areas of Hokkaido and northern Tohoku. «Hisawakaba» is more resistant to common leaf spot caused by *Pseudopeziza medicaginis* and *Leptosphaerulina* leaf spot caused by *Leptosphaerulina briosiana* than «Kitawakaba». «Hisawakaba» is recommended for cultivation in less snowy areas of Hokkaido.

In 2003 we have just developed a new cultivar, «Haruwakaba». «Haruwakaba» has more persistent and stable productivity than «Makiwakaba» and «Hisawakaba» due to its high winter hardiness. Disease tolerance of «Haruwakaba» is almost same level as «Makiwakaba» and «Hisawakaba».

Our main breeding method for alfalfa is synthetic variety and maternal line selection. After spread of *Verticillium* wilt we developed an inoculation method for estimating the level of resistance of cultivars to *Verticillium* wilt (Sato, 1985). Now we are developing lines with highly lodging resistance and trampling tolerance for bigger machinery harvest.

Genome analysis and development of DNA markers for forage legume breeding

RFLP linkage map of red clover. Most of agronomical important characteristics are controlled by quantitative traits loci (QTLs), it is difficult to improve them efficiently by conventional selection methods. Linkage maps using DNA markers help us to identify QTLs linked to traits of agronomical importance and can be applied to marker-assisted selection.

We constructed a first genetic linkage map of red clover using RFLP markers from cDNA prob-

es of a backcrossed mapping population (Fig. 5), and investigated the transferability of the markers to other red clover germplasms (Isobe *et al.*, 2003). The map contains 157 RFLP markers and one morphological marker on seven linkage groups. The total map distance was 535.7 cM and the average distance between two markers was 3.4 cM. All of the cDNA probes of the map were hybridized to the fragments of genomic DNA from 12

plants derived from three varieties, and 87 % of the cDNA probes detected polymorphic bands that corresponded to those of mapping parents.

Development of PCR-based markers and construction of high density maps. One hundred and thirty five cDNA probes of RFLP markers were sequenced and annotated. The red clover cDNA sequences showed high similarity to model legume plants, *Medicago truncatula* and *Lotus japonicus*. We are trying to develop transform the RFLP markers to PCR-based markers. We are also constructing a high density red clover linkage



Fig. 4. Symptom of Verticillium wilt on leaves of a susceptible variety, Kitawakaba (left) and a resistant variety Hisawakada (right).

map with EST-SSR markers using EST data of red clover and *Lotus japonicus*. Our goal is to construct a map by 1500-2000 markers.

QTL analysis of Sclerotinia tolerance and flowering time. Sclerotinia root rot and crown rot, caused by the fungus *Sclerotinia trifoliorum* Erickson, is one of the most destructive diseases in Hokkaido. Flowering time is also an important trait, since it is related to compatibility of grass species. Putative QTLs of Sclerotinia tolerance and flowering time were detected based on the data of the mapping popula-

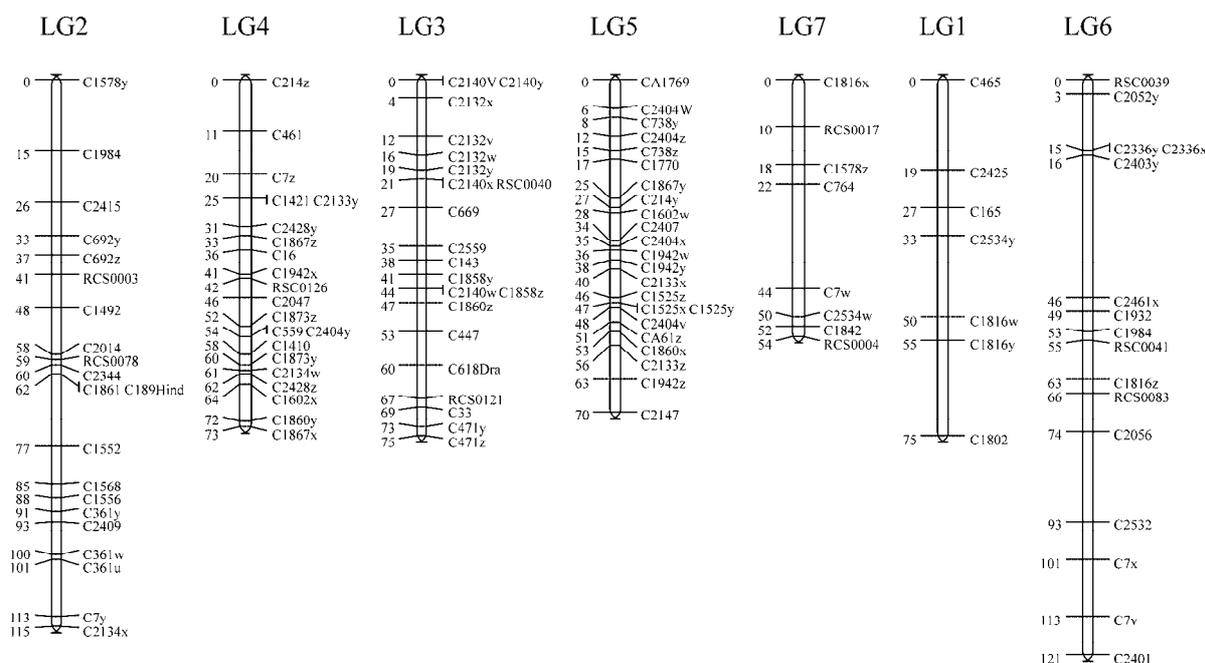


Fig. 5. Linkage map of red clover based on 157 RFLP markers.

tion. Several QTLs of Sclerotinia tolerance were detected near by the candidate genes those encode cold or stress tolerance (Klimenko *et al.*, 2003). This work is part of an ongoing joint research project among NARCH, All-Russian Williams Fodder Crop Research Institute (Russia) and Kazusa DNA research institute (Japan).

Interspecific hybridization. Red clover is a short lived perennial species, it disappears by the fourth year of use. It is grown in mixtures with perennial grasses, such as timothy, which are long lived and usually used more than five years. The improvement of persistency is one of the most important objectives for red clover breeding, since decrease of legume percentage causes nutritional deterioration of products from pastures.

Zigzag clover (*Trifolium medium* L., $2n = 80$) is a relative species of red clover, extremely perennial and also propagates vegetatively by rhizomes. We have applied interspecific hybridization between red clover and zigzag clover for the improvement of persistency. Hybrid plants were obtained through embryo cultures, only nine plants ($2n = 50$) of 217 immature embryos were successfully grown to maturity (Sawai *et al.*, 1990). Then these plants were backcrossed with red clover, and three of them showed partial female fertility, and one plants produced rhizomes. After the chromosome doubling further backcrosses had been done (Sawai *et al.*, 1995). The pollen fertilities restored from 0–4.6 % at BC1 and to 2.3–36.8 % at BC2.

The backcross progenies increased both female and pollen fertility as the backcross generation advanced. Female and pollen fertility of BC4 plants 21 and 65 %, respectively (Fig. 6) and produced mature seeds by honey bees in the field condition (Isobe *et al.*, 2002). The BC4 plants were transplanted on the field and selected for persistency. Then, the selected BC4F1 progenies were selected for seed productivity. Now the BC4F2 progenies have been planted in the field and evaluated their characteristics, especially persistency.

Seed Multiplication and Field Evaluation of Miyako-gusa (*Lotus japonicus*)

Lotus japonicus is a wild perennial herbal legume with a small genome ($2n = 2x = 12$) and a short life cycle. This plant is expected to play

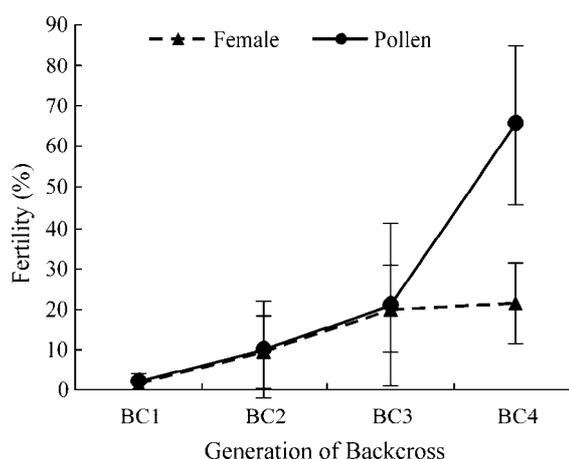


Fig. 6. Female and pollen fertility of the backcross progenies between red clover and zigzag clover.

a role as the model organism of leguminous plants including soybean and forage legumes. This project is supported by Japanese Government, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology and Miyazaki University is the center of this project. Under this project we are in charge of seed multiplication of the recombinant inbred lines (RI's) and evaluation of 108 RI's and 59 ecotypes collected through Japan. Now we are evaluating the traits including flowering and winter hardiness on the field and detecting QTLs using RI's.

New strategies for facilitating breeding programs of forage legumes

International collaborative research with Williams All-Russian Fodder Crop Research Institute. Williams All-Russian Fodder Research Institute (WFRI) and NARCH has developing collaborative relationships more than ten years. We have visited each side and exchange germplasm, and evaluated common materials at both sides. Now we have a collaborative program about QTL analysis of red clover winter hardiness under the International Joint Research for Improvement of Winter Wheat and Forages for Low-temperature Stress in Northern Area. In this project we are developing new breeding materials as follows.

We grow timothy in more than 80 % of pastures in Hokkaido. Timothy has good quality and cold tolerance, however, its regrowth after 1st cutting is poor. On the other hand, red clover shows excellent regrowth in summer. It

Table 3

Traits of selected plants, their original F₂ population and the parental lines

Line/genotype	Spring vigor	Flowering date in spring	Plant vigor at 1st cutting	Flowers per a head	Flowering date in summer	Score of flowering stems
Hokuseki	3.7	6/27	4.3	4.8	8/6	3.5
F ₂	4.5	6/20	4.7	4.7	8/7	2.8
RANNY2	3.7	6/30	3.4	4.4	8/24	1.0
Selected plants						
F2-1-31	6	6/15	7	7	7/27	3
F2-9-25	3	6/16	4	4	8/10	2
F2-13-26	6	6/16	5	6	8/11	2
F2-14-23	6	6/17	6	4	8/13	1
F2-16-17	6	6/17	6	5		0
F2-18-19	7	6/17	7	6	8/10	1
Average of selected plants	5.7	6/16	5.8	5.3	8/8	1.5

Except for flowering date, each index was scored at 1 (low) to 9 (high) scale based on visual observation.

causes depress the regrowth of timothy and after red clover died naked area increases where weed species easily invade.

A Russian cultivar, «Ranny2» which was developed at WFRI, is early flowering in spring, but lower flowering ratio in summer. It has desirable characters for mixture with timothy, which Japanese red clover cultivars do not have. We developed a F₂ population from a cross between «Ranny2» and «Hokuseki», and selected superior plants which shows superior persistency, disease resistance and mild regrowth (Table 3).

Marker-assisted selection. We have now detected some QTLs affecting winter hardiness and flowering time in red clover. In addition to the construction of a high density map, we are planning of detection of QTL using a kind of linkage disequilibrium (LD) mapping. For the purpose of development of useful markers for breeding information in a map from a specific mapping population is not adequate because of lack of polymorphisms. We are growing a large population originated from genetically wide range of germplasm and directly analyzing the relationships between markers and traits, and further interaction among them. We are sure these markers accelerate our breeding program as marker-assisted selection.

New breeding objectives corresponding to the change of farming system. Recently the trends of the decrease of the number of dairy farmers and large scale farming make the number of cattle and the area of pasture per one farmer increase rapidly. In addition economic stagnation and aging of farmers cause large scale machinery, contractor harvest system and delay of pasture renovation. We must consider breeding objectives responding to the change of farmer's and society's background. We started new breeding programs, wheel traffic resistant alfalfa for big harvest machine, extremely early flowering and superior early growth red clover for re-seeding and over-seeding on old pasture.

References

- Isobe S., Sawai A., Yamaguchi H., Gau M., Uchiyama K. Breeding potential of the backcross progenies of a hybrid between *Trifolium medium* × *T. pratense* to *T. pratense* // Can. J. Plant Sci. 2002. V. 82. P. 395–399.
- Isobe S., Klimenko I., Ivashuta S., Gau M., Kozlov N.N. First RFLP linkage map of red clover (*Trifolium pratense* L.) based on cDNA probes and its transferability to other red clover germplasm // Theor. Appl. Genet. 2003. V. 108. P. 105–112.
- Klimenko I., Isobe S., Kozlov N., Razgulayeval N.,

- Ivashuta S. QTL-analysis of Sclerotinia tolerance in red clover mapping population // Intern. workshop "Functional Genomics and Breeding Strategies for Cold Tolerance in Plants 2003.
- Sato R. The resistance mechanism of alfalfa cultivars to Verticillium wilt // Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exptl. Stn. 1985. V. 143. P. 65–74.
- Sawai A., Ueda S., Gau M., Uchiyama K. Interspecific hybrids of *Trifolium medium* L. × 4x *T. pratense* L. obtained through embryo culture // Grassland Sci. 1990. V. 35. P. 267–272.
- Sawai A., Yamaguchi H., Uchiyama K. Fertility and morphology of the chromosome-doubled hybrid *Trifolium medium* × *T. pratense* (Red clover) and backcross progeny // Grassland Sci. 1995. V. 41. P. 122–127.

RESEARCH, BREEDING, VARIETY TESTING AND SEED PRODUCTION OF FIELD CROPS IN THE CZECH REPUBLIC

P. Martinek, J. Spunar

Agrotest, Agricultural Testing, Advisory Services and Research, Ltd., Kromeriz, Czech Republic,
e-mail: spunar@vukrom.cz

The last 15 years in the Czech Republic have been characterized by passing over to the market economy. The majority of Czech agricultural enterprises, breeding stations, seed companies and specialized agricultural research institutes have been privatized or transformed. The development structure in the agriculture manifests the increase in a number of private farmers and decrease in cooperatives and business companies (Ltd., Co. Ltd.). In comparison to the data from the period 2000–2001, private farmers and business companies became a dominant entrepreneurial form. The share of private farmers represents 27.2 % and business companies 44.8 %. Among business companies, joint stock companies (Co. Ltd.) dominate as compared to companies with limited liability (Ltd.). The area of agricultural land cultivated by cooperatives sank under 1 million ha and represents 27 % of total agricultural land. The percentage of agricultural area cultivated by special enterprises (state enterprises, school farms) has fallen and is very low already for a longer period.

The total agricultural production (plant and animal) measured in stable prices was reduced by approximately 36 % in comparison with that in the period from 1989 to 2002. The main reason was the reduction of farmer's prices. The long-term tendency is the opening of price scissors due to dramatic differences between farmer's prices on the one hand and input prices, particularly of machinery, spare parts, and agrochemicals on the other hand. In spite of presented negative tendencies it is possible to state that real wages in agriculture have increased, nevertheless accompanied by the reduction of employee number.

Varieties, seed and plant property law, variety testing and multiplication. The Czech Republic had been preparing for the membership in the European Union (EU) since 1990. Practically all measures and decisions of the Parliament and Government in the area of the variety testing, seed production were adapted to this goal. Already in the year 1995, the law of 'Varieties, seeds and plant property rights' was approved by the Parliament. In spite of the full compatibility of the law with the regulations in the EU, the law was amended in 1999, 2001 and 2003 as new facts came into existence. The Czech Republic became the member of the International Union for the Protection of Varieties (UPOV) and respects the UPOV laws. Foreign companies in the Czech Republic are represented by the Czech subjects or if appropriate they establish own representation which takes care of variety registration, multiplication and collection of royalties. Variety owners protect their interests by means of the **Cooperative of Variety Owners** which collects the remuneration fees from farmers. The Czech Republic is prepared for the further technological development, because there is the interest, particularly of seed companies, to increase the trade with the seeds of the genetically modified organisms (GMO). The trade with GMO is adjusted by the GMO law.

The seed producers in the Czech Republic are represented by 430 registered private subjects. In addition, there are 250 subjects for the area of fruit and ornamental plants and hops. Yearly extent of seed production is estimated at the level of approximately 6 milliard Czech Republic (200 million EUR).

Breeding has a long tradition as Mendel and Proskowetz started the systematic genetic studies and breeding in the second half of the 19th century. At present, many companies are dealing with breeding and seed production of field, fruit, vegetable, hop and ornamental crops. In the territory of the Czech Republic, there are as well as several breeding stations in the property of international breeding and seed companies. The representative body of all breeders and seed producers is the Czech Seed Trade Association (CSTA). This association supports above all increase in the private sector responsibility in official negotiations in the area of the seed certifying. Principal purpose of the seed sector is to offer the seeds of the highest quality at reasonable prices to agricultural producers. The CSTA negotiates for instance the national support for purchase of the certified seeds for the stabilization of the quality of seed production. Particularly, it concerned wheat and barley

because of seedborne diseases. Seed exchange reached 60% in wheat and 50 % in barley in 2003. The multiplication area of the individual crops varied in the last years (1998–2003), although it sank clearly in comparison with the year 1994 (Table 1). The royalties in the Czech Republic are lower (around 50 %) in comparison with Germany and France. For example, wheat royalties reach 2.00 to 4.00 EUR for each 100 kg of seed in the Czech Republic. In Germany, the royalties are 4.31–6.31 EUR and in France 5.05–6.60 EUR.

Nevertheless, there is still very high interest of the foreign companies to penetrate to the Czech market. Table 2 manifests the development in the multiplication of foreign and Czech varieties as for the most important varieties of cereals (wheat and barley). Comparing the years 2000 and 2003, there is a quite clear increase in the multiplication areas with foreign varieties of all cereals, particularly of spring and winter barley. The further development will

Table 1

Development of multiplication area [ha] of most important field crops

Cereal crop	Years						
	1994	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Winter wheat	54180	45111	36652	31916	34536	40379	41441
Spring barley	30667	25517	18426	16886	20656	22615	23841
Winter barley	11623	9211	7516	5137	5298	8798	9474
Rye	4872	3615	1687	1208	1185	1272	1690
Peas	10497	7691	5586	4572	5122	5052	3909
Winter rape	1298	1512	1403	1079	1012	1379	1209

Table 2

Share of foreign and Czech cultivars in the multiplication area of cereals in the Czech Republic (2000–2003)

Cereal crop	Years	Area of cultivation, %	
		Czech varieties	Foreign varieties
Winter wheat	2000	70.4	29.6
	2003	42.2	57.8
Spring wheat	2000	73.4	26.6
	2003	46.6	53.4
Spring barley	2000	55.5	44.5
	2003	27.0	73.0
Winter barley	2000	70.0	30.0
	2003	25.8	74.2

reflect the interests of the processing industry, particularly in malting barley. In spite of the fact that breeding has a long tradition in the Czech Republic, it is more and more difficult to be competitive to the foreign companies, mainly from Germany, France and the Netherlands.

The development of most important crops and the impacts on breeding and seed production. The total area of agricultural land represents in the Czech Republic 4272810 ha. The acreage of arable land sank after the accession to the EU by approximately 15 % and places 2665713 ha. For many years, the cereals have been dominating crops on arable land (around 60 %). In 2004, winter wheat was cultivated on the area of more than 800 000 ha (Table 3). It shows that among cereals winter cereals strongly dominate on nearly 70 % of the total area of cereal crops. Spring barley dominates among spring cereals, although the surfaces planted with corn rise practically each year. The year 2003/04 provided very high yield of cereals. The yields of the individual cereal crops were about 40 % higher compared to the average of the period 2000–2003. The exception was winter wheat and winter rape. Winter wheat proved very high yield stability in contrast to winter rape because of higher winterhardiness. Winter wheat has manifested even very high yield potential. In the official state trials, varieties Globus (D)

and Meritto (Czech Republic) reached yields higher than 15 t·ha⁻¹. As for spring and winter barley, there were dramatic fluctuations in the period 2000–2004 (Table 4). In 2000, spring barley reached the lowest yield because of drought during the vegetation period. The difference between spring and winter barley was 25 % in favour of winter barley. In 2003, winter barley achieved historically the lowest yield, which was around 22 % lower in comparison to spring barley due to extensive winter kill. The yield fluctuations are not caused by climatic changes only. Comparing the Czech Republic and Germany as for spring barley (Fig. 1) and winter wheat (Fig. 2), one can state that till 1990 the yields were comparable or higher, particularly in spring barley. Since 1990, the differences have

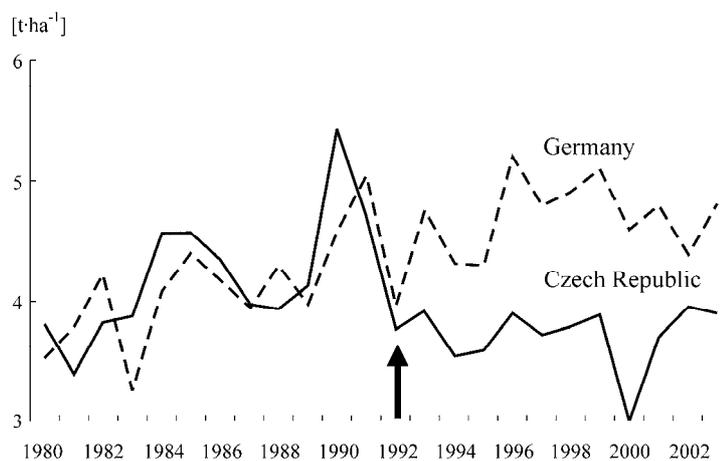


Fig. 1. Comparison of spring barley yields in the Czech Republic and Germany (1980–2003).

Table 3

Comparison of average cereal and winter rape yields in the Czech Republic

Crop	Area of cultivation	Average 1999–2003	2004	Difference	
	1000 ha	t·ha ⁻¹	t·ha ⁻¹	t·ha ⁻¹	%
Winter wheat	801	4.57	5.80	1.2	27
Spring wheat	61	3.30	4.80	1.5	45
Winter barley	115	3.82	5.17	1.4	35
Spring barley	353	3.66	5.07	1.4	39
Rye	59	3.60	4.93	1.3	37
Oat	59	2.93	3.98	1.1	36
Triticale	63	3.81	5.11	1.3	34
Winter rape	254	2.39	3.64	1.3	52

Table 4
Development of spring and winter barley area and yield in the period 1974–2004

Year	Winter barley		Spring barley		Difference	
	[1000 ha]	[t·ha ⁻¹]	[1000 ha]	[t·ha ⁻¹]	[t·ha ⁻¹]	[%]
1974	4	3.5	649	3.9	-0.36	-11
1984	123	5.1	469	4.5	0.53	13
1990	243	6.1	339	5.4	0.62	12
1994	185	4.2	495	3.7	0.47	13
1995	195	4.4	370	3.8	0.62	14
1998	187	4.1	393	3.8	0.31	8
2000	142	4.0	354	3.0	1.00	25
2001	157	4.4	338	3.7	0.70	18
2002	141	3.7	345	4.0	-0.30	-6
2003	98	3.1	450	3.9	-0.80	-22
2004	115	4.5	353	4.2	-0.30	7

been increasing very dramatically. One of the main causes is the considerable reduction in fertilization in the Czech Republic. The fertilization is also very low for calcium. Namely spring barley suffers from the reduced soil fertility and a lack of calcium. On the contrary, at the same time the fertilization in Germany was much higher, particularly as for calcium. In spite of that fact, the Czech Republic manifests better situation than the other East and Central European countries.

As for the other crops, dramatic reduction was recorded in the areas planted with sugar beet and potato in the Czech Republic. In contrast, the cultivated areas of winter rape rose very strongly. Due to the global warming, we expect further changes in the structure of oil crops, particularly sunflower. On the contrary, the traditional crop such as pea stagnates because the yields are on the level of 2.5 t·ha⁻¹ and the cultivated areas have declined in the last years. The pea is not economically competitive to cereals and oil crops.

The agricultural research and variety testing. The specialized agricultural research and breeding institutes were privatized in 1994 and the societies with the limited liability were established. These institutes pursue the research with the national support. The research insti-

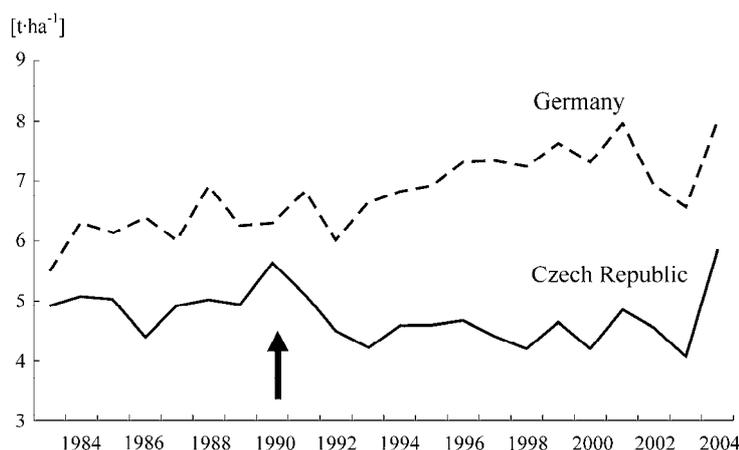


Fig. 2. Comparison of winter wheat yields in the Czech Republic and Germany (1980–2003).

tutes have to participate in the competition, to be successful with research projects and to get the state support in the range from 80 to 100 %. Furthermore, basic and strategic research is financed by the Grant Agency of the Czech Republic or National Agency for the Agricultural Research directly from the national budget. The variety testing is financed and managed by the Ministry of Agriculture.

Winter wheat in the Czech Republic

Assortment of registered varieties of winter wheat. The assortment of the registered varieties comprises 67 winter and 18 spring

wheat *Triticum aestivum* L. varieties (the list valid from 1st October 2004). Only approximately 60 winter wheat and 10 spring wheat varieties are multiplied for farmers. In this assortment, particularly the varieties from Germany, France and the Netherlands have become generally accepted, quite exceptionally the varieties from the other EU states in the last 10 years. The comparison of the years 2000 and 2003 demonstrates the rise of foreign varieties from 29.6 % in 2000 to 57.8 % in 2003 (Table 4). It mostly concerns the varieties with the highest E and A quality such as Ebi, Batis and Ludwig. In 2003, winter wheat experienced the strongest winter kill since 1990. The scores of the winterhardiness lower than 4 are insufficient in years if more severe winter occurs. This disadvantage came to the expression only in the winter 2003. That is why some of the varieties registered in 2003-2005 have not appropriate winterhardiness. Nevertheless, only one Czech variety Meritto with appropriate winterhardiness has been registered in the period 2003–2005.

Market tendency in bread-making and feed wheat. Market prices of bread-making wheat per tone reached 150 EUR in 1997 and 100 EUR in 2002. The current price (2005) is 140 EUR. The prices of bread-making wheat are 10-20 EUR higher than of feed wheat.

Quality characteristics of soft wheat varieties. Wheat quality characteristics are evaluated according to the approved standards that are in accordance with the EU standards. The purchase price of grain is usually assessed not only on the basis of quality, but as well as on

current situation on the market. The purchase of bread-making and biscuit wheat runs according to the approved Czech State Standard 46 1100-2 that determines minimum values required. There were two basic categories of grain quality till 1997: bread-making quality and quality for the other use. After the accession of the Czech Republic to the EU, the methods for grain quality evaluation had to be adapted to the criteria accepted in the EU. Bread-making quality is divided into the three groups (E – elite, A – quality and B – bread quality) (Table 5). The varieties are classified based on detailed analyses and comparison with control varieties by the Central Institute for Supervision and Testing in Agriculture. The criteria can be changed depending on weather conditions of the year. Group C includes wheats that are not acceptable for bread-making purposes. These varieties are usually used for feeding. However, no standards for feeding quality have been set down due to costly and labour-intensive conduct of feeding tests. Particular sections of biscuit wheat (for production of biscuits, waffles, crackers, and others) are not determined by any standard and requirements of the processing industry are included in contracts.

Quality monitoring of winter wheat production in agricultural enterprises. The quality characteristics were investigated at the Institute for the Agricultural Research Kromeriz Ltd. on behalf of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic. For the quality determination about 1000 grain samples of soft wheat were provided by agricultural enterprises lo-

Table 5
Minimal quality requirement for including wheat cultivars
in bread-making groups in the Czech Republic

Quality group	E – elite		A – quality		B – bread quality	
	absolute	relative [9–1]	absolute	relative [9–1]	absolute	relative [9–1]
Loaf volume, ml	549	8	513	6	477	4
Protein content, % (N·5.7)	12.6	6	11.8	4	11.1	2
Sedimentation Zeleny test, ml	47	7	33	5	19	3
Hagberg falling number, s	240	6	200	4	160	2
Volume weight, g·l ⁻¹	790	7	780	6	760	4
Water absorption, %	58.7	7	55.5	5	53.9	4

Each quality index was scored at 1 (low) to 9 (high) scale based on visual observation.
Data from Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (2002–2004).

cated under different soil and climatic conditions. The average values from the year 2004 was recorded that 45% of the samples achieved the minimum level in the raw protein content. Nevertheless, the minimum requirement being 11.5 % is considered to be very low from the point of view of many EU countries. Very positive results were obtained for falling number and sedimentation value from the investigation of the quality in 2000–2004.

Monitoring of the fusarium mycotoxins.

Together with monitoring of wheat quality, investigation of the Fusarium mycotoxin deoxynivalenol (DON) in the samples of wheat, spring barley and rye was accomplished in 2000–2004. The limiting values for DON were set down by the Ministry of Agriculture and health service as follows: in grain $2.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, in flour $1.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ and for child nutrition $0.5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. According to Sykorova *et al.* (2003), DON average content ranged from $0.14 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ in 2000 to $0.36 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ in 2003.

Summary

- Full privatization of agriculture, breeding and seed production was accomplished in the Czech Republic.
- All legal regulations are in conformity with laws and regulations in the EU.
- The national and above all foreign and international companies have large influence on the variety and seed development.
- Seed prices and royalties are about 50% lower in the Czech Republic in comparison with many EU countries, particularly with Germany and France.
- Processing industry strongly influences the variety selection, especially in malting barley.
- The fertilization with N, P, K and Ca nutrients has strongly reduced since 1990 and the negative consequences have begun to express namely in the reduction of yield in all cereals and particularly in spring barley.
- Czech agriculture strongly adjusts the agricultural production to the free-market economy

in all crops, particularly as for the increase in winter rape cultivation. On the contrary, sugar beet and potato exhibited dramatic reduction of cultivation area.

- The global warming positively influenced the increase in the area of sunflower.
- The cultivated area of winter wheat is on the level of 800 000 ha. This surface places 50 % to the cultivated area under cereals and it is characterized by high stability.
- Yields of winter wheat are on the level of 4.5 to $5.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ and winter wheat is the most yielding and most yield-stable crop among cereals.
- There are 4 quality categories of wheat – bread-making, biscuit (biscuits, waffles and crackers), spirit and feeding.
- Bread-making wheat is divided into 3 groups (E – elite, A – quality and B – bread quality) and the wheat unacceptable for bread-making is included in group C.
- The varieties with good bread-making quality (E and A) from both the Czech Republic and other EU countries dominate in the assortment.
- Market prices of bread-making wheat reached 150 EUR/tonne in 1997 and 100 EUR/tonne in 2002. The current price in the year 2005 reaches 140 EUR/tonne.
- The monitoring of quality exhibits high quality parameters for falling number and sedimentation value on one side and low protein content on the other side.

Acknowledgments

The study was supported by project no. MSM 2532885901 from the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

Reference

- Sykorova S., Sip V., Nevrklova Z., Sypecka J. Hajslova J., Hysek J. The survey of Fusarium mycotoxins content in grain of winter wheat cultivars collected from different regions of Czech Republic // Proc. of the 10th Intern. Wheat Genet. Symp., 1–6.9.2003. Paestum, Italy. V. 3. Section 6. P. 1266–1268.

СОВРЕМЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ В АВСТРАЛИИ

Ю.Н. Шавруков

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия
Australian Centre for Plant Functional Genomics, University of Adelaide, Australia,
e-mail: yuri.shavrukov@acpfg.com.au

Специфическое географическое расположение Австралии и размеры этого континента в южном полушарии оказывают существенное влияние на направления селекции растений. Широко распространено заблуждение, что далекий австралийский континент представляется нам зеленым и изобилующим пышной растительностью, это не так. Основная территория материка Австралия представляет собой гигантскую каменистую пустыню, изредка перемежающуюся небольшими оазисами растительности. Лишь адаптированные к таким условиям эвкалипты вносят определенное разнообразие в местный унылый ландшафт. Вся основная сельскохозяйственная деятельность как аборигенов, так и переселенцев организована в относительно узкой «полосе жизни», которая окаймляет весь австралийский континент по периметру. В первую очередь такое распределение сельскохозяйственных растений, а значит и сопутствующей жизни связано со спецификой формирования атмосферных фронтов и количеством выпадающих осадков. Особенность растениеводства Австралии состоит в том, что количество осадков, достаточное для выращивания основных сельскохозяйственных культур, выпадает в виде дождей только в зимний период и в относительно узкой прибрежной зоне. Но даже и в этой зоне осадки выпадают неравномерно, и засушливые периоды могут наносить серьезный урон растениеводству (Richards, 2002). За пределами этой зоны, ближе в центре австралийского континента, незначительные дожди бывают все реже, а в некоторых центральных районах они случаются лишь один–два раза в год. Лишь на севере Австралии (ближе в экватору) формируются особые погодные условия, где в тропической зоне выпадает огромное количе-

ство осадков, что вместе с жарким климатом создает прекрасные условия для развития тропического растениеводства. Экзотические для россиян манго и авокадо, селекцией которых занимаются на нескольких селекционных станциях в тропической зоне Австралии, вносят существенное разнообразие в маркетинг фруктов. Другим тропическим растением можно назвать сахарный тростник, селекция которого направлена в основном на дальнейшее повышение устойчивости лучших местных сортов и форм к вредителям и болезням (Vickers *et al.*, 2005). Коммерческий успех селекции сахарного тростника в Австралии неоспорим – она занимает лидирующее место по производству сахара из тростника во всей Юго-Восточной Азии. Правительство США было вынуждено принять специальный закон, ограничивающий импорт дешевого австралийского сахара для защиты американских производителей.

Главный отпечаток на направления селекции растений для нетропических зон Австралии накладывают засуха и нерегулярность выпадения осадков. Вновь создаваемые сорта основных культур должны выдерживать жаркую погоду при минимуме влаги и нерегулярных осадках. Поэтому жаро- и засухоустойчивость являются основным требованием для коммерческой реализации селекционного материала, в первую очередь злаков (Potgieter *et al.*, 2002; Taylor, 2004). Исключением являются лишь овощеводство, плодоводство и виноградарство, где используют ирригационную систему, но с особой экономией воды (полив осуществляется только капельным методом). Практически все фруктовые сады, виноградники и поля с овощами снабжены пластиковыми трубками, рас-

положенными вдоль рядов, с отверстиями для ирригации под каждое дерево (сады), лозу (виноградники) или по всему ряду (овощи). Разбрызгивание воды любыми способами считается неэффективным, а такой метод – экономически невыгодным и устаревшим.

Исследования селекционеров в области изучения засухоустойчивости, как почвенной, так и воздушной, являются приоритетными, в первую очередь для таких злаков, как пшеница и ячмень, занимающих лидирующее место в растениеводстве Австралии. В этой связи интересно отметить, что созданные в Австралии сорта пшеницы и ячменя – короткостебельные и ультраскороспелые. Это необходимо для того, чтобы максимально избежать неблагоприятного воздействия засухи. Злаки с другим габитусом и другими ростовыми параметрами не выдерживают никакой конкуренции и значительно теряют в урожайности из-за засушливых условий (Unkovich *et al.*, 2003; Vandeleur, Gill, 2004).

Другим лимитирующим фактором является засоление. Количество районов, подверженных засолению, чрезвычайно велико и составляет 30–35 % всех пригодных для растениеводства земель Австралии. Сюда включены области как первичного, так и вторичного засоления, значительный рост которых связан с использованием орошения. Поэтому возможности для выращивания чувствительных к засолению культур, в первую очередь фруктов и многих овощей, уменьшаются в связи с сокращением площадей вследствие засоления почв. Единственный разумный выход в сложившейся ситуации – подбор солеустойчивых культур, а также поиск образцов с повышенной солеустойчивостью у чувствительных к засолению растений (Ali *et al.*, 2004).

Наиболее солеустойчивым злаком в Австралии является ячмень: селекционеры добились у него существенного снижения чувствительности к засолению и поэтому многие сорта выращивают на засоленных почвах при незначительной потере урожая. Именно поэтому практически все изученные нами образцы ячменя австралийской селекции из коллекции ВИР (г. С.-Петербург) обладают повышенной солеустойчивостью.

В программе работы с пшеницей как менее солеустойчивой культурой, а также с чувстви-

тельными к засолению овощами и фруктами селекционеры используют как классические генетико-селекционные приемы, так и современные методы молекулярной генетики и изучение генетического контроля устойчивости к засолению (Munns *et al.*, 2003).

Токсические концентрации некоторых элементов также могут создавать дополнительные проблемы для роста, особенно злаков. Это в первую очередь относится к высокому содержанию в почве бора, – повсеместно распространенному явлению в зонах растениеводства Австралии. Успех кооперации между селекционерами и молекулярными биологами Австралии очевиден и весьма показателен. Селекционерам удалось вывести новые сорта пшеницы и ячменя, в десятки раз более устойчивые к бору, а молекулярные биологи изучили тончайший механизм воздействия этого элемента на растения и идентифицировали гены, контролирующие различные этапы усвоения бора (Nuttall *et al.*, 2005).

Алюминий является специфическим элементом, который проявляет свое токсическое воздействие только в закисленных почвах и при достаточном увлажнении (Zhang *et al.*, 2002). Поэтому изучение его вредного воздействия, а также селекционные работы на устойчивость к алюминию проводят в основном на овощных и фруктовых культурах и виноградниках (Ginting *et al.*, 2004).

Из биотических факторов основное внимание селекционеров обращено на устойчивость к различным типам ржавчины у злаков. Огромное количество всевозможных рас ржавчины было идентифицировано фитопатологами Австралии, а селекционеры пшеницы в этой стране ведут чрезвычайно плодотворную работу по поиску и изучению форм, устойчивых к различным штаммам ржавчины (Bagiana *et al.*, 2001). В результате селекции практически все выведенные сорта пшеницы устойчивы к нескольким типам ржавчины одновременно. Экономический эффект такой работы трудно переоценить, так как урожайность пшеницы в Австралии достаточно высока и за последние годы не отмечено сколько-нибудь существенных эпифитотий (вспышек) развития ржавчины в этой стране.

Финансирование селекционно-генетических работ в Австралии значительно отличается от российского. Главное отличие заключа-

ется в том, что австралийское правительство вообще не финансирует напрямую развитие растениеводческих наук. Все финансирование осуществляется через специальные фонды. Каждый фонд определяет свою политику и приоритеты в исследованиях и коммерциализации результатов в зависимости от собственных нужд (Blakeney, 2002). Самым крупным фондом, естественно, является зерновой фонд, объединяющий селекционеров и производителей пшеницы, ячменя и некоторых других злаков – GRDC (Grains Research and Development Corporation). Средства этого фонда складываются из процента от продажи зерна пшеницы государству и частным компаниям, а ячменя – еще и частным предприятиям, занимающимся производством пива. Излишне говорить, что обе части этого дохода весьма прибыльны, так как Австралия занимает лидирующее место по производству и продаже пшеницы в своем регионе, а спрос на пивоваренный ячмень постоянно растет в связи с увеличением производства выгодного и относительно дешевого пива. Интересно рассмотреть, как же тратит полученные средства указанный выше фонд? В штате фонда GRDC только два человека – директор и секретарь. Все остальные члены руководства являются ассоциированными, т. е. приглашаются лишь на заседания, и финансирование на них не предусмотрено. Один раз в год на специальных заседаниях фонда решается вопрос: какие из поданных проектов поддержать, а какие отклонить. Такая практика существует во многих странах. Разница состоит и в проценте поддерживаемых проектов. Если в России в год поддерживается не более 5–10 % растениеводческих проектов, то австралийский фонд GRDC поддерживает 80–90 % от числа поданных проектов.

Важно отметить, что все проекты, поддерживаемые фондом, должны приносить ему прибыль (иначе, он разорится), но список таких проектов включает как продвинутые селекционные работы, обещающие быстрый практический выход, так и молекулярно-генетические, результат которых можно оценить лишь в будущем, на перспективу. Такие работы должны быть четко обоснованы и оправданы для исполнения целей и задач фонда. Ярким примером такого перспективного финансирования растениеводческих проектов является небольшой, но достаточно богатый фонд по

виноградарству и виноделию (GWRDC – Grape and Wine Research and Development Corporation). Фонд небольшой, так как несмотря на бурный рост производства дешевых и качественных вин в Австралии, число производителей винограда относительно невелико по сравнению с производителями пшеницы. В то же время этот фонд обладает значительными финансовыми ресурсами, так как экспорт вин занимает третью позицию из всей сельскохозяйственной продукции (после производства пшеницы и шерсти) в бюджете Австралии. Поэтому этот фонд финансирует не только проекты, направленные на непосредственное улучшение показателей ягод винограда, формирующих цвет, запах и вкус будущего вина, но и на долгосрочные проекты, связанные с молекулярно-генетическими исследованиями. Так, например, фонд финансирует проекты по идентификации и картированию генов, контролирующих устойчивость к мучнистой росе, а также генов, определяющих качество ягод винограда при созревании (Liu *et al.*, 2003).

Необходимо особо подчеркнуть, что все проекты по селекции растений направлены в конечном счете на потребителя. Понятно, что в случае с пшеницей потребителем выступают крупные хлебопекарные предприятия, в случае с ячменем и виноградом – производители пива и вина соответственно. Индивидуальный потребитель выражает свое мнение по поводу растительной продукции в основном на рынках и в супермаркетах, выбирая, в основном, овощи и фрукты. Именно эта область селекции растений в Австралии чрезвычайно отзывчива на любые настроения индивидуального покупателя, а селекция овощей и фруктов пытается удовлетворить самому «изоэтреному» вкусу. После того как производители садовой клубники, почувствовав падение спроса на свою продукцию, выяснили, что крупная отборная клубника теряет вкус и запах, а вместе с ними – и покупателя, фонд ягодных культур (Strawberry Industry Advisory Committee, Horticulture Australia) немедленно предпринял срочные шаги по финансированию селекционных работ не на увеличение размера ягоды клубники, а на отбор форм с нежным вкусом и ощутимым запахом. Ягоды новых сортов клубники сразу понравились потребителю, и фонд решил продолжать финансирование работ в данном направлении.

Другим интересным примером может служить привычный для россиян изюм. Вообще, следует отметить, что селекция и производство столового винограда в Австралии чрезвычайно разнообразны и по запросам потребителей направлены в основном на бескосточковые формы. Помимо свежего столового винограда, в Австралии чрезвычайно распространен и популярен изюм. Для производства изюма подходят строго определенные сорта очень сладкого бескосточкового винограда, эти работы финансируются особым фондом сухофруктов (Dried Fruit, Horticulture Australia). Если российские сухофрукты используются, в лучшем случае, для приготовления компотов, то в Австралии такие сухофрукты, и особенно изюм, потребляют везде: его едят в транспорте, на стадионах, в кафе, в кинотеатрах и даже на светских приемах, что является показателем хорошего качества и вкуса продукта. Однако исследованиями фонда сухофруктов было отмечено, что многим потребителям не нравится темный цвет, который изюм приобретает в процессе сушки. В результате данный фонд принимает беспрецедентное решение – финансировать 25 % своих средств на несколько проектов, направленных на изучение и получение нетемнеющего, «светлого» изюма. Все эти примеры указывают на чрезвычайную эффективность и оперативность финансирования селекционных работ растений на конкурсной основе через фонды.

В заключение хочу заметить, что австралийская селекция растений проделала, возможно, не такой длительный по времени, но весьма плодотворный и эффективный путь, и растениеводческие и селекционные работы в Австралии являются, с каким-то смыслом, отражением экономических успехов. Ведь селекция растений является важной и неотъемлемой частью развития экономики в любой стране.

Литература

Ali R., Hatton T., George R., Byrne J., Hodgson G. Evaluation of the impacts of deep open drains on groundwater levels in the wheatbelt of Western Australia // *Austral. J. Agric. Res.* 2004. V. 55, N 11. P. 1159–1171.

- Bariana H.S., Hayden M.J., Ahmed N.U., Bell J.A., Sharp P.J., McIntosh R.A. Mapping of durable adult plant and seedling resistances to stripe rust and stem rust diseases in wheat // *Austral. J. Agric. Res.* 2001. V. 52, N 11/12. P. 1247–1255.
- Blakeney M. Intellectual property, biological diversity, and agricultural research in Australia // *Austral. J. Agric. Res.* 2002. V. 53, N 2. P. 127–147.
- Ginting S., Johnson B.B., Wilkens S. Testing the ability of organic ligands and plant materials to reduce the toxic effects of aluminium in soils // *Austral. J. Agric. Res.* 2004. V. 55, N 1. P. 13–24.
- Liu S.M., Sykes S.R., Clingeleffer P.R. Improved *in ovulo* embryo culture for stenospermocarpic grapes (*Vitis vinifera* L.) // *Austral. J. Agric. Res.* 2003. V. 54, N 9. P. 869–876.
- Munns R., Rebetzke G.J., Husain S., James R.A., Hare R.A. Genetic control of sodium exclusion in durum wheat // *Austral. J. Agric. Res.* 2003. V. 54, N 7. P. 627–635.
- Nuttall J.G., Armstrong R.D., Connor D.J. The effect of boron tolerance, deep ripping with gypsum, and water supply on subsoil water extraction of cereals on an alkaline soil wheat // *Austral. J. Agric. Res.* 2005. V. 56, N 2. P. 113–122.
- Potgieter A.B., Hammer G.L., Butler D. Spatial and temporal patterns in Australian wheat yield and their relationship with ENSO // *Austral. J. Agric. Res.* 2002. V. 53, N 1. P. 77–89.
- Richards R.A. Current and emerging environmental challenges in Australian agriculture – the role of plant breeding // *Austral. J. Agric. Res.* 2002. V. 53, N 8. P. 881–892.
- Taylor G.B. Effect of temperature and state of hydration on rate of imbibition in soft seeds of yellow serradella // *Austral. J. Agric. Res.* 2004. V. 55, N 1. P. 39–45.
- Unkovich M., Blott K., Knight A., Mock I., Rab A., Portelli M. Water use, competition, and crop production in low rainfall, alley farming systems of south-eastern Australia // *Austral. J. Agric. Res.* 2003. V. 54, N 8. P. 751–762.
- Vandeleur R.K., Gill G.S. The impact of plant breeding on the grain yield and competitive ability of wheat in Australia // *Austral. J. Agric. Res.* 2004. V. 55, N 8. P. 855–861.
- Vickers J.E., Grof C.P. L., Bonnett G.D., Jackson P.A., Morgan T.E. Effects of tissue culture, biolistic transformation, and introduction of PPO and SPS gene constructs on performance of sugarcane clones in the field // *Austral. J. Agric. Res.* 2005. V. 56, N 1. P. 57–68.
- Zhang X.G., Jessop R.S., Ellison F. Differential responses to selection for aluminium stress tolerance in triticale // *Austral. J. Agric. Res.* 2002. V. 53, N 12. P. 1295–1303.

V. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

МикроРНК РАСТЕНИЙ

Н.А. Омелянчук, Т.Н. Кузнецова, А.В. Катохин

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, e-mail: nadya@bionet.nsc.ru

Регуляция активности генов растений осуществляется на уровне транскрипции, сплайсинга мРНК, трансляции и деградации белков. В последнее время в эту регуляторную сеть был включен новый компонент: регуляция, осуществляемая микроРНК (миРНК) (Bartel, 2004). миРНК – это одноцепочечные РНК длиной 20–24 нуклеотида (Ambros *et al.*, 2003), которые комплементарно или частично комплементарно связываются с мРНК и приводят к ее разрушению (Llave *et al.*, 2002) или ингибированию трансляции с этой мРНК (Chen, 2003). У растений миРНК играют важную роль в установлении сложной пространственной и временной регуляции активности генов, необходимой для развития организма, и наряду с этим участвуют в ряде процессов функционирования на взрослой стадии.

Первые миРНК у растений были открыты путем клонирования малых РНК у арабидопсиса, представленных большим числом разновидностей (Reinhart *et al.*, 2002). Среди этих малых РНК миРНК выделяются в отдельный класс в силу следующих характеристик (Bartel, 2004):

1. Они относятся к малым РНК эндогенного происхождения и кодируются генами, локализованными в участках генома, обособленных от ранее аннотированных генов.

2. В процессе биогенеза они образуются из РНК-предшественника, обладающего специфичной шпилечной структурой.
3. Последовательности миРНК и соответствующих сайтов взаимодействия с мРНК-мишенями, как правило, консервативны.

Данные о последовательностях зрелых миРНК, их предшественниках и локализации их генов аккумулируются в базе данных RFAM (Ambros *et al.*, 2003; Griffiths-Jones *et al.*, 2003) (<http://www.sanger.ac.uk/Software/Rfam/mirna/search.shtml>). На настоящий момент описаны 116 миРНК у арабидопсиса, 173 у риса, 64 у сорго и 40 у кукурузы. У каждого из этих видов есть гены миРНК, кодирующие абсолютно идентичные или различающиеся по одной или двум заменам зрелые миРНК. Гомологичные миРНК-гены образуют семейство паралогичных миРНК-генов, кодирующих соответственно семейство гомологичных миРНК. Члены одного семейства различаются буквой, приписываемой к названию семейства, например, *ath-miR169a* и *ath-miR169b*.

Гены, кодирующие миРНК растений, расположены в межгенных промежутках и достаточно удалены от белок-кодирующих генов, что указывает на то, что они транскрибируются независимо (Bartel B., Bartel D.,

2003, Parizotto *et al.*, 2004). Для гена *miR171* арабидопсиса показано наличие промотора (Parizotto *et al.*, 2004). Высокая тканеспецифичность экспрессии этой миРНК и способность промотора гена *miR171* к экспрессии мРНК репортерного белка GFP говорит о том, что транскрипция с этого промотора осуществляется РНК полимеразой II. На то, что РНК полимеразы II является основной, если не единственной РНК полимеразой, транскрибирующей гены миРНК, указывает также кэпирование и полиаденилирование полноразмерных транскриптов ряда миРНК и их нахождение среди EST (Expressed Sequence Tags). Для ряда транскриптов миРНК выявлен альтернативный сплайсинг (Aukerman, Sakai 2003; Kurihara, Watanabe, 2004).

После транскрипции генов миРНК РНК-молекулы, называемые прай-миРНК (pri-miRNA), проходят несколько стадий созревания (биогенеза) до зрелой миРНК. Прай-миРНК дает начало следующему миРНК-предшественнику – пре-миРНК (pre-miRNA), обладающему характерной шпильчатой вторичной структурой (Reinhart *et al.*, 2002). Зрелые миРНК длиной 20–24 нуклеотида получают в результате процессинга пре-миРНК. Долгое время механизм биогенеза миРНК растений оставался неясным из-за того, что прай-миРНК и пре-миРНК практически не выявлялись нозерн-блот-гибридизацией из-за кратковременности этих стадий созревания (Reinhart *et al.*, 2002; Kurihara, Watanabe, 2004). Созревание миРНК происходит под действием РНКазы III типа DCL1 (DICER-LIKE1) (Kurihara, Watanabe, 2004). Сначала из прай-миРНК вырезается по основанию шпильчатой структуры длинная пре-

миРНК (рис.). Затем из длинной пре-миРНК вырезается короткая пре-миРНК и формируется будущий 3'-конец зрелой миРНК. На третьей, последней, стадии биогенеза короткая пре-миРНК расщепляется по 5'-концу зрелой миРНК. Образовавшиеся дуплексы миРНК : миРНК* имеют на 3'-конце одноцепочечный выступ в 2 или 3 нуклеотида, который является характерным признаком расщепления РНКазой III типа. Длина стеблевой части двухцепочечной РНК между сайтами расщепления составляет, как правило, 21 нуклеотид. Последняя стадия созревания миРНК заключается в разделении дуплекса и включении зрелой одноцепочечной миРНК в состав особых белковых комплексов, выполняющих с этого момента функцию или разрушения соответствующей мРНК, или ингибирования её трансляции.

Клонирование и секвенирование RT-PCR продуктов фрагментов расщепления прай-миРНК163 показало, что три сайта расщепления для DCL1 не являются идентичными по первичной последовательности (Kurihara, Watanabe, 2004). Белок DCL1 имеет несколько функционально значимых доменов: N-концевой геликазный домен, центральный РНК-связывающий PAZ-домен, два РНКазы III каталитических домена, один или два домена, связывающих двухцепочечную РНК, и домен с неизвестной функцией (Cerutti *et al.*, 2000; Carmell, Hannon, 2004; Zhang *et al.*, 2004). DCL1 функционирует как мономер и имеет лишь один центр, осуществляющий расщепление, образующийся путем внутримолекулярной димеризации двух его РНКазы III-доменов (Zhang *et al.*, 2004). Роль некоторых доменов DCL1 была исследована

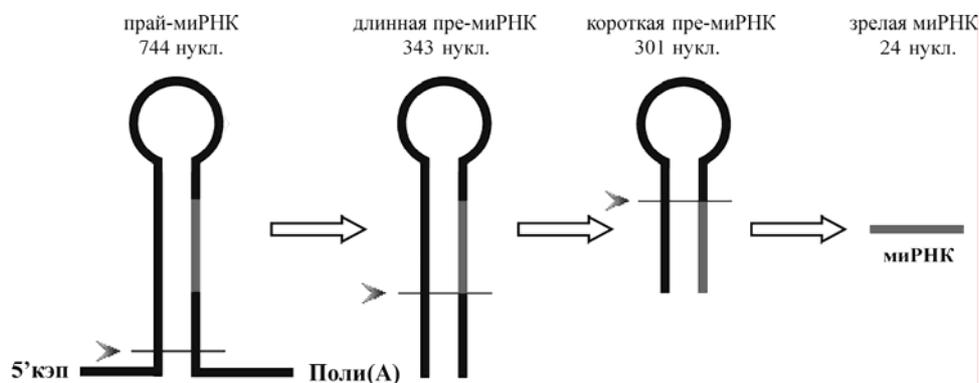


Рис. Биогенез миРНК растений на примере MIR163 (по: Kurihara, Watanabe, 2004).

дована при изучении биогенеза миРНК у мутантов по этому гену, кодирующему DCL1. Мутант *dcl1-7* имеет аминокислотную замену в РНК-геликазном домене (Schauer *et al.*, 2002), а мутант *dcl1-9* характеризуется инсерцией в районе, кодирующем один из доменов, связывающих двухцепочечную РНК (Jacobsen *et al.*, 1999; Schauer *et al.*, 2002). В обоих мутантах отсутствовал 5'-продукт расщепления прай-миРНК163 и содержалось меньшее количество по сравнению с диким типом короткой пре-миРНК163 и зрелой миРНК163 (Kurihara, Watanabe, 2004). Позиции всех трех сайтов расщепления прай-миРНК163 были одинаковыми в диком типе и *dcl1-7* мутанте, но были другими в *dcl1-9* мутанте. У *dcl1-9* позиции первых двух сайтов были смещены к петле, хотя размер интервала в 21 нуклеотид между ними сохранялся. Предполагается, что белок у мутантов *dcl1-9* неправильно распознает позицию сайта расщепления из-за того, что в нем в результате мутации нарушен домен связывания с двухцепочечной РНК. У мутантов *dcl1-9* также не удалось идентифицировать третий сайт расщепления, возможно, потому, что в отличие от дикого типа стеблевой отрезок, ведущий к этому сайту, короче, чем 21 нуклеотид (Kurihara, Watanabe, 2004).

Процессинг миРНК у растений в большей степени определяется фланкирующими последовательностями, нежели нуклеотидной последовательностью самой зрелой миРНК (Parizotto *et al.*, 2004). Последовательность зрелой MIR171 в прай-миРНК была заменена на 21-нуклеотидную последовательность, комплементарную фрагменту мРНК белка GFP. Такая прай-миРНК успешно процессировалась и ингибировала экспрессию своего гена-мишени. В геноме *Arabidopsis thaliana* было идентифицировано 4 паралогичных гена для DICER-подобных белков, три из которых вовлечены в процессинг двухцепочечных РНК, имеющих различное происхождение (Schauer *et al.*, 2002). DCL1 расщепляет предшественник миРНК (Park *et al.*, 2002; Reinhart *et al.*, 2002). DCL2 участвует в формировании коротких интерференционных РНК из вирусов растений (Xie *et al.*, 2004), а DCL3 вовлечен в образование эндогенных коротких интерференционных РНК (Xie *et al.*, 2004).

Наряду с DCL1 биогенез зрелой миРНК растений требует активности еще двух локализованных в ядре белков HEN1 и HYL1, имеющих домены связывания с двухцепочечной РНК (Park *et al.*, 2002; Reinhart *et al.*, 2002; Boutet *et al.*, 2003; Han *et al.*, 2004; Vazquez *et al.*, 2004). Мутации в генах *DCL1*, *HEN1* или *HYL1* уменьшают количество зрелой миРНК и увеличивают количество пре-миРНК, что приводит к аномалиям развития растений. Причем фенотипические эффекты мутаций во всех трех генах очень похожи. Белок HYL1 преимущественно локализован в ядре, хотя в некоторых клетках он находится и в ядре, и в цитоплазме (Han *et al.*, 2004). В биогенезе миРНК растений задействован еще один белок, HASTY, который является ортологом EXPORTIN-5 животных и, по-видимому, вовлечен в экспорт зрелой миРНК из ядра в цитоплазму (Bollman *et al.*, 2003; Yi *et al.*, 2003; Lund *et al.*, 2004).

миРНК в цитоплазме находятся в составе РНК-белкового комплекса, который был назван miRNP-комплексом (Mourelatos *et al.*, 2002). miRNP-комплекс сходен, если не идентичен с комплексом RISC (РНК-induced silencing complex), направляющим расщепление мРНК при РНК-интерференции (Hutvagner, Zamore, 2002; Mourelatos *et al.*, 2002). Когда миРНК направляют расщепление мРНК, они ведут себя как короткие интерференционные РНК (киРНК) в составе RISC, и это расщепление также ингибируется микроокковой нуклеазой, которая подавляет активность RISC и может ингибироваться репрессорами интерференции, такими, как вирусный фактор P1/HC-Pro (Kasschau *et al.*, 2003; Tang *et al.*, 2003). В настоящее время общепотребительным является название RISC для миРНК-содержащего белкового комплекса (Bartel, 2004). В случае выявления различий между RISC, связанными с миРНК или киРНК, они называются соответственно miRISC и siRISC (Lee *et al.*, 2004).

Все охарактеризованные RISC содержат по крайней мере один белок из семейства ARGONAUTE (Bartel, 2004; Meister *et al.*, 2004; Nelson *et al.*, 2004). Белки семейства ARGONAUTE содержат домены PAZ и PIWI (Cerutti *et al.*, 2000). PAZ-домен способен связывать как одноцепочечную, так и двухцепочечную РНК (Lingel *et al.*, 2003;

Song *et al.*, 2003). Эта дуальная способность предполагает, что белок ARGONAUTE, по всей вероятности, взаимодействует с миРНК до и после момента связывания миРНК с мРНК-мишенью. У арабидопсиса из десяти белков семейства ARGONAUTE наиболее изученным является AGO1, компонент RISC. Показано, что у гипоморфных мутантов по гену *AGO1* отмечено увеличение количества мРНК-мишеней без существенных изменений в количестве миРНК, а у мутантов с нуль-аллелем *AGO1* наблюдается дестабилизация некоторых миРНК (Vaucheret *et al.*, 2004). AGO1 участвует также в сайленсинге (подавлении экспрессии) генов, опосредованном киРНК (Bohmert *et al.*, 1998; Fagard *et al.*, 2000; Kidner, Martienssen, 2004; Vaucheret *et al.*, 2004). Что касается функции других белков семейства ARGONAUTE у арабидопсиса, то появились отдельные работы, продемонстрировавшие участие AGO4 в транспозон-инициированном созревании киРНК, а также в направляемой ими модификации хроматина (Zilberman *et al.*, 2003; Chan *et al.*, 2004).

Функционирование RISC напрямую связано с характером комплементарного взаимодействия миРНК с мРНК-мишенью. При достаточно большой комплементарности RISC расщепляет мишень примерно в центре дуплекса миРНК–сайт связывания; если же миРНК только отдельными своими частями вступает в комплементарные взаимодействия с сайтом связывания в мРНК-мишени, то запускается механизм трансляционной репрессии (Hutvagner, Zamore, 2002; Doench *et al.*, 2003; Zeng *et al.*, 2003; Bartel, 2004). К настоящему моменту у растений выявлены только случаи значительной комплементарности миРНК к сайту связывания и во всех этих случаях показано, что миРНК направляют специфическую эндонуклеазную активность RISC комплекса (Llave *et al.*, 2002; Kasschau *et al.*, 2003; Palatnik *et al.*, 2003; Xie *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2004; Floyd, Bowman, 2004; Jones-Rhoades, Bartel, 2004; Mallory *et al.*, 2004b; Vazquez *et al.*, 2004). Известен только один случай подавления трансляции у растений – это взаимодействие MIR172 и мРНК гена *APETALA2* (Aukerman, Sakai 2003; Chen, 2004). При этом MIR172 практически полностью комплементарна своему сайту связывания в мРНК гена *APETALA2*. Из 21

нуклеотида MIR172 только два не образуют комплементарную пару с сайтом связывания.

Мутации миРНК, при которых нарушается комплементарное спаривание нуклеотидов центральной или 5'-части миРНК с сайтом связывания, имеют гораздо более сильные последствия в виде ослабления функции миРНК *in vivo*, чем мутации в её 3'-районе (Mallory *et al.*, 2004b; Parizotto *et al.*, 2004). Сканирование точечными мутациями сайта связывания MIR165/166 с мРНК гена *PHV* выявило, что для его функционирования требуется комплементарность к участку с 3-го по 9-й нуклеотид миРНК. Исследование локализации некомплементарных областей в других экспериментально проверенных дуплексах миРНК–мРНК показало, что реже всего встречается некомплементарность по позициям, соответствующим нуклеотидам миРНК с 3-й по 10-ю позицию (Mallory *et al.*, 2004b).

С помощью программы RNAhybrid (<http://bibiserv.techfak.uni-bielefeld.de/mahybrid/submission.html>) мы промоделировали вторичную структуру 49 экспериментально подтвержденных дуплексов миРНК–мРНК арабидопсиса (Llave *et al.*, 2002; Kasschau *et al.*, 2003; Palatnik *et al.*, 2003; Tang *et al.*, 2003; Xie *et al.*, 2003; Achard *et al.*, 2004; Chen *et al.*, 2004; Floyd, Bowman, 2004; Han *et al.*, 2004; Jones-Rhoades, Bartel, 2004; Mallory *et al.*, 2004a; Mallory *et al.*, 2004b; Vazquez *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004). Мы подсчитали число случаев некомплементарности, G:U взаимодействий, ассиметричных петель, формируемых мРНК в сайте связывания, привязывая эти нарушения некомплементарности к позициям нуклеотидов в миРНК (табл.). Моделирование вторичной структуры дуплексов миРНК–мРНК показало, что некомплементарными к сайту могут быть концевые первый, второй, девятнадцатый, двадцатый и двадцать первый нуклеотиды миРНК и внутренние – пятый, седьмой, одиннадцатый, с тринадцатого по пятнадцатый, семнадцатый и восемнадцатый нуклеотиды, которые при неспаривании с соответствующими нуклеотидами мРНК формируют симметричные петли. Наиболее часто миРНК некомплементарна к сайту на 3'-конце или в районе четырнадцатого нуклеотида. Причем петля может быть динуклеотидной, в ней участвуют вместе с 14-м нуклеотидом или

Таблица

Число случаев нарушения некомплементарности
в моделях вторичной структуры 49 экспериментально доказанных дуплексов
миРНК–мРНК арабидопсиса

Тип	Позиции в миРНК от 5'-конца																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
НК	7	2			1		2				1		1	12	3		2	2	5	24	26
G:U	6	1				2	4	4					2	1	7	1	6		2	4	
АСП*					2		1	6													

* Нуклеотид, перед которым формируется асимметричная петля со стороны мРНК в миРНК–мРНК дуплексе.
НК – некомплементарность, G:U – гуанин–урацил взаимодействия, АСП – асимметричные петли, формируемые мРНК в дуплексе.

тринадцатый или пятнадцатый нуклеотид. В менее устойчивые гуанин–урацил взаимодействия могут вступать первый, второй, шестой, седьмой, восьмой, с тринадцатого по семнадцатый, девятнадцатый и двадцатый нуклеотиды. мРНК в дуплексе формируют асимметричные петли на позициях между четвертым и пятым, шестым и седьмым, седьмым и восьмым нуклеотидами миРНК.

Таким образом, исследуемые модели вторичной структуры дуплексов показали, что третий, четвертый, девятый, десятый и двенадцатый нуклеотиды миРНК являются позициями обязательного комплементарного связывания с мРНК. Для шестого и шестнадцатого нуклеотидов комплементарность может быть заменена G:U спариванием. Свободная энергия экспериментально подтвержденных дуплексов миРНК–мРНК равна или ниже – 32,2 ккал/мол.

миРНК после расщепления одной молекулы мРНК-мишени остается интактной и способной направлять узнавание и расщепление других молекул (Tang *et al.*, 2003). Показано, что после расщепления мРНК-мишени с помощью миРНК у арабидопсиса к 5'-фрагменту со стороны его 3'-конца присоединяется от одного до девяти уридинов (Shen, Goodman, 2004), таким образом, присутствие на 3'-конце олигоуридинов есть признак миРНК-направленного расщепления. Известно, что 5'-фрагмент мРНК после расщепления разрушается быстрее, чем 3'-фрагмент (Llave *et al.*, 2002; Souret *et al.*, 2004), и его распад более интенсивно идет с 5'-конца (Shen, Goodman, 2004).

Первые миРНК растений были экспериментально выявлены и охарактеризованы в 2002 г. в результате целенаправленного поиска РНКазы-III-расщепленных продуктов размером 20–24 нуклеотида у *A. thaliana* (Reinhart *et al.*, 2002). В дальнейшем эффективность поиска новых миРНК была значительно повышена применением компьютерных методов (Bartel, 2004; Bonnet *et al.*, 2004; Jones-Rhoades, Wang *et al.*, 2004). Как было описано выше, подавляющее большинство миРНК растений направляют процесс расщепления мРНК-мишеней, образуя почти совершенные дуплексы с ними. Это свойство миРНК растений позволяет с высокой надежностью предсказывать их мРНК-мишени с помощью традиционных методов компьютерного выявления участков нуклеотидной гомологии (Rhoades *et al.*, 2002; Bartel B., Bartel D., 2003; Dugas, Bartel, 2004). В первой работе по предсказанию мишеней для миРНК растений было сформулировано, что обнаружение в мРНК участка с непрерывной и почти полной комплементарностью (не более 3 неспаренных нуклеотидов) к какой-либо миРНК указывает на то, что эта мРНК представляет собой потенциальную мишень для этой миРНК. В качестве дополнительного свидетельства использовалось обнаружение в ортологах у риса последовательностей, идентичных предсказанным сайтам связывания (Rhoades *et al.*, 2002). Допущение прерывности комплементарности сайта связывания к какой-либо миРНК (наличия до 5 неспаренных нуклеотидов) наряду с обязательным требованием эволю-

ционной консервативности сайта связывания повышает чувствительность этого алгоритма с целью предсказания мишеней миРНК растений (Jones-Rhoades, Bartel, 2004). Похожий подход был реализован для предсказания новых консервативных мРНК-мишеней для вновь выявленных миРНК арабидопсиса (Bonnet *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004). Прямые эксперименты, показавшие расщепление большинства предсказанных мРНК-мишеней (Llave *et al.*, 2002; Bonnet *et al.*, 2004; Jones-Rhoades, Bartel, 2004; Wang *et al.*, 2004), в целом подтверждают продуктивность описанного подхода для растений (Bartel, 2004; Dugas, Bartel, 2004).

Экспрессия миРНК может контролироваться гормонами. Было показано, что абсцизовая кислота регулирует экспрессию MIR393 (Sunkar, Zhu, 2004), гиббереллин – экспрессию MIR159 (Achari *et al.*, 2004), а ауксин – экспрессию MIR164 (Guo *et al.*, 2005). С другой стороны, миРНК могут контролировать ответ на гормоны. Мишенью MIR164 является мРНК для белка NAC1, одного из белков, осуществляющих путь передачи ауксинового сигнала, необходимого для развития латеральных корней (Xie *et al.*, 2000, 2002). Через 6 часов после обработки ауксином незначительно (всего в 1,5 раза) увеличивается уровень MIR164, но это приводит к значительному снижению уровня мРНК для NAC1 и, соответственно, ослаблению ауксинового сигнала (Guo *et al.*, 2005). NAC1 действует в цепи передачи ауксинового сигнала после белка TIR1, экспрессия которого, в свою очередь, находится под контролем MIR393 (Jones-Rhoades, Bartel, 2004). мРНК других факторов ответа на ауксин являются мишенями MIR160 и MIR167 (Rhoades *et al.*, 2002; Kasschau *et al.*, 2003).

Мишенями для миРНК являются гены, контролирующие протеолиз, процессы передачи сигналов, метаболизм, транспорт ионов, стрессовый ответ и другие важные процессы в растении (Dugas, Bartel, 2004; Sunkar, Zhu, 2004). Значительной частью мишеней являются мРНК, кодирующие транскрипционные факторы (Rhoades *et al.*, 2002). Экспериментальные данные, накопленные к настоящему времени, позволяют утверждать, что в большинстве случаев миРНК осуществляют постраскрипцион-

ную регуляцию активности генов при образовании новых типов клеток в ходе развития организма, ингибируя активность негативных регуляторов, препятствовавших преждевременной дифференцировке родительской клетки. Таким образом, мутации по миРНК или по генам, контролирующим их созревание, приводят к задержке дифференцировки новых типов клеток в ходе онтогенеза. Мутации в сайтах связывания миРНК в генах-мишенях, ведущие к конститутивной экспрессии их мРНК, или конститутивная экспрессия самих миРНК-генов приводят к ускоренному появлению этих типов клеток.

Для описания функций миРНК необходимо ввести два термина: мутации ПФ и мутации УФ. ПФ-мутации – это мутации, приводящие к потере или снижению функции гена. В литературе на английском языке им соответствует термин «loss-of-function mutations». УФ-мутации – это мутации, приводящие к увеличению функции гена. В литературе на английском языке им соответствует термин «gain-of-function mutations». Конститутивная экспрессия миРНК-генов приводит к снижению уровня мРНК-мишени, и такие растения являются фенкопиями ПФ-мутантов по гену-мишени. Растения с мутацией в сайте связывания миРНК являются УФ-мутантами гена-мишени. Приведем несколько примеров установленных случаев регуляции экспрессии генов с помощью миРНК у растений.

MIR164 регулирует образование границы между дифференцирующимися и недифференцирующимися клетками в меристеме побега и цветка (Laufs *et al.*, 2004). Установление такой границы контролируется транскрипционными факторами семейства NAC, белками CUC1 и CUC2. мРНК этих генов являются мишенями для MIR164. Растения с повышенной экспрессией MIR164 являются фенкопиями двойных ПФ-мутантов *cus1 cus2*, т. е. имеют неотделенные (полностью или частично) семядоли и органы в цветке (Aida *et al.*, 1997; Laufs *et al.*, 2004; Malloy *et al.*, 2004a). Растения с мутациями в сайте связывания MIR164 в гене CUC2 или с уменьшенной экспрессией MIR164 имеют увеличенную пролиферацию клеток на границах органов. Таким образом, MIR164 разрушает транскрипты CUC1 и CUC2 в дочерних клетках при их дифференцировке, огра-

ничивая тем самым пространственный паттерн экспрессии этих генов и пролиферацию клеток. Растения с мутациями в сайте связывания MIR164 в гене *CUC1* (Mallory *et al.*, 2004a) имеют аномалии развития зародыша, вегетативного побега и цветка, включая аномальную ориентацию семядолей, уменьшение длины черешков розеточных листьев и изменение формы этих листьев, увеличение числа лепестков и уменьшение числа чашелистиков. О сложной тканеспецифичной регуляции миРНК-генов говорят эксперименты с *miR164*. Конститутивная экспрессия *miR164b*, увеличивающая уровень зрелой MIR164 в 9 раз, приводит к фенотипу, сходному с фенотипом двойных ПФ-мутантов *cuc1 cuc2* (Aida *et al.*, 1997; Mallory *et al.*, 2004a). У растений наблюдается частичное сращение черешков семядолей и тычинок и частичное или полное сращение чашелистиков. 10-кратное увеличение экспрессии MIR164b в корнях имеет следствием снижение уровня мРНК для NAC1 и уменьшение числа латеральных корней. Снижение же уровня MIR164 в растении в 15 раз у нулевых мутантов по *miR164b-1* не сказывалось на уровне CUC1 и CUC2 и не меняло фенотип надземной части растения. Однако у этих мутантов был повышен уровень мРНК для NAC1 в корнях и увеличено число латеральных корней.

Две гомологичные миРНК, MIR165 и MIR166, контролируют развитие листа у арабидопсиса путем негативной регуляции активности HD-ZIP-генов *PHB*, *PHV* и *REV* (Tang *et al.*, 2003; Floyd, Bowman, 2004). Некоторые доминантные мутации разрушают сайты связывания этих миРНК (Emery *et al.*, 2003; Mallory *et al.*, 2004b). В результате мутации в сайте связывания миРНК транскрипт *PHB* накапливается в молодых зачатках листа, в то время как в нормальном растении мРНК *PHB* в зачатках листа представлена на низком уровне, который повышается по мере развития листа на адаксиальной его части и в клетках сосудистой системы (McConnell *et al.*, 2001). Важной особенностью сайтов связывания в мРНК HD-ZIP-генов является то, что они найдены лишь в сплайсированной мРНК генов *PHB*, *PHV* или *REV*, но не в геномной ДНК (Emery *et al.*, 2003; Mallory *et al.*, 2004b). Это связано с тем, что сайт связывания миРНК формиру-

ется в этих мРНК в результате сплайсинга: одна половина предсказанного сайта связывания находится на 3'-конце 4-го экзона, а другая – на 5'-конце 5-го экзона.

MIR159 регулирует переход к цветению при коротком дне и развитие пыльников (Achard *et al.*, 2004). Мишенями для MIR159 являются мРНК транскрипционных факторов семейства GAMYB. Эти транскрипционные факторы участвуют в активации гиббереллинами гена *LEAFY* и в регуляции развития пыльников. Увеличение уровня MIR159 вызывает уменьшение количества транскрипта гена *LEAFY*, задержку цветения при коротком дне и нарушает развитие пыльников. Уровень MIR159 регулируется гиббереллинами через подавление функционирования белков DELLA. Последовательность MIR159 и такой способ регуляции ее активности гиббереллинами эволюционно консервативны. Другие миРНК арабидопсиса также регулируют развитие различных органов растения (Aukerman, Sakai, 2003; Palatnik *et al.*, 2003; Chen, 2004). Многие миРНК участвуют в реакции растения на стрессовые изменения в окружающей среде (Jones-Rhoades, Bartel, 2004; Sunkar, Zhu, 2004).

О роли миРНК в развитии растений говорит то, что нулевые *dcl1*-мутанты являются эмбриональными летальными (Schauer *et al.*, 2002). Ненулевые *dcl1*-мутанты и мутанты по генам *HEN1*, *HYL1* и *AGO1*, также контролирующим созревание миРНК, имеют сходные аномалии развития листьев и цветков (Robinson-Beers *et al.*, 1992; Jacobsen *et al.*, 1999; Chen *et al.*, 2002; Han *et al.*, 2004; Kidner, Martienssen, 2004; Vaucheret *et al.*, 2004; Vazquez *et al.*, 2004). Среди миРНК арабидопсиса есть такие, которые регулируют активность генов в генной сети созревания миРНК, т. е. формируют в ней отрицательные обратные связи. MIR162 имеет сайт связывания в мРНК *DCL1* (Xie *et al.*, 2003), а MIR168 расщепляет мРНК *AGO1* (Vaucheret *et al.*, 2004). Трансгенные растения с мутацией в сайте связывания MIR168 в мРНК *AGO1* имеют значительно повышенный уровень этой мРНК, низкий уровень зрелых миРНК и аномалии развития, сходные с таковыми у мутантов по генам *DCL1*, *HEN1*, и *HYL1*.

Последовательности многих зрелых миРНК арабидопсиса, как и сайты их связывания, консервативны у риса и других расте-

ний (Park *et al.*, 2002; Reinhart *et al.*, 2002; Bartel B., Bartel D., 2003; Palatnik *et al.*, 2003). Из исследованных 23 семейств миРНК арабидопсиса экспрессия 11 семейств была выявлена у голосеменных, и 8 семейств экспрессировались у папортников (Axtell, Bartel, 2005). мРНК ортологов HD-ZIP-генов у различных наземных растений, включая мхи, папортники и лишайники, расщепляются своими миРНК по тому же сайту связывания, по которому MIR165 и MIR166 расщепляют мРНК этих генов у арабидопсиса (Floyd, Bowman 2004). Таким образом, регуляция активности некоторых ортологических белковых семейств с помощью ортологических миРНК одинакова у нецветковых и цветковых растений, т. е. имеет древнее происхождение и осталась неизменной за счет консервативности самих миРНК и их сайтов связывания в течение более чем 400 миллионов лет (Floyd, Bowman, 2004; Axtell, Bartel, 2005). Консервативность некоторых миРНК и их сайтов связывания у риса и арабидопсиса указывает на то, что образование генов этих миРНК произошло до разделения однодольных и двудольных растений, т. е. около 150 млн лет назад.

До настоящего момента не найдены ортологи миРНК между растениями и животными (Poethig, 2001; Meyerowitz, 2002; Bartel, 2004). миРНК растений отличаются от таковых у животных. Главное отличие заключается в размере и структуре пре-миРНК. Их размер у растений более вариабельный и сами пре-миРНК длиннее. Максимальная длина пре-миРНК у арабидопсиса – 377 нуклеотидов (Jones-Rhoades, Bartel, 2004). Вторичная структура пре-миРНК растений может быть сложнее, чем таковая у животных (Reinhart *et al.*, 2002; Bartel B., Bartel D., 2003). Длина терминальной петли в пре-миРНК варьирует от 20 до 75 нуклеотидов (Wang *et al.*, 2004). Растительные пре-миРНК в отличие от таковых у животных консервативны только на участке последовательности зрелой миРНК (Rhoades *et al.*, 2002). Кроме того, мРНК-мишени у растений, как правило, имеют один сайт связывания миРНК, комплементарный одному семейству миРНК, расположенный, как правило, в белок-кодирующей области мРНК. У растений, в отличие от животных, биогенез зрелой миРНК полностью происходит в ядре

(Schauer *et al.*, 2002; Papp *et al.*, 2003; Denti *et al.*, 2004). Эти различия наряду с отсутствием данных о консервативности миРНК между растениями и животными позволяют предполагать независимое возникновение миРНК-генов в каждой из этих многоклеточных линий.

Недавно было высказано предположение, что гены миРНК образуются в результате инвертированных дупликаций последовательностей их генов-мишеней (Allen *et al.*, 2004). На это указывает комплементарность 5'- и 3'-концов пре-миРНК, создающих основной скелет её шпилечной структуры. Участок гена, способный к формированию в транскрипте шпилечной структуры, может образовываться в результате инвертированной дупликации. Тогда транскрипты из области дупликации становятся субстратом для DICER с последующим их включением в RISC. В результате этого RISC будет содержать смысловую и антисмысловую киРНК. Этот ген будет подвергаться усиленной негативной регуляции. Негативной регуляции будут подвергаться также гены, ему гомологичные. Если это окажется эволюционно выгодно, то дальнейшее развитие пойдет по пути сохранения шпилечной структуры в транскрипте и большей адаптации последнего к процессам биогенеза миРНК. Таким образом, появившиеся ранее в эволюции миРНК-гены и зрелые миРНК должны быть консервативны у многих видов, иметь несколько паралогов в геноме, а в последовательностях, фланкирующих зрелые миРНК в пре-миРНК, должны отсутствовать протяженные области гомологии к другим генам в геноме. Более поздние миРНК, наоборот, не имеют ортологов у родственных видов и паралогов в геноме и имеют протяженные области гомологии к своему гену-мишени. Большинство пре-миРНК арабидопсиса имеют ортологи у риса и паралоги в своем геноме и не имеют протяженных областей гомологии к другим генам в геноме. Тем не менее две миРНК, MIR161 и MIR163, не имеют ортологов и паралогов, а их пре-миРНК имеют области гомологии к генам, кодирующим белки с пентатрикопептидными повторами (MIR161) и S-аденозилметионинзависимыми метилтрансферазами (MIR163), т. е. имеют признаки инвертированных дупликаций. Это позволяет предполагать, что гены, кодирующие миРНК у растений, про-

изошли с помощью инвертированных дупликаций генных последовательностей их мишеней (Allen *et al.*, 2004).

Таким образом, миРНК представляют собой малого размера молекулы одноцепочечных РНК, выполняющие значимые функции у растений. миРНК на основе комплементарного спаривания с матричной РНК осуществляют негативную регуляцию активности генов, необходимую для формирования пространственно-временного паттерна их экспрессии.

Авторы приносят благодарность Ю.А. Куреевой и В.В. Мироновой за помощь в подготовке текста. Обзор был подготовлен в соответствии с исследованиями, проводимыми по Госконтракту с Федеральным агентством по науке и инновациям «Идентификация перспективных мишеней действия новых лекарственных препаратов на основе реконструкции генных сетей» приоритетно направления «Живые системы».

Литература

- Achard P., Herr A., Baulcombe D., Harberd N. Modulation of floral development by a gibberellin-regulated microRNA // *Development*. 2004. V. 131. P. 3357–3365.
- Aida M., Ishida T., Fukaki H., Fujisawa H., Tasaka M. Genes involved in organ separation in Arabidopsis: an analysis of the cup-shaped cotyledon mutant // *Plant Cell*. 1997. V. 9. P. 841–857.
- Allen E., Xie Z., Gustafson A., Sung G., Spatafora J., Carrington J. Evolution of microRNA genes by inverted duplication of target gene sequences in Arabidopsis thaliana // *Nat. Genet*. 2004. V. 36. P. 1282–1290.
- Ambros V., Bartel B., Bartel D., Burge C., Carrington J., Chen X., Dreyfuss G., Eddy S., Griffiths-Jones S., Marshall M., Matzke M., Ruvkun G., Tuschl T. A uniform system for microRNA annotation // *RNA*. 2003. V. 9. P. 277–279.
- Aukerman M., Sakai H. Regulation of flowering time and floral organ identity by a microRNA and its APETALA2-like target genes // *Plant Cell*. 2003. V. 15. P. 2730–2741.
- Axtell M., Bartel D. Antiquity of microRNAs and their targets in land plants // *Plant Cell*. 2005. V. 17. [Epub ahead of print].
- Bartel B., Bartel D. MicroRNAs: at the root of plant development? // *Plant Physiol*. 2003. V. 132. P. 709–717.
- Bartel D. MicroRNAs: Genomics, biogenesis, mechanism, and function // *Cell*. 2004. V. 116. P. 281–297.
- Bohmert K., Camus I., Bellini C., Bouchez D., Caboche M., Benning C. AGO1 defines a novel locus of Arabidopsis controlling leaf development // *EMBO J*. 1998. V. 17. P. 170–180.
- Bollman K., Aukerman M., Park M., Hunter C., Berardini T., Poethig R. HASTY, the Arabidopsis ortholog of exportin 5/MSN5, regulates phase change and morphogenesis // *Development*. 2003. V. 130. P. 1493–1504.
- Bonnet E., Wuyts J., Rouze P., Peer Y van de. Detection of 91 potential conserved plant microRNAs in Arabidopsis thaliana and Oryza sativa identifies important target genes // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2004. V. 101. P. 11511–11516.
- Boutet S., Vazquez F., Liu J., Beclin C., Fagard M., Gratias A., Morel J., Crete P., Chen X., Vaucheret H. Arabidopsis HEN1: A genetic link between endogenous miRNA controlling development and siRNA controlling transgene silencing and virus resistance // *Curr. Biol*. 2003. V. 13. P. 843–848.
- Carmel M., Hannon G. RNase III enzymes and the initiation of gene silencing // *Nat. Struct. Mol. Biol*. 2004. V. 11. P. 214–218.
- Cerutti L., Mian N., Bateman A. Domains in gene silencing and cell differentiation proteins: the novel PAZ domain and redefinition of the Piwi domain // *Trends Biochem. Sci*. 2000. V. 25. P. 481–482.
- Chan S., Zilberman D., Xie Z., Johansen L., Carrington J., Jacobsen S. RNA silencing genes control de novo DNA methylation // *Science*. 2004. V. 303. P. 1336.
- Chen X. A microRNA as a translational repressor of APETALA2 in Arabidopsis flower development // *Science*. 2004. V. 303. P. 2022–2025.
- Chen X., Liu J., Cheng Y., Jia D. HEN1 functions pleiotropically in Arabidopsis development and acts in C function in the flower // *Development*. 2002. V. 129. P. 1085–1094.
- Denti M., Boutla A., Tsagris M., Tabler M. Short interfering RNAs specific for potato spindle tuber viroid are found in the cytoplasm but not in the nucleus // *Plant J*. 2004. V. 37. P. 762–769.
- Doench J., Petersen C. Sharp P. siRNAs can function as mi RNAs // *Genes Dev*. 2003. V. 17. P. 438–442.
- Dugas D., Bartel B. MicroRNA regulation of gene expression in plants // *Curr. Opin. Plant Biol*. 2004. V. 7. P. 512–520.
- Emery J., Floyd S., Alvarez J., Eshed Y., Hawker N., Izhaki A., Baum S., Bowman J. Radial patterning of Arabidopsis shoots by class III HD-ZIP and KANADI genes // *Curr. Biol*. 2003. V. 13. P. 1768–1774.

- Fagard M., Boutet S., Morel J.B., Bellini C., Vaucheret H. AGO1, QDE-2, and RDE-1 are related proteins required for post-transcriptional gene silencing in plants, quelling in fungi, and RNA interference in animals // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2000. V. 97. P. 11650–11654.
- Floyd S., Bowman J. Ancient microRNA target sequences in plants // *Nature*. 2004. V. 428. P. 485–486.
- Griffiths-Jones S., Bateman A., Marshall M., Khanna A., Eddy S. Rfam: an RNA family database // *Nucl. Acids Res.* 2003. V. 31. P. 439–441.
- Guo H., Xie Q., Fei J., Chua N. MicroRNA164 directs NAC1 mRNA cleavage to downregulate auxin signals for lateral root development // *Plant Cell*. 2005. V. 17. [Epub ahead of print].
- Han M., Goud S., Song L., Fedoroff N. The Arabidopsis double-stranded RNA-binding protein HYL1 plays a role in microRNA-mediated gene regulation // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2004. V. 101. P. 1093–1098.
- Hutvagner G., Zamore P. A microRNA in a multiple-turnover RNAi enzyme complex // *Science*. 2002. V. 297. P. 2056–2060.
- Jacobsen S., Running M., Meyerowitz E. Disruption of an RNA helicase/RNase III gene in Arabidopsis causes unregulated cell division in floral meristems // *Development*. 1999. V. 126. P. 5231–5243.
- Jones-Rhoades M., Bartel D. Computational identification of plant microRNAs and their targets, including a stress-induced miRNA // *Mol. Cell*. 2004. V. 14. P. 787–799.
- Kasschau K., Xie Z., Allen E., Llave C., Chapman E., Krizan K., Carrington J. P1/HC-Pro, a viral suppressor of RNA silencing, interferes with Arabidopsis development and miRNA function // *Dev. Cell*. 2003. V. 4. P. 205–217.
- Kidner C., Martienssen R. Spatially restricted microRNA directs leaf polarity through ARGONAUTE1 // *Nature*. 2004. V. 428. P. 81–84.
- Kurihara Y., Watanabe Y. Arabidopsis micro-RNA biogenesis through Dicer-like 1 protein functions // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2004. V. 101. P. 12753–12758.
- Laufs P., Peaucelle A., Morin H., Traas J. MicroRNA regulation of the CUC genes is required for boundary size control in Arabidopsis meristems // *Development*. 2004. V. 131. P. 4311–4322.
- Lee Y., Nakahara K., Pham J., Kim K., He Z., Sontheimer E., Carthew R. Distinct roles for Drosophila Dicer-1 and Dicer-2 in the siRNA/miRNA silencing pathways // *Cell*. 2004. V. 117. P. 69–81.
- Lingel A., Simon B., Izaurralde E., Sattler M. Structure and nucleic-acid binding of the Drosophila Argonaute 2 PAZ domain // *Nature*. 2003. V. 426. P. 465–469.
- Llave C., Xie Z., Kasschau K., Carrington J. Cleavage of Scarecrow-like mRNA targets directed by a class of Arabidopsis miRNA // *Science*. 2002. V. 297. P. 2053–2056.
- Lund E., Guttinger S., Calado A., Dahlberg J., Kutay U. Nuclear export of microRNA precursors // *Science*. 2004. V. 303. P. 95–98.
- Mallory A., Dugas D., Bartel D., Bartel B. MicroRNA regulation of NAC-domain targets is required for proper formation and separation of adjacent embryonic, vegetative, and floral organs // *Curr. Biol*. 2004a. V. 14. P. 1035–1046.
- Mallory A., Reinhart B., Jones-Rhoades M., Tang G., Zamore P., Barton M., Bartel D. MicroRNA control of PHABULOSA in leaf development: importance of pairing to the microRNA 5' region // *EMBO J*. 2004b. V. 23. P. 3356–3364.
- McConnell J., Emery J., Eshed Y., Bao N., Bowman, J., Barton M. Role of *PHABULOSA* and *PHAVOLUTA* in determining radial patterning in shoots // *Nature*. 2001. V. 411. P. 709–713.
- Meister G., Landthaler M., Patraniowska A., Dorsett Y., Teng G., Tuschl T. Human Argonaute2 mediates RNA cleavage targeted by miRNAs and siRNAs // *Mol. Cell*. 2004. V. 15. P. 185–197.
- Meyerowitz E. Plants compared to animals: the broadest comparative study of development // *Science*. 2002. V. 295. P. 1482–1485.
- Mourelatos Z., Dostie J., Paushkin S., Sharma A., Charroux B., Abel L., Rappsilber J., Mann M., Dreyfuss G. MiRNPs: a novel class of ribonucleoproteins containing numerous microRNAs // *Genes Dev*. 2002. V. 16. P. 720–728.
- Nelson P., Hatzigeorgiou A., Mourelatos Z. MiRNP:mRNA association in polyribosomes in a human neuronal cell line // *RNA*. 2004. V. 10. P. 387–394.
- Palatnik J., Allen E., Wu X., Schommer C., Schwab R., Carrington J., Weigel D. Control of leaf morphogenesis by microRNAs // *Nature*. 2003. V. 425. P. 257–263.
- Papp I., Mette M., Aufsatz W., Daxinger L., Schauer S., Ray A., van der Winden J., Matzke M., Matzke A. Evidence for nuclear processing of plant micro RNA and shortinterfering RNA precursors // *Plant Physiol*. 2003. V. 132. P. 1382–1390.
- Parizotto E., Dunoyer P., Rahm N., Himber C., Voinnet O. *In vivo* investigation of the transcription, processing, endonucleolytic activity, and functional relevance of the spatial distribution of a plant miRNA // *Genes Dev*. 2004. V. 18. P. 2237–2242.
- Park W., Li J., Song R., Messing J., Chen X. CARPEL FACTORY, a Dicer homolog, and HEN1, a novel protein, act in microRNA metabolism in Arabidopsis thaliana // *Curr. Biol*. 2002. V. 12. P. 1484–1495.

- Poethig R. Life with 25,000 genes // *Genome Res.* 2001. V. 11. P. 313–316.
- Reinhart B., Weinstein E., Rhoades M., Bartel B., Bartel D. Micro-RNAs in plants // *Genes Dev.* 2002. V. 16. P. 1616–1626.
- Rhoades M., Reinhart B., Lim L., Burge C., Bartel B., Bartel D. Prediction of plant microRNA targets // *Cell.* 2002. V. 110. P. 513–520.
- Robinson-Beers K., Pruitt R., Gasser C. Ovule development in wild-type *Arabidopsis* and two female-sterile mutants // *Plant Cell.* 1992. V. 4. P. 1237–1249.
- Schauer S., Jacobsen S., Meinke D., Ray A. DICER-LIKE1: blind men and elephants in *Arabidopsis* development // *Trends Plant Sci.* 2002. V. 7. P. 487–491.
- Shen B., Goodman H. Uridine addition after microRNA-directed cleavage // *Science.* 2004. V. 306. P. 997.
- Song J., Liu J., Tolia N., Schneiderman J., Smith S., Martienssen R., Hannon G., Joshua-Tor L. The crystal structure of the Argonaute2 PAZ domain reveals an RNA binding motif in RNAi effector complexes // *Nat. Struct. Biol.* 2003. V. 10. P. 1026–1032.
- Souret F., Kastenmayer J., Green P. AtXRN4 degrades mRNA in *Arabidopsis* and its substrates include selected miRNA targets // *Mol. Cell.* 2004. V. 15. P. 173–183.
- Sunkar R., Zhu J. Novel and stress-regulated microRNAs and other small RNAs from *Arabidopsis* // *Plant Cell.* 2004. V. 16. P. 2001–2019.
- Tang G., Reinhart B., Bartel D., Zamore P. A biochemical framework for RNA silencing in plants // *Genes Dev.* 2003. V. 17. P. 49–63.
- Vaucheret H., Vazquez F., Crete P., Bartel D. The action of ARGONAUTE1 in the miRNA pathway and its regulation by the miRNA pathway are crucial for plant development // *Genes Dev.* 2004. V. 18. P. 1187–1197.
- Vazquez F., Gascioli V., Crete P., Vaucheret H. The nuclear dsRNA binding protein HYL1 is required for microRNA accumulation and plant development, but not posttranscriptional transgene silencing // *Curr. Biol.* 2004. V. 14. P. 346–351.
- Wang J., Zhou H., Chen Y., Luo Q., Qu L. Identification of 20 microRNAs from *Oryza sativa* // *Nucl. Acids Res.* 2004. V. 32. P. 1688–1695.
- Xie Q., Frugis G., Colgan D., Chua N. Arabidopsis NAC1 transduces auxin signal downstream of TIR1 to promote lateral root development // *Genes Dev.* 2000. V. 14. P. 3024–3036.
- Xie Q., Guo H.S., Dallman G., Fang S., Weissman A., Chua N. SINAT5 promotes ubiquitin-related degradation of NAC1 to attenuate auxin signals // *Nature.* 2002. V. 419. P. 167–170.
- Xie Z., Johansen L., Gustafson A., Kasschau K., Lellis A., Zilberman D., Jacobsen S., Carrington J. Genetic and functional diversification of small RNA pathways in plants // *PLoS Biol.* 2004. V. 2. P. 642–652.
- Xie Z., Kasschau K., Carrington J. Negative feedback regulation of Dicer-like1 in *Arabidopsis* by microRNA and guided mRNA degradation // *Curr. Biol.* 2003. V. 13. P. 784–789.
- Yi R., Qin Y., Macara I., Cullen B. Exportin-5 mediates the nuclear export of pre-microRNAs and short hairpin RNAs // *Genes Dev.* 2003. V. 17. P. 3011–3016.
- Zeng Y., Yi R., Cullen B. Micro RNAs and small interfering RNAs can inhibit mRNA expression by similar mechanisms // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2003. V. 100. P. 9779–9784.
- Zilberman D., Cao X., Jacobsen S. ARGONAUTE4 control of locus-specific siRNA accumulation and DNA and histone methylation // *Science.* 2003. V. 299. P. 716–719.
- Zhang H., Kolb F., Jaskiewicz L., Westhof E., Filipowicz W. Single processing center models for human Dicer and bacterial RNase III // *Cell.* 2004. V. 118. P. 57–68.

МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ПО СОРТАМ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

В.В. Альт

Сибирский физико-технический институт аграрных проблем СО РАСХН,
Новосибирская обл., п. Краснообск, e-mail: fti@sibfti.ru

Роль сорта в повышении продуктивности растениеводства трудно переоценить. Одновременно следует отметить, что подбор сортов как для решения задач селекции, так и для сельскохозяйственных товаропроизводителей – задача, которая, как правило, решается на основе эвристических знаний и интуиции. С целью формализации поиска сорта с заданными показателями предлагается использовать информационную модель развития растения (Альт, 1998). Анализ информационных потоков информационной модели, характеризующих развитие растений и возможные изменения условий при этом, позволил сформулировать гипотезу о единстве информационных потоков, характеризующих как элементы растения (корень, стебель и колос), так и растение в целом. Эта гипотеза была проверена при создании в СибФТИ экспертной системы «Патоген» (Березина и др., 1998) и определителя болезней, вредителей и сорняков злаковых колосовых (Болезни..., 1997).

Совместный анализ информационных потоков развития растения и описания сорта на примере яровой пшеницы Новосибирская 89 позволил систематизировать информационные потоки и составляющие описания. Применение информационных технологий предусматривает не только использование ранее известной (исторической) информации (в виде баз данных), но и получение новой (в виде баз знаний) с использованием средств измерения, обработки и управления. Включение экспертных систем и систем искусственного интеллекта в состав управляющего звена позволяет перейти к управлению объектом (машина, почва, растение, животные, соци-

ально-экономические отношения и т. д.) не по отклонению какого-то из параметров или группы параметров от принятой нормы, а в соответствии с функцией назначения объекта управления и ограничениями, накладываемыми экологической обстановкой, сезонным характером работ, взаимным влиянием составляющих объекта, характером воздействия внешних факторов на объект управления.

На современном этапе строгая формализация накопленных агрономических знаний затруднена, так как применение строгих методов математики в агротехнике требует глубокого изучения явлений и процессов. Создание модели описания сорта предопределяется исторически сложившейся практикой выбора характеристик и показателей, описывающих тот или иной вид культивируемых растений. В качестве примера коллективом под руководством П.Л. Гончарова разработана структура такого описания яровой пшеницы (табл.).

В настоящее время под руководством Н.А. Сурина разрабатывается модель описания сортов ячменя. На первом этапе этой работы разработана классификационная схема характеристик ячменя на основе описания селекционных достижений (рис.).

Как правило, основные агроприемы входят в практику растениеводства ранее, нежели для них будут получены приемлемые математические описания. В данное время отсутствуют математические модели, выражающие вклад совокупности агроприемов в производственный процесс. В соответствии с этим форма представления накопленных агро-

Таблица

Пример описания сорта мягкой яровой пшеницы

Мягкая яровая пшеница Новосибирская 89	
Автор	Лубнин А.Н.
Организация	СибНИИРС
Год	1993
Цель выведения	Скороспелее Новосибирской 67 на 1–2 дня; устойчивость к полеганию выше стандарта; более засухоустойчивая; более высокая устойчивость к болезням; должна обладать свойствами сильной пшеницы
Стандарт	Новосибирская 67
Метод создания	Межсортовая гибридизация, двукратный индивидуальный отбор
Исходный материал	Московская 21 × Саратовская 29
Экологическая группа	Лесостепная, степная
Зона районирования	Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский регионы
Ботаническая характеристика	
Разновидность	Лютесценс
Форма куста	Прямостоячий
Стебель (толщина, прочность, выплнность соломины)	Средней толщины, полый
Лист (опушение, восковой налет, окраска)	Опушение среднее, слабый восковой налет, окраска пепельно-зеленая
Характеристика сорта по величине листьев в период колошения (широколиственный, промежуточный или узколиственный)	
Колос в период полной спелости (форма, тип, окраска, длина, плотность)	Веретеновидный, белый, средней плотности
Колосковая чешуя в средней трети колоса (размер, форма, нервация, зубец, форма и величина плеча, выраженность кия)	Овально-удлиненная, нервация выражена слабо, зубец короткий, плечо приподнято, среднее, киль выражен сильно
Зерно (крупность по объему, опушенность основания зерна, форма, окраска, характер бороздки)	Среднее по размеру, основание опушенное, полуудлиненной формы, красное, бороздка неглубокая
Другие морфологические признаки сорта	
Биологические особенности	
Вегетационный период, дни	
от всходов до хоз. Спелости	Среднеспелый
от посева до полных всходов	10–13
от полных всходов до начала кущения	11–12
от кущения до выхода в трубку	10–11
от выхода в трубку до колошения	18–21
от полного колошения до хоз. Спелости	29–43
Высота растений, см	75–95
Длина стебля от 1-го узла до последнего, см	45–55
Продуктивная кустистость, шт.	1,08–1,20
Число зерен в колосе, шт.	24,5–31,0
Остистость (длина и расположение в средней части колоса, характер, окраска ости)	Безостый

Продолжение таблицы

Устойчивость к абиотическим факторам среды		
Полегание, балл (1–9)	7	
Осыпание, балл (1–9)	3	
Прорастание на корню, балл (1–9)	7	
Засуха, балл (1–9)	7	
Поражение болезнями:	Конкурсное сортоиспытание	Искусственное заражение
стеблей и листьев		
Бурая ржавчина, %	35	65/4
Жёлтая ржавчина, %		
Мучнистая роса, %	0,8	15–25
колоса		
Пыльная головня, %	0	3,2–44,5
Устойчивость к скрытостеблевым вредителям	Средняя	
Хозяйственные признаки (свойства)		
Урожайность, т/га	3,0–3,5	
Выход зерна, %	74	
Натура зерна, г/л	805	
Масса 1000 зерен, г	27,0–40,3	
Стекловидность, %	82	
Содержание сырой клейковины, %	28,0–40,5	
Содержание сырого протеина, %	15–17	
Показатель альвеографа (W), дж	493	
Валориметрическая оценка, %	64	
Число падения, с	412	
Пористость хлеба, % балл	4,5	
Объёмный выход хлеба, мл	495	
Общая оценка качества, балл	4,1	
Требования к агротехнике		
Тип почвы	Выщелоченный чернозем	
Особенности возделывания	Оптимальный срок сева 15–18 мая, отзывчив на предшественники: пар, бобовые, минеральные удобрения. Может дать высокие урожаи при малых нормах посева	
Нормы посева, млн семян/га	5,6–6	
Сроки посева	15–18 мая	
Пригодность к механизированной уборке	Пригоден к механизированной уборке, интенсивным технологиям возделывания, зерно – к промышленной переработке	
Вымолачиваемость зерна, балл	7	
Особенности семеноводства	Предпочтительно использование индивидуально-семейственного отбора вследствие наличия в сорте близких типов растений по степени поникания колоса: слабопоникающие – 45 %, непоникающие – 55 %	
Предпочтительные зоны семеноводства	Лесостепь Западной и Восточной Сибири, Северного Казахстана	

Окончание таблицы

Недостаток сорта	Затруднен в незначительной мере вымолот зерна по сравнению со стандартом Новосибирская 67
Коммерческая ценность	Более высокая по сравнению со стандартом выживаемость растений к моменту уборки, большее число продуктивных стеблей на 1 м ² , более укороченный вегетационный период. Полевая устойчивость к бурой ржавчине, мучнистой росе, засухе и полеганию. Отличные технологические и хлебопекарные качества зерна
Экономический эффект	По сравнению со стандартом прибавка урожая на 0,1–0,7 т/га, содержание клейковины выше стандарта на 2–3 % за счет устойчивости к прорастанию на корню и в валках

номических знаний о сортах и технологиях возделывания сельскохозяйственных культур может быть: а) отражающей связи между элементами технологии; б) единой для всех сельскохозяйственных культур; в) понятной специалистам различных областей знаний и, в первую очередь, агрономам, экономистам и математикам; г) легко модифицируемой и допускающей возможность перехода на алгоритмические языки современных ЭВМ.

Извлечение знаний с целью их использования является непосредственной подготовкой к структурированию знаний и включает:

- составление словаря терминов и набора ключевых слов (проводится текстуальный анализ всех протоколов сеансов извлечения знаний, выписываются все знакомые слова, обозначающие понятия, явления, процессы, предметы, действия, признаки и т. п.);
- выявление объектов и понятий (формируется полный систематический набор терминов из какой-либо области знаний);
- выявление связей между понятиями;
- выявление метапонятий и детализация понятий (структурирование понятий – высокий уровень обобщения и детализация на более низком уровне обобщения);
- построение пирамиды знаний (повышение уровня абстракции – обобщенности понятий);
- определение отношений (причинно-следственные, лингвистические, временные и др.).

После структурирования знаний и установления логических связей между объектами необходимо построить логическую модель информационной базы данных (ИБД) и создать прототип. Основные этапы создания ИБД заключаются в следующем:

- идентификация проблемы (определяется участниками процесса проектирования), их роли, источники знаний, вычислительные средства, объем финансирования; составляется неформальное (вербальное) описание решаемой проблемы, включающее общую характеристику проблемы, выделение подпроблем, определение объема информационного фонда, относящегося к решаемой проблеме;
- установление возможного круга пользователей;
- сбор и систематизация имеющейся научно-технической информации по рассматриваемой предметной области;
- структуризация знаний;
- выбор программной продукции;
- обоснование и/или выбор состава задачи расчетного или иного характера для включения в ИБД;
- выбор способов ввода и привязка графических объектов, представленных в виде графических файлов, к текстовым фрагментам записей;
- создание экспериментального варианта ИБД и его испытания.

Практическое использование базы данных предопределяет, что пользователь, исходя из своих потребностей, формирует целевую функцию (дерево цели). Формирование целевой функции выбора и поиска нужного сорта, как правило, строится в виде дерева: урожайность → устойчивость к болезням → качество зерна → зона районирования и т. д. Дерево целевой функции выбора сорта может быть построено на основе информации, составляющей пять видов инфор-

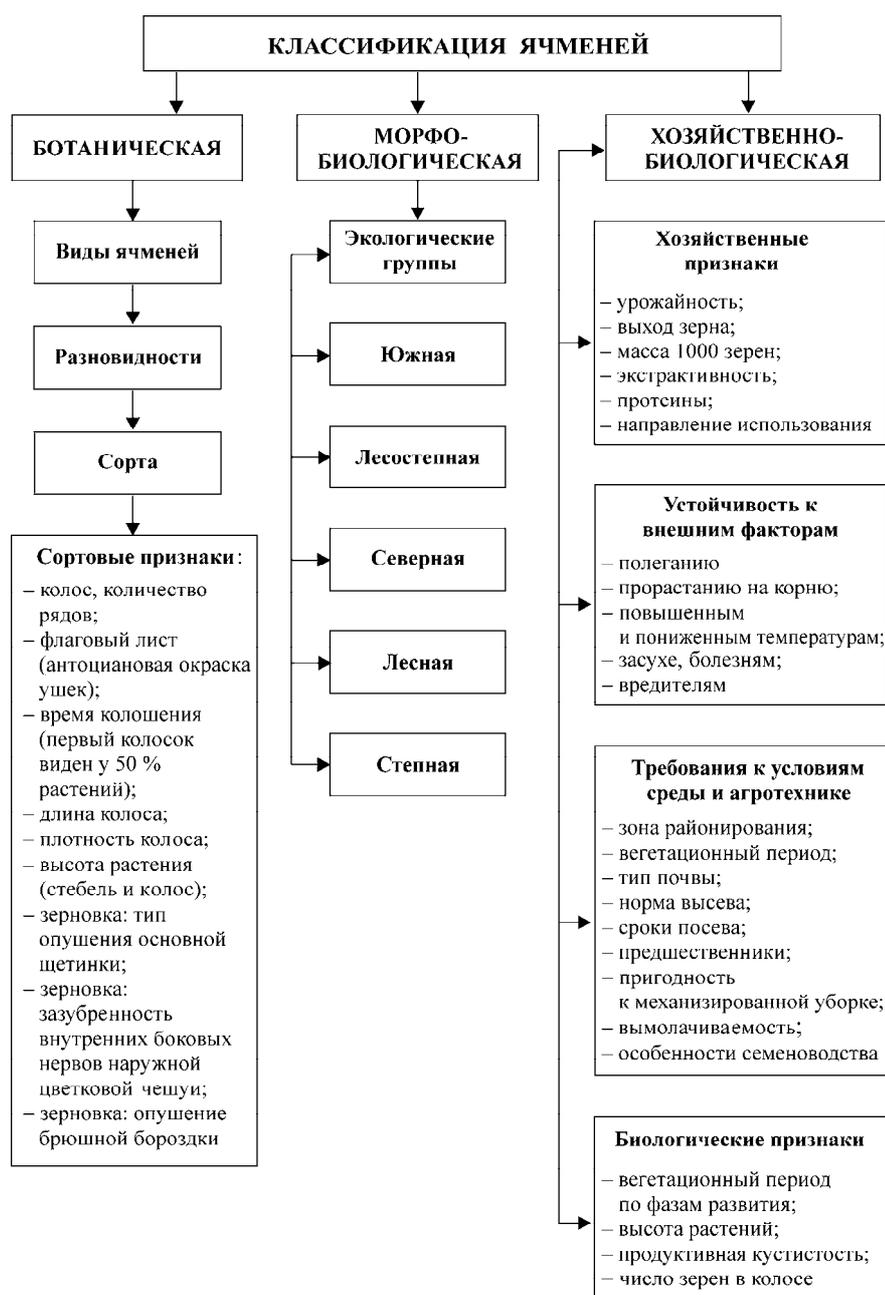


Рис. Классификация ячменей.

мационных потоков: о внешних факторах, о целевой функции, об управляющих воздействиях, о влиянии на окружающую среду, о состоянии компонентов модели. При этом порядок, значимость того или иного показателя определяются задачей, которую решает пользователь ИБД, осуществляющий поиск сорта. Учитывая то, что в формализованном виде часть информации в описании сортов отсутствует, построение целевой функции

осуществляется или в усеченном виде, или на интуитивном уровне с учетом опыта пользователя ИБД, а именно: селекционера, агронома, фермера. Как следствие такого построения дерева цели, решение задачи выбора необходимого сорта (или сортов) становится инвариантно и может быть осуществлено путем создания баз данных сортов и доработки самого описания сорта как по количеству параметров, характеризую-

ших сорт, так и по выраженности параметров. При этом параметры, которые описываются количественно (масса, урожайность, клейковина и т. д.), должны быть положены в основу назначения средств измерения, обеспечивающих растениеводство, семеноводство и селекцию, а те параметры, которые представляются не в количественном виде, должны иметь формализованное вербальное описание.

Выводы

Базы данных сортов необходимо создавать на основе описаний сортов и информационной модели развития растения, при этом описание сорта – документ, определяющий необходимый и достаточный набор параметров сорта для решения задач селекции, семеноводства и растениеводства. Со-

став и характеристики параметров сорта должны быть определены совместными усилиями селекционеров и инженеров.

Литература

- Альт В.В. Автоматизированный метод распознавания болезней, вредителей и сорняков зерновых // Матер. годич. общ. собр. и науч. сессия СО РАСХН, 28–29 янв. 1998 г. Новосибирск, 1998. С. 146–150.
- Березина В.Ю., Гурова Т.А., Денисюк С.Г., Павлов Е.И. Информационно-диагностическая система «Патоген» // Датчики и преобразователи информационных систем измерения, контроля и управления: Тез. докл. 10-й юбил. Междунар. науч.-техн. конференции. М.: МТИЭМ, 1998. Т. 2. С. 338–340.
- Болезни, сорняки и вредители зерновых культур в условиях Сибири: практ. рук-во. СО РАСХН. СибНИИЗХим. СибФТИ. Краснообск, 1997. 84 с.

Отредактировано и подготовлено к печати
в редакционно-издательском отделе ИЦИГ СО РАН

Редакторы: А.А. Ончукова, И.Ю. Ануфриева
Технический редактор Н.С. Глазкова
Дизайн и компьютерная верстка А.В. Харкевич, Т.Б. Коняхина

Подписано к печати 15.06.2005 г.
Формат бумаги 60x84/8. Усл.-печ.л. 21,76. Уч.-изд.л. 19,55
Тираж 400. Заказ 259

Отпечатано в типографии Издательства СО РАН
630090 Новосибирск, Морской проспект, 2