

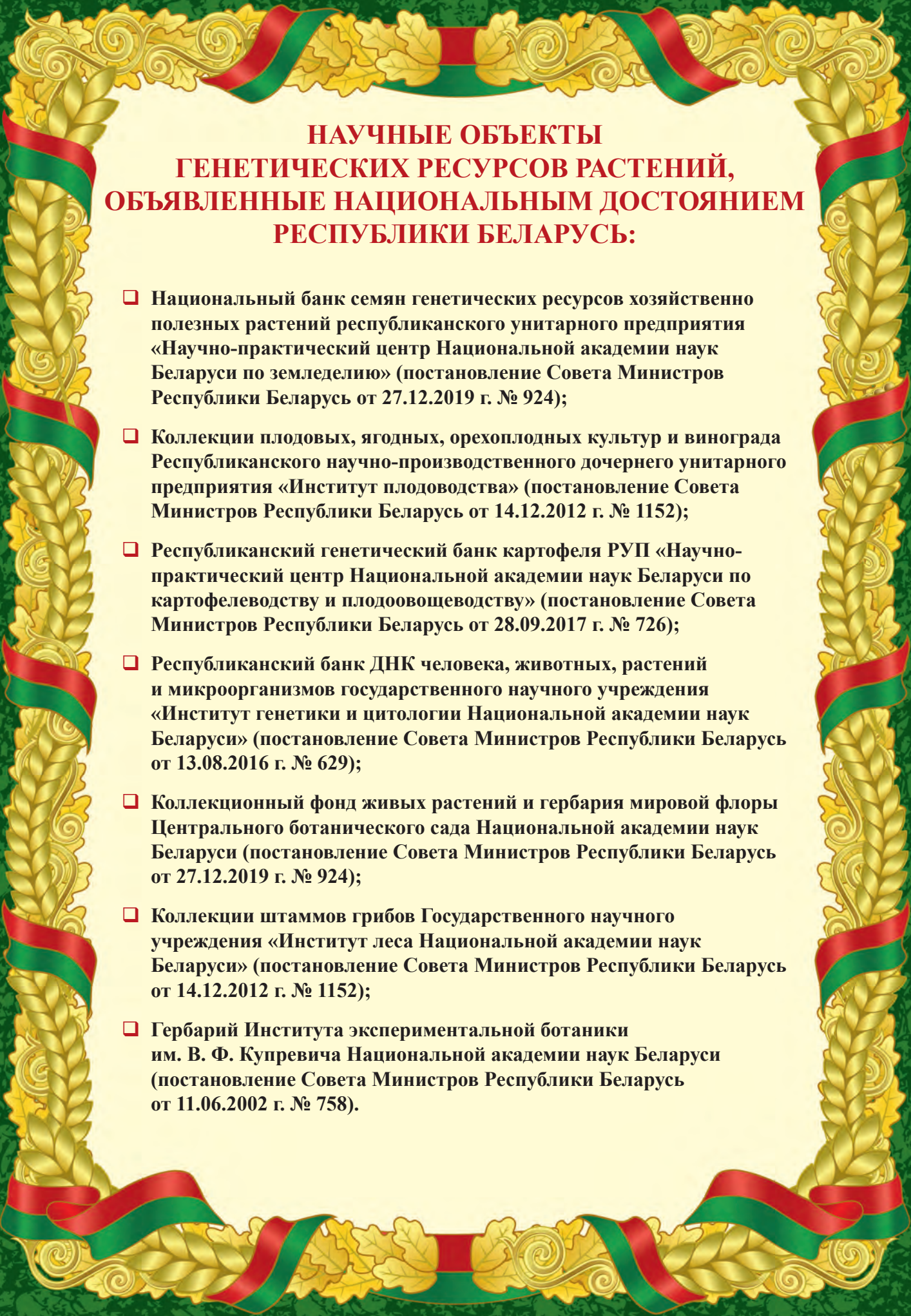
Земледелие и Защита растений

Наука – производству

***НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ –
основа продовольственной
и биологической безопасности***



***Приложение
к журналу № 6, 2019***



НАУЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ, ОБЪЯВЛЕННЫЕ НАЦИОНАЛЬНЫМ ДОСТОЯНИЕМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ:

- ☐ Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.12.2019 г. № 924);
- ☐ Коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда Республиканского научно-производственного дочернего унитарного предприятия «Институт плодоводства» (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.12.2012 г. № 1152);
- ☐ Республиканский генетический банк картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.09.2017 г. № 726);
- ☐ Республиканский банк ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов государственного научного учреждения «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси» (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 13.08.2016 г. № 629);
- ☐ Коллекционный фонд живых растений и гербария мировой флоры Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.12.2019 г. № 924);
- ☐ Коллекции штаммов грибов Государственного научного учреждения «Институт леса Национальной академии наук Беларуси» (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.12.2012 г. № 1152);
- ☐ Гербарий Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11.06.2002 г. № 758).

Земледелие и Защита растений

Приложение к журналу № 6 (127)
ноябрь-декабрь 2019 г.

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ –
основа продовольственной и биологической
безопасности**



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Ф. И. Привалов,

член-корреспондент НАН Беларуси

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С. И. Гриб,

академик НАН Беларуси;

А. В. Кильчевский,

академик НАН Беларуси;

А. И. Ковалевич,

кандидат с.-х. наук;

З. А. Козловская,

доктор с.-х. наук;

В. Н. Решетников,

академик НАН Беларуси;

И. С. Матыс,

кандидат с.-х. наук;

В. Н. Шлапунов,

академик НАН Беларуси

Ответственный за выпуск: И. С. Матыс



СОДЕРЖАНИЕ

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

Привалов Ф. И., Гриб С. И., Матыс И. С.
Национальный фонд генетических
ресурсов растений – основа
продовольственной и биологической
безопасности страны

3

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

Кильчевский А. В., Лемеш В. А., Булойчик А. А.,
Дубовец Н. И., Ермишин А. П., Давыденко О. Г.
Создание и сохранение
генетических коллекций и банка ДНК
сельскохозяйственных растений в
Институте генетики и цитологии НАН
Беларуси

6

Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Решетников В. Н., Спиридович Е. В.,
Титок В. В.
Генофонд интродуцированной и
природной флоры: биотехнологический
способ сохранения и рационального
использования

9

Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

Дмитриева С. А., Савчук С. С., Лебедько В. Н.
Проблемы и перспективы сохранения
и рационального использования
генетических ресурсов природной флоры
Республики Беларусь

13

Институт леса НАН Беларуси

Ковалевич А. И., Падутов В. Е., Каган Д. И.,
Сидор А. И.
Коллекционный фонд лесных древесных
видов

18

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

Матыс И. С., Маркевич И. М.
Коллекционный фонд Национального банка
семян генетических ресурсов хозяйственно
полезных растений Научно-практического
центра НАН Беларуси по земледелию

21

Полесский институт растениеводства

Шиманский Л. П., Кравцов В. И.
Генетический фонд сельскохозяйственных
растений Полесского института
растениеводства

23

Институт льна

Богдан В. З., Андроник Е. Л., Богдан Т. М.,
Иванова Е. В., Маслинская М. Е.,
Литарная М. А., Иванов С. А.
Генофонд льна: мобилизация, изучение,
использование

27

Опытная научная станция по сахарной свекле

Мелентьева С. А.
Сохранение, изучение и использование
генетических ресурсов сахарной свеклы
в Республике Беларусь

31

Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

Козлов В. А.
Сохранение, изучение, пополнение
и использование коллекций картофеля

34

Институт овощеводства

Досина-Дубешко Е. С., Соловей О. В.,
Мишин Л. А., Пашкевич А. М., Чайковский А. И.
Использование фонда генетических
ресурсов в селекции овощных культур

37

Институт плодоводства

Козловская З. А.
Коллекции плодовых, ягодных культур
и винограда Института плодоводства –
научный объект национального достояния
Беларуси

40

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Моисеев В. П., Сачивко Т. В.
Генофонд хозяйственно полезных
растений Белорусской государственной
сельскохозяйственной академии

44

Белорусский государственный университет

Анохина В. С., Романчук И. Ю., Саук И. Б.
Характеристика восстановленных
коллекций гибридных и мутантных
форм люпина желтого и узколистного
Белорусского государственного
университета

46

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

РЕДАКЦИЯ: А. П. Будревич, М. И. Жукова, М. А. Старостина, С. И. Яраховская. Верстка: Г. Н. Потеева

Адрес редакции: Республика Беларусь, 223011, Минский район, аг. Прилуки, ул. Мира, 2

Тел./факс: (017) 509-24-89.

E-mail: ahova_raslin@tut.by

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 08.02.2010 (07.12.2012 перерегистрирован) в Государственном реестре средств массовой информации за № 1249

Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов публикуемых материалов; за достоверность данных, представленных в них, редакция ответственности не несет. При перепечатке ссылка обязательна.

Подписано в печать 13.01.2020 г. Формат 60х84/8. Бумага мелованная. Тираж 250 экз. Заказ № 3. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «Акваель Принт» ООО «Промкомплекс». Ул. Радиальная, 40-202, 220070, Минск.

ЛП 02330/78 от 03.03.2014. Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/16 от 21.11.2013 г.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ – основа продовольственной и биологической безопасности страны

Ф. И. Привалов, член-корреспондент НАН Беларуси;
С. И. Гриб, академик НАН Беларуси;
И. С. Матыс, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию

Глобальное потепление и изменение климата, сокращение земельных угодий и водных ресурсов, деградация окружающей среды угрожают потерей разнообразных генетических ресурсов растений, пригодных для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Поэтому сохранение, изучение и эффективное использование генофонда растений в большинстве стран мира рассматриваются как единая национальная задача, которая служит основой успеха в развитии устойчивого сельскохозяйственного производства.

Генетические ресурсы растений служат первоосновой устойчивого развития сельского хозяйства, являются важным источником и играют решающую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны, определяют способность сельского хозяйства адаптироваться к экологическим или социально-экономическим изменениям, являются неотъемлемой частью биоразнообразия сельского хозяйства страны. Наличие соответствующего генофонда растительных ресурсов в стране способствует в первую очередь успешной реализации приоритетных направлений селекции.

История сохранения генетических ресурсов растений в нашей стране уходит в далекое прошлое. Так, еще в 1841 г. в Горы-Горетской земледельческой школе (г. Горки) был создан ботанический сад и собраны уникальные по количеству видов и сортов коллекции сельскохозяйственных культур – яровой пшеницы, овса, гороха, а также различные виды и формы древесно-кустарниковых растений, создан большой ботанический гербарий местных растений. В 1925 г. в Беларуси по инициативе Всесоюзного института прикладной ботаники и



Привалов Федор Иванович,
генеральный директор
НПЦ НАН Беларуси по земледелию,
председатель координационного Совета
по генетическим ресурсам растений
Республики Беларусь, национальный
координатор генетических ресурсов
растений Беларуси в ФАО

новых культур (ныне Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов имени Н. И. Вавилова) было открыто Белорусское отделение в Лошице-1 (ныне г. Минск), в настоящее время это РУП «Институт плодоводства». С образованием в 1930 г. Белорусского научно-исследовательского института лесного хозяйства (ныне ГНУ «Институт леса НАН Беларуси») положено начало сохранению и рациональному использованию генофонда основных лесообразующих видов. В 1932 г. по решению Совета Народных Комиссаров БССР создано научное учреждение «Центральный ботанический сад академии наук БССР», крупный центр по сохранению биоразнообразия живых растений, где проводится



Гриб Станислав Иванович,
главный научный сотрудник
лаборатории тритикале
НПЦ НАН Беларуси по земледелию,
национальный координатор
Республики Беларусь в Европейской
кооперативной программе
по генетическим ресурсам растений

работа в области интродукции, акклиматизации, изучения вопросов физиологии, биохимии и экологии растений, охраны окружающей среды. Он принадлежит к числу крупнейших ботанических садов Европы как по площади (около 100 га), так и по составу коллекций растений (более 10 тысяч наименований).

В 70-х годах XX века интенсивная и целенаправленная работа по изучению генетических ресурсов зерновых культур в Беларуси началась под руководством профессора ВИРа А. Я. Трофимовской в Белорусском НИИ земледелия (г. Жодино), где на протяжении 20 лет (1972–1992 гг.) успешно функционировал Белорусский опорный пункт, филиал ВИРа им. Н. И. Вавилова по зерновым культурам. В 1992 г.

филиал был закрыт, но, спустя годы, в 2009 г. РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» возобновил работу с Всероссийским институтом генетических ресурсов им. Н. И. Вавилова.

После распада СССР имеющийся генофонд растений стал объектом национализации в странах бывшего Союза. Его сохранение, изучение и использование стало актуальной научно значимой проблемой, поскольку был нарушен систематический обмен коллекционным материалом. В этих условиях назрела необходимость формирования национального генетического фонда страны. Стимулом для этого послужило Межправительственное соглашение о сотрудничестве в области сохранения и использования генетических ресурсов культурных растений, подписанное 11 государствами-участниками СНГ 4 июня 1999 г., включая Республику Беларусь.

С 2000 г. в соответствии с поручением Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко разработана и начала функционировать Государственная программа «Генофонд растений». Она стала основой для проведения мероприятий по сохранению и рациональному использованию отечественных и мировых растительных ресурсов, направлена на создание, систематизацию, изучение и использование растительных ресурсов. В период 2000–2005 гг. была проведена инвентаризация и первичное описание материала, накопленного в рабочих коллекциях организаций-исполнителей программы. В результате выполнения заданий Государственной программы в 2000–2010 гг. в республике был



Участники международной конференции в рамках заключительного семинара по выполнению проекта ФАО в Республике Беларусь, 2019 г.

сформирован основополагающий генетический фонд ресурсов растений. Выполнение заданий Государственной программы 2011–2015 гг. способствовало дальнейшему развитию исследований и созданию банка генетических ресурсов растений сельскохозяйственных культур и природной флоры Беларуси. С 2016 г. по настоящее время программа направлена на мобилизацию, сохранение, изучение и использование генетических ресурсов растений в Республике Беларусь для создания высокопродуктивных сортов и гибридов.

Национальная коллекция генетических ресурсов растений РБ 11 научно-

исследовательских учреждений Национальной академии наук Беларуси и 2 ВУЗов к 2019 г. насчитывает более 83,0 тыс. образцов, 1680 культурных видов и их диких сородичей, занимает 4 место по количеству коллекционных образцов среди стран СНГ, а по видовому разнообразию находится на 3 месте (таблица). **Коллекция включает сельскохозяйственные культуры и их дикие родичи:** зерновые, зернобобовые, крупяные, масличные, технические, кормовые, овощные, картофель, плодовые, ягодные, орехоплодные, лекарственные и пряно-ароматические, цветочные, декоративные, древесные, кустарниковые, оранжерейные, лесные

Национальная коллекция генетических ресурсов растений Беларуси, 2018 г.

Наименование организации	Количество образцов, штук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию	43534
Институт плодоводства	5581
НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству	1864
Институт овощеводства	3722
Полесский институт растениеводства	682
Институт льна	896
Опытная научная станция по сахарной свекле	282
Институт генетики и цитологии НАН Беларуси	2317
Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси	1179
Центральный ботанический сад НАН Беларуси	14119
Институт леса НАН Беларуси	4380
Белорусский государственный университет	816
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия	4507
ИТОГО	83879

древесные породы, природные популяции хозяйственно значимых видов, в том числе родственных окультуренным диким видам.

На сегодняшний день в число включенных в Государственный реестр научных объектов, составляющих национальное достояние страны, входят: Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт плодородия», живые коллекции интродуцированных растений мировой флоры Центрального ботанического сада, ДНК коллекции растений Института генетики и цитологии НАН Беларуси, коллекции картофеля РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», гербарий Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, коллекции штаммов грибов Института леса.

Впервые в нашей стране разработана информационная система генетических ресурсов растений, включающая базу данных сельскохозяйственных и лесных культур «Генофонд растений Беларуси», кодификатор по группам культур для присвоения национальных каталожных номеров коллекционным образцам, позволяющая оперативно подбирать экземпляры генофонда для использования в научных, селекционных и других программах. Для повышения доступности информации о нем разработана паспортная база данных, что позволяет производить обмен ими по всему миру в согласованном порядке.

В рамках проблемы «Стратегия сохранения и система управления генетическими ресурсами культурных растений в условиях глобализации» определены современные мировые тенденции, подходы и принципы сохранения биоразнообразия в Беларуси, разработана концепция и определены механизмы доступа к нему на основе главных международных соглашений; установлены основные принципы и направления деятельности национальной системы в этой сфере.

Разработан Договор, на основе которого осуществляется долгосрочное научное партнерство с ведущими селекционными центрами и международными генетическими банками, налажена работа по обмену генофондом и информацией с 145 зарубежными учреждениями. С 2005 г. установлены и поддерживаются контакты с Международным институтом генетических

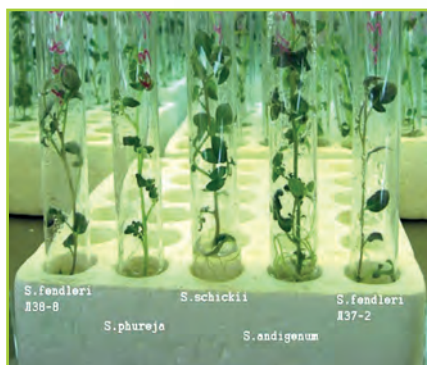
ресурсов растений (Рим, Италия). С 2008 г. Беларусь – участник Европейской кооперативной программы по генетическим ресурсам растений, в ее рамках в 2011 г. подписан Меморандум о взаимопонимании и вступлении нашей страны в Интегрированную систему банков генов Европы «AEGIS». В 2012 г. в Арктический генный банк впервые на долгосрочное хранение были переданы коллекционные образцы пшеницы и ячменя белорусского происхождения, которые впоследствии изучили, зарегистрировали для страхового дублирования в международных базах данных в соответствии с требованиями научных центров International Maize and Wheat Improvement Center CIMMYT; The International Center for Agriculture Research in the Dry Areas ICARDA. Под руководством регионального бюро ФАО по Европе и Центральной Азии выполнен проект Национальной стратегии дальнейшего развития работы в Республике Беларусь по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для про-

изводства продовольствия и ведения сельского хозяйства до 2035 г.

Генетические ресурсы растений в Республике Беларусь широко используются для создания новых высокопродуктивных сортов, озеленения, в учебных целях и в научных исследованиях. На основе Национальной коллекции генофонда растительных



Хранилище Национального фонда генетических ресурсов растений Республики Беларусь



Коллекции диких видов картофеля *in vitro*



Сохранение генетических ресурсов лесных древесных видов



Координационный Совет по генетическим ресурсам растений Республики Беларусь, 2019 г.

ресурсов в стране за 2000–2019 гг. создано 1060 новых сортов растений, восстановлено более 75 тыс. га леса. В многообразии природной флоры выделены 609 видов кормовых и 487 видов пищевых растений, надежно сохраняется 71 редкий вид диких нуждающихся в охране представителей флоры, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Созданная впервые в Республике Беларусь национальная коллекция генетических ресурсов растений, разработанные современные методы селекции и полученные на их основе высокопродуктивные сорта обеспечи-



Рабочие коллекции зерновых, зернобобовых культур

вают надежный фундамент устойчивого развития растениеводства, декоративного садоводства и лесоводства,

продовольственной и биологической безопасности страны.

СОЗДАНИЕ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ И БАНКА ДНК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси

А. В. Кильчевский, академик НАН Беларуси;
В. А. Лемеш, кандидат биологических наук;
А. А. Булойчик, кандидат биологических наук;
Н. И. Дубовец, член-корреспондент НАН Беларуси;
А. П. Ермишин, доктор биологических наук;
О. Г. Давыденко, член-корреспондент НАН Беларуси

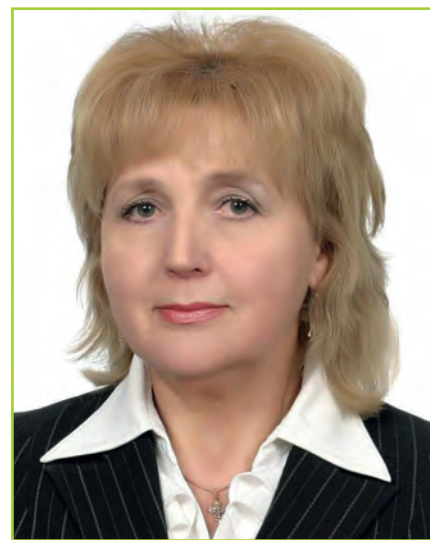
Институт генетики
и цитологии НАН Беларуси

В Институте генетики и цитологии НАН Беларуси проводится целенаправленная работа по созданию генетических коллекций качественно нового генофонда зерновых, технических, овощных, масличных культур и картофеля с помощью геномных биотехнологий, его идентификация с использованием современных молекулярно-генетических методов и включение оригинального генофонда в Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь и в селекционный процесс. Созданы новые генотипы полиплоидов и анеуплоидов, мутантов, рекомбинантов, хромосомно-дополненных, замещенных и транслоцированных линий, линий удвоенных гаплоидов, генетических тестеров, источников самофертильности и цитоплазматической мужской стерильности различных сельскохозяйственных культур. Ежегодно профильные генетические коллекции образцов пополняются, привлекаются для их изучения новые высокотехнологичные современные методы исследования. Систематизированы и пополняются коллекции томата, перца, зерновых культур, картофеля, льна, подсолнеч-



Кильчевский
Александр Владимирович,
заместитель Председателя президиума
НАН Беларуси

ника. Коллекция сельскохозяйственных растений представлена 2571 образцом, в том числе образцов ДНК и биологического материала – 2402 (пшеница – 665, тритикале – 182, ячмень – 40, озимая рожь – 16, кукуруза – 82, овес – 10, соя – 61, картофель – 180, сахарная



Лемеш
Валентина Александровна,
заведующая лабораторией генетической
и клеточной инженерии

свекла – 360, рапс – 342, лен – 154, люпин – 32, пасленовые – 88, капуста белокочанная – 160, ягодные – 30). В Национальный банк генетических ресурсов растений передано 169 образцов (143 – картофель, 10 – подсолнечник, 16 – лен).

Тритикале

По результатам молекулярно-цитогенетического маркирования гибридов от скрещивания сортов тритикале Лана, Kargo, Мешко с первичными рекомбинантными линиями тритикале создана коллекция из 14 линий вторичных рекомбинантных тритикале с интрогрессией в различных сочетаниях хромосом 1D, 2D, 3D и 6D, оказывающих влияние на проявление таких признаков, как короткостебельность, устойчивость к предуборочному прорастанию зерна, хлебопекарные качества.

С учетом данных о геномной структуре пшенично-ржаных гибридов подобраны ДНК-маркеры и изучен аллельный состав генов короткостебельности *Rht-B1*, *Rht8*, *Ddw1*, гена *Viviparous-1B*, ассоциированного с устойчивостью к предуборочному прорастанию, а также локуса *Glu-D1*, детерминирующего хлебопекарные свойства. Установлено, что 5 вторичных рекомбинантных линий тритикале сочетают в генотипах мутантные аллели генов *Rht-B1b* и *Vp-1Bc*, что может представлять интерес для дальнейшей селекционной работы с ними.

С целью расширения генетического разнообразия экспериментального материала проведена гибридизация выделенных ранее стабильных вторичных рекомбинантных линий гексаплоидных тритикале с сортом мягкой пшеницы Munk, являющимся носителем целевых аллелей *Glu-D1d* и *Rht8c*, влияющих на формирование хлебопекарных качеств и короткостебельности соответственно.

Лен

Проведен генетико-селекционный анализ коллекции белорусских ландрас льна по признакам продуктивности и биологическим свойствам. Оценка по

комплексу фенологических и морфологических признаков образцов льна разных групп спелости показала, что признаки варьируют в зависимости от генотипа. Отмечены образцы со значительной изменчивостью по признаку «число коробочек» – К-789, К-1043, К-5462, К-5464, К-6220. При исследовании белорусских стародавних образцов льна на наличие инсерции LIS-1, которую связывают с повышенным адаптационным потенциалом отдельных генотипов льна, установлено, что инсерция LIS-1 присутствует в ДНК 47-ми индивидуальных растений. Наибольшая встречаемость выявлена у ландрас К-6214, К-5462, К-782, К-6222, К-789 и К-1043. Наследование вставки LIS-1 во втором поколении подтверждено у всех проанализированных индивидуальных растений ландрас К-776, К-5462, К-6214, К-782, К-6222 и К-5461.

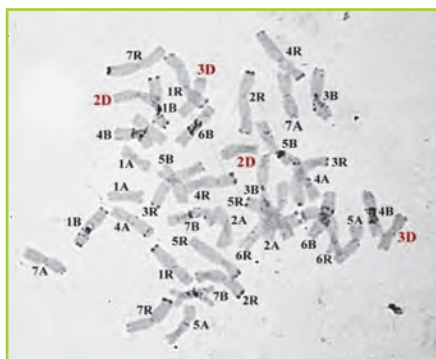
Картофель

Одним из важных направлений пополнения коллекции диплоидных линий картофеля является получение, испытание и отбор лучших дигаплоидов сортов картофеля, которые служат «культурной основой» для скрещиваний с дикими видами и межвидовыми гибридами в качестве источников признаков крупноклубности, скороспелости и наличия ряда ДНК-маркеров генов устойчивости к болезням и вредителям. С использованием цитологических методов оценки плоидности проведен скрининг семян от опыления 16 сортов картофеля гаплопродюсерами *S. phureja*. В результате анализа отобраны диплоидные сеянцы сортов Архидея, Бриз, Колорит, Манифест, Нептун (Беларусь); Чародей (Россия); Arosa, Carlita, Olga, Quarta (Германия), Omulew, Taifun (Польша); Sargo Mira (Венгрия).

Оценка полевой устойчивости к фитофторозу гибридов картофеля, полученных при опылении межвидовыми гибридами первичных дигаплоидов картофеля *S. tuberosum*, позволила выделить образцы для включения в рабочую генетическую коллекцию по результатам отбора на жестком инфекционном фоне 2018 и 2019 года. На основании полученных данных и ранее проведенных испытаний выделены ценные источники высокой долговременной устойчивости к фитофторозу. Они будут включены в следующие циклы гибридизации и генотипирования на наличие ПЦР-маркеров генов устойчивости. Это гибриды BC1 и BC2 на основе аллотетраплоидного мексиканского вида

картофеля *S. stoloniferum* IGC02/179.6, IGC02/183.22 и IGC02/181.1; гибриды BC2, полученные на основе соматического гибрида с участием диплоидного мексиканского вида картофеля *S. bulbocastanum* IGC07/86.72 и IGC07/86.84; гибрид IGC09/77.41 с сочетанием генов от двух диплоидных мексиканских видов, известных как источники генов устойчивости к фитофторозу *S. verrucosum* и *S. pinnatisectum*; гибрид на основе южноамериканского аллотетраплоидного вида *S. acaule* IGC08/21.4.; межвидовой гибрид IGC05/1.2, полученный на основе аллотетраплоидного мексиканского вида *S. fendleri*. Исключительный интерес в качестве доноров устойчивости представляют также гибриды: IGC13/76.1, который получен при гибридизации между собой BC1 гибридов на основе *S. stoloniferum* с устойчивостью к фитофторозу и иммунитетом к Y-вирусу картофеля; IGC13/88.1 и IGC13/73.2, сочетающие гены устойчивости к фитофторозу от *S. stoloniferum* и *S. bulbocastanum*, и IGC13/73.1 – сочетающий гены устойчивости к фитофторозу от *S. stoloniferum*, *S. verrucosum* и *S. pinnatisectum*. Перечисленные выше источники устойчивости к фитофторозу картофеля могут быть рекомендованы для включения в коллекцию генетических ресурсов.

Проводится постоянная работа по расширению арсенала применяемых для оценки селекционного материала ДНК-маркеров генов устойчивости к болезням и вредителям. Оптимизирована методика использования ПЦР-маркеров для идентификации двух генов устойчивости к цистообразующей нематоды *Globodera pallida* (наиболее распространенный патотип Pa2/3), гена *Ns* устойчивости к S-вирусу картофеля и гена *Rx1* устойчивости к X-вирусу картофеля. С использованием разработанных методов в коллекции сортов картофеля выделены источники устойчивости к *G. pallida*: Журавинка, Архидея, Одиссей, Зарево, Нептун, Криница, Sante, Molli, Fabula, Satina, Arosa, Olga, Parwita,) и двум видам нематоды (*G. pallida* и *G. rostochiensis*): Уладар, Дубрава, Heidrun, Molli, Fabula. По наличию одновременно двух маркеров к гену *Ns* выделены источники устойчивости к S-вирусу картофеля: голландские сорта Nikita и Raja. На основании генотипирования коллекции сортов на наличие одновременно трех ПЦР-маркеров гена *Rx1* немецкие сорта Heidrun, Assia, Saphir и белорусский сорт Бриз отобраны в качестве перспективных источников устойчивости к X-вирусу картофеля.



Метафазная пластинка дифференциально окрашенных хромосом рекомбинантной линии тритикале с интрогрессией хромосом 2D и 3D

Подсолнечник

Проведено испытание 15 гибридов подсолнечника. Выделены перспективные гибридные комбинации с высоким выходом масла: M152/14A × M108/17Rf – 12,14 ц/га; M605/04A × M108/17Rf – 13,86 ц/га; M475(15)/07A × M108/17Rf – 18,05 ц/га.

Передан в государственное сортоиспытание новый гибрид подсолнечника Азимут (№ регистрации 2019166 от 26.11.2018 г.). Растения среднерослые – 125–130 см. Однокорзинчатые, корзинка слабовыпуклая с вертикальным расположением, диаметр корзинки – 18–20 см. Листья среднепузырчатые, широкотреугольной формы, зубцы средней величины. Язычковый цветок удлинённой формы оранжево-желтой окраски. Окраска семян черная, форма продолговатая широкояйцевидная. Гибрид раннеспелый, вегетационный период – 110–115 дней. Масса 1000 семян – 64,8–70 г. Урожайность семян при 7 % влажности – 35,3–38,6 ц/га. Масличность абсолютно сухих семян – 49,5–51,2 % (2014–2018 гг.). Количество растений, не пораженных белой гнилью к уборке, – 96,7 %. Особенность гибрида – засухоустойчивость, высокая масличность и урожайность.

С целью поиска новых источников генетического разнообразия и доноров хозяйственно ценных признаков проведено испытание 5 зарубежных гибридов подсолнечника: IW 5543 IMI, AS33102, Жанет, Нистру, Орион – отмечены перспективные доноры продуктивности



Простой межлинейный гибрид подсолнечника Азимут

для дальнейшей селекционной работы. Отмечена высокая устойчивость селекционного материала к болезням в полевых условиях (85–100 %).

В полевых условиях испытан новый селекционный материал подсолнечника, проведен анализ коллекции этого материала и выделено 5 перспективных образцов: M58/18Rf, M67/18Rf, M76/18Rf, M148/18Rf, M153/18Rf. В результате беккроссирования получен линейный материал 6–8 поколений.

На базе Института генетики и цитологии НАН Беларуси в 2013 году создан Республиканский банк ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов. В 2016 году Республиканский банк ДНК получил статус национального достояния (Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 629 от 13 августа 2016 г.).

Главная задача Республиканского банка ДНК – длительное хранение, систематизация, изучение и многократное использование образцов ДНК для разработки геномных биотехнологий в народном хозяйстве и охране окружающей среды. Разработаны документы, которые регламентируют работу Республиканского банка ДНК (Положение о Республиканском банке ДНК, Порядок депонирования образцов и система учета образцов ДНК и др.). Создана группа для обеспечения функционирования банка ДНК. Для хранения образцов ДНК оборудовано хранилище с низкотемпературными (–80 °C) морозильными камерами.

В секции «Банк ДНК растений» хранятся образцы ДНК различных сельскохозяйственных культур, маркированные по генам качества, скороспелости, высокой продуктивности, устойчивости к заболеваниям, которые используются в исследованиях по маркер-сопутствующей и геномной селекции растений. В настоящее время в секции хранится 2402 образца сельскохозяйственных культур (ДНК – 1728 и био-

логического материала – 674), которые распределены по шести коллекциям: ДНК зерновых культур, ДНК зернобобовых, ДНК картофеля, ДНК технических культур, ДНК овощных культур, ДНК ягодных культур.

Республиканский банк ДНК принимает непосредственное участие в сохранении биологического разнообразия дикой природы Республики Беларусь. Для изучения генетического материала флоры и фауны в Республиканском банке ДНК создана секция «Банк ДНК редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных Республики Беларусь». Наиболее крупная тематическая коллекция этой секции – образцы ДНК и биологического материала 66 видов редких растений, включенных в 4-е издание Красной книги Республики Беларусь. Всего в коллекции в настоящий момент хранится более 300 образцов биологического материала.

Таким образом, в Институте генетики и цитологии создана организационно-методическая система изучения генетического разнообразия растений, включающая Республиканский банк ДНК-растений, Республиканский центр геномных биотехнологий, Национальный координационный центр по вопросам доступа к генетическим ресурсам и совместного использования выгод, что позволило создать ценный исходный материал для селекции растений, сохранить и изучить их ДНК, использовать современные молекулярно-генетические методы для повышения эффективности селекции растений. С использованием генетической коллекции сельскохозяйственных растений и банка ДНК за 2008–2019 гг. Институт генетики и цитологии явился оригинатором (сооригинатором) 32 сортов, районированных на территории Республики Беларусь (томат – 19, перец сладкий – 5, подсолнечник – 3, капуста – 2, соя – 2, рожь – 1).



Выделение ДНК и хранение в ультраморозильнике (–80 °C)



ГЕНОФОНД ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ И ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ: биотехнологический способ сохранения и рационального использования

В. Н. Решетников, академик НАН Беларуси;
Е. В. Спиридович, кандидат биологических наук, доцент;
В. В. Титок, член-корреспондент НАН Беларуси

Центральный ботанический сад
НАН Беларуси

Деятельность Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ЦБС НАН Беларуси) направлена на разработку теоретических основ и общих вопросов интродукции, акклиматизации растений: анализ флор и мобилизации растительных ресурсов Беларуси и зарубежных стран; первичная оценка новых растений; изучение изменчивости растений в природе и под влиянием переноса из природы в культуру; разработка приемов выращивания. Основой научных работ в этом направлении является сохранение коллекционного генофонда растений в условиях *ex situ* – вне естественных местообитаний; выявление в природе и изучение редких и исчезающих видов растений; разработка приемов культивирования; формирование коллекций (полевые коллекции, банки семян, биотехнологические коллекции, ДНК-банки). В последние годы широкое применение нашли растительные биотехнологии, отличительной чертой которых является использование растительных объектов *in vitro*: стерильные пробирочные растения, культуры органов, тканей или клеток растений, а также изолированные протопласты.

Биотехнологические коллекции растительных объектов представляют большую ценность не только для экологических целей (сохранения видов), но и имеют большое экономическое значение. Существуют два принципиально различных подхода к биотехнологическим коллекциям растительных объектов. Если важно сохранить уникальные генотипы (ценные сорта или разновидности растений), то в качестве объектов хранения можно использовать пробирочные растения, органы или ткани растений. При необходимости сохранения не конкретного генотипа, а генофонда вида возможно в качестве объектов хранения использовать морфогенные или эмбриогенные культуры клеток.

ЦБС НАН Беларуси имеет Свидетельство Министерства природных ре-



Решетников Владимир Николаевич, заведующий отделом биохимии и биотехнологии растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси

сурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на коллекцию асептических культур хозяйственно полезных растений с 2005 г. В состав коллекции включены многие хозяйственно ценные растения, в том числе и лекарственные: многоколосник морщинистый (*Agastache rugosa*) (Fisch. et Mey.) Kuntze), кадило сарматское (*Melitis sarmatica* Klokov), наперстянки (*Digitalis purpurea*, *D. lanata*, *D. grandiflora*), рута душистая (*Ruta graveolens* L.), шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi), синюха голубая (*Polemonium coeruleum* L.), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.), воробейник лекарственный (*Lithospermum officinale* L.), зверобой кустарниковый (*Hypericum patulum* Hidcote), полынь беловойлочная (*Artemisia hololeuca*), расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.); виды и сорта сирени (*Syringa* L.), рододендрона (*Rhododendron* L.), голубики (*Vaccinium corymbosum* L.), пальчатокоренника (*Dactylorhiza* Neck.). В целом коллекция в 2018 г. представлена



Спиридович Елена Владимировна, заведующая лабораторией прикладной биохимии Центрального ботанического сада НАН Беларуси



Титок Владимир Владимирович, директор Центрального ботанического сада НАН Беларуси

250 таксонами из 26 семейств, 66 родов цветковых растений. Видовой состав асептической коллекции представлен



Рододендрон гибридный в культуре *in vitro* и во время цветения

90 видами природной флоры и 160 культурными сортами и гибридами. В 2015 г. из коллекции асептических культур выделена коллекция *in vitro* редких и эндемичных видов растений дикорастущей флоры Беларуси и России. Коллекции созданы на основе природных источников и существующих коллекций *in vitro* стран ЕврАзЭС. В основе разработки коллекции лежит принцип максимального охвата генетического разнообразия (ГР) для каждого изучаемого таксона. Коллекции *in vitro* постоянно пополняются в результате регулярного участия сотрудников в экспедициях на территории Республики Беларусь для отбора материала из природных популяций. За последние 5 лет исследовано более 30 локальных популяций редких видов растений и собран растительный материал. Пополнение образцов идет и за счет обмена материалом между ботаническими садами, что преследует цель снизить риск их исчезновения из-за поддержания в ограниченном списке учреждений или коллекций. Всего в состав коллекции асептических культур редких

и эндемичных видов на сегодняшний момент входит 38 образцов асептических культур, их них 13 – занесенных в Красную книгу РБ, и 9 – из списка профилактической охраны РБ.

Часто проводят депонирование образцов в коллекциях, что осуществляется путем помещения растительного материала в условия, тормозящие рост, деление и метаболизм его клеток, это позволяет реже менять питательные среды и потому существенно сокращать затраты на содержание коллекций вегетативно размножаемых растений. Этот приём широко используется во всём мире, поскольку позволяет эффективно сохранять практически все клоны и сорта ценных лекарственных, плодовых, ягодных, декоративных и других культур.

В ЦБС НАН Беларуси депонируются прежде всего образцы коллекции *in vitro* редких и эндемичных видов растений дикорастущей флоры Беларуси и России. Так, например, для двух видов растений – хризантемы Завадского (*Chrysanthemum zawadskii* Herbach) и ви-

текса священного (*Vitex agnus-castus* L.) были разработаны оптимальные режимы депонирования: среда MS + 0, 30 г/л хлорхолинхлорида. Условия культивирования: температура 25 ± 2 °С, освещенность – 3000 лк, фотопериод – 16 часов. Режим депонирования при пониженных температурах является менее благоприятным для данных растений.

Для снижения затрат на длительное содержание коллекций ценного растительного материала, в том числе и культивируемого *in vitro*, и для уменьшения вероятности потерь ценных образцов в настоящее время в странах-членах FAO широко используют криосохранение. В настоящее время разработаны методы криосохранения для более 200 видов растений: неортодоксальных семян и тканей, культивируемых *in vitro*.

Использование биотехнологических методов для создания новых форм. Уникальным и эффективным способом повышения генетического разнообразия является использование соматической вариабельности, наряду с андрогенезом, гиногенезом, эмбриокulturой. Известно, что культивирование клеток растений *in vitro* способно вызывать не меньшие перестройки генома, чем использование химических мутагенов или различных видов излучений. Возникшие в культивируемых клетках мутации сохраняются у регенерированных из этих клеток растений. Для увеличения степени генетического разнообразия можно дополнительно использовать индуцированный мутагенез. Однако этот прием, как и соматическая изменчивость, не является направленным, и большая часть возникающих в процессе культивирования вариаций не имеет практического значения. Все же среди



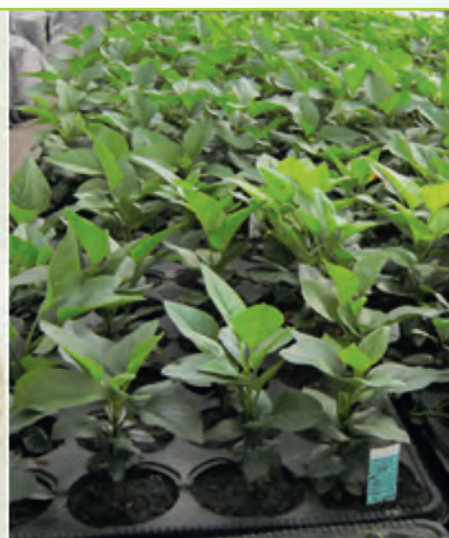
Редкие виды в асептической коллекции
(слева направо: *Dioscorea caucasica*, *Rhododendron dauricum*, *Lilium caasicum*, *Lilium distichum*)



Исходный сорт
сирени обыкновенной



Культивируемые асептические
растения сирени



Растения в процессе
адаптации

соматоклонов (измененных растений-регенерантов) можно отобрать индивиды с полезными признаками. Например, из соматоклонов сахарного тростника были отобраны растения, устойчивые к вирусу Фиджи, желтой пятнистости и ложной мучнистой росе. В Венгрии выделены соматоклоны пшеницы, обладающие повышенной холодостойкостью. Соматоклоны лекарственного растения с повышенным биосинтезом БАВ получены на Украине. В ЦБС НАН Беларуси, Отделе биохимии и биотехнологии растений разработана биотехнологическая схема клеточной селекции многоколосника морщинистого (*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) Kuntze) с целью получения соматоклональных генотипов с повышенным содержанием биологически активных веществ. Кроме того, определены изменения в направленности и интенсивности накопления биологически активных вторичных метаболитов в каллусах, клеточных и культурах органов (*harri roots*), полученных из других лекарственных растений аборигенной и интродуцированной флоры сем. сложноцветные (*Compositae* Giseke) и губоцветные (*Lamiaceae* Martinov) в качестве перспективных биотехнологических продуцентов целевых веществ. Теоретически обоснована и в эксперименте подтверждена возможность получения целевого продукта (флаволигнанов и др. веществ фенольной природы) в условиях культуры клеток и органов растений в количестве, превышающем его содержание в исходных маточных растениях, что достигается, кроме выбора экспланта и состава среды культивирования, использованием элиситоров, в число которых входят наночастицы металлов и селена, а также воздействием низкочастотного электромагнитного излучения.

Быстрое и эффективное размножение ценных генотипов (клональное микроразмножение). После отбора удачных генотипов встает проблема их сохранения и активного размножения. На основании изучения экспериментального морфогенеза *in vitro* создана технология клонального микроразмножения растений, которая стала успешной коммерческой областью сельского хозяйства. Метод клонального микроразмножения широко используется для получения большого количества посадочного материала у лекарственных, декоративных, плодовых и овощных культур. Он представляет собой превосходный способ вегетативного размножения ценных гибридных растений, позволяющий сохранить эффект гетерозиса.

В ЦБС НАН Беларуси из декоративных растений в культуру *in vitro* введены и используются для микроразмножения 67 сортов и видов рода сирень (*Syringa* L.), более 40 сортов рода вакциниум (*Vaccinium* L.), 12 сортов рода рододендрон (*Rhododendron* L.). Постоянно пополняется сортовой состав родов гербера (*Gerbera* L.), гладиолус (*Gladiolus* L.), гейхера (*Heuchera* L.), спирея (*Spiraea* L.), клематис (*Clematis* L.), хризантема (*Chrysanthemum* L.), пион (*Paeonia* L.) и др. Для каждого сорта или вида растений оптимизированы состав питательных сред на стадии культивирования экспланта, условия микроразмножения, укоренения и адаптации регенерантов.

Получение посадочного материала форм растений на основе клонального микроразмножения доведено до стадии создания промышленных партий: голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), брусники обыкновен-

ной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* Pers), сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) для целей закладки крупных плантаций; средней серии продукции (рододендрон гибридный, чубушник, тополь гибридный) для озеленения. Малые партии микроразмноженными видами используются для мероприятий по реинтродукции и реставрации популяций на особо охраняемых природных территориях: бубенчик лилиевый (*Adenophora liliifolia* (L.) A.DC.) – в Споровском заказнике; астранция крупная (*Astrantia major* L.) – в ГПУ «Беловежская пуща» и экологическом центре Слонимского лесхоза; бодяк серый (*Cirsium canum* (L.) All.) – в Климовичском лесхозе; цинна широколистная (*Cinna latifolia* (Trev.) Griseb.) – в Республиканском ландшафтном заказнике «Красный бор»; горечавка крестообразная (*Gentiana cruciata* L.) – в Национальном парке «Нарочанский» и др.

Новацией ЦБС НАН Беларуси является разработка конструкций вертикального озеленения. Перспективность вертикального озеленения в условиях урбанизированной среды не вызывает сомнений, поэтому данная технология как целиком, так и ее отдельные элементы, могут быть широко использованы при озеленении вновь построенных производственных, общественных и частных зданий как внутри, так и снаружи. Подбирается расширенный ассортимент растений популярных оранжерейных и комнатных растений, прошли испытания представители родов гейхера (*Heuchera* L.), колеус (*Coleus* Lour), пеларгония (*Pelargonium* L'Her. ex Ait). Для каждого нового вида разрабатываются биотехнологические методы для масштабного использо-

вания в вертикальном озеленении в условиях Беларуси.

В ЦБС разработана общая платформа документации по созданию, поддержанию и использованию биотехнологических коллекций: протоколы сохранения генетических ресурсов при низких температурах в банках растений *in vitro*; протоколы культивирования растительных клеток и тканей для производства биологически активных соединений; протоколы для оценки параметров генетического разнообразия популяций охраняемой природной флоры для включения в генобанк; протоколы для клонального микроразмножения растений и получения высококачественного сортового материала.

Генетическая паспортизация и молекулярная диагностика лекарственных растительных ресурсов. Идентификация/разработка ДНК маркеров, которые могут выявлять корреляцию между данными ДНК-генотипирования и количеством селективных фитохимических маркеров у данного вида/сорта/линии растений, становится все более актуальной.

В ЦБС для оценки генетического разнообразия популяций, образцов коллекций и сортов проводят генотипирование или генетическую паспортизацию. Отделом биохимии и биотехнологии растений проведена отработка новых методик ПЦР анализа; выделение ДНК из сортообразцов хозяйственно ценных культур для составления молекулярно-генетических паспортов. Сотрудниками разработаны современные молекулярно-генетические подходы к паспортизации и документированию ботанических коллекций. Разработаны специфические маркеры для создания уникальных генотипических профилей, на основе которых созданы паспорта ценных сортов и видов рода амарант (*Amaranthus* L.), рогульник (*Trapa* L.), вакциниум (*Vaccinium* L.);

сирень (*Syringa* L.) и пион (*Paeonia* L.). Уникальные наборы ампликонов (генотипические паспорта) позволяют дифференцировать генотипы культур (сорта, формы, виды), а эталонные спектры – проводить верификацию образцов коллекций на соответствие генотипу оригинального сорта. Составленные дендрограммы генетического сходства/отдаленности сортов позволили уточнить или высветить происхождение исследованных генотипов.

Для проведения молекулярно-генетической паспортизации была использована техника ПЦР на основе трех маркерных систем (RAPD, ISSR, SRAP) для сортов рода *Paeonia* и двух маркерных систем (RAPD, ISSR) – для сортов рода амарант (*Amaranthus* L.), вакциниум (*Vaccinium* L.), сирень (*Syringa* L.) и др. Разработана система тестирования полиморфизма на внутривидовом уровне с помощью микросателлитных SSR праймеров.

Биотехнологии получения БАВ растительного происхождения. Использование растений как источника БАВ растительного происхождения к настоящему времени значительно возрастает. Культура клеток высших растений может служить альтернативным способом получения растительного сырья для медицины, ветеринарии, парфюмерии и пищевой промышленности. Суть его состоит в получении биомассы культуры клеток растений в стерильных условиях в биореакторах большого объема. Преимущества такого использования культур клеток достаточно ощутимы – это практически абсолютная экологическая чистота процесса выращивания культуры клеток; гарантированное получение растительной биомассы с заданными характеристиками независимо от сезона, климатических и погодных условий; высокие скорости получения биомассы – до 2 граммов сухой био-

массы с литра среды за сутки (для сравнения: прирост корня женьшеня на плантации – 1–2 грамма в год); гарантированное отсутствие в биомассе пестицидов, гербицидов, радиоактивных соединений и других поллютантов; возможность использования для получения биомассы стандартного оборудования микробиологических производств (биореакторов, постферментационных систем и др.).

В ряде случаев биомасса клеток *in vitro* превосходит по свойствам природное или плантационное растение. Культура клеток оказывается незаменимой в случае использования редких, исчезающих или тропических видов лекарственных растений. Так, в ЦБС НАН Беларуси получены каллусные и суспензионные линии расторопши пятнистой красноточкового сорта Золушка и белоцветкового сортообразца, установлены их физиолого-биохимические характеристики. Подобраны модификаторы метаболизма, определены белки-маркеры и изучен антиоксидантный потенциал. Получены суспензионные культуры, демонстрирующие высокую продуктивность по биомассе и содержанию вторичных метаболитов с выраженной антиоксидантной активностью.

Таким образом, в практике создания, поддержания и использования биотехнологических коллекций в ЦБС НАН Беларуси существуют следующие направления, связанные с их практическим использованием: сохранение генетических ресурсов путем создания асептических коллекций и банков депонирования растительного материала *in vitro*; клональное микроразмножение растений для быстрого размножения селекционных достижений и производства высококачественного посадочного материала; использование культуры растительных клеток и тканей как суперпродуцентов биологически активных веществ, создание сортов.

Комплексная биохимическая оценка уникального коллекционного генофонда ЦБС НАН Беларуси явилась основой создания сортов. С 2000 до 2019 г. было создано более 25 новых сортов лекарственных растений. Из них – с использованием методов биотехнологии и биохимии – 5 (пажитник греческий Овари голд бел, чернушка посевная Славянка, чернушка дамасская Берегиня, монарда дудчатая Ильгиния, многоколосник гибридный Академик Решетников). У многих видов растений, впервые испытываемых, за период интродукционного изучения раскрываются потенциальные возможности для дальнейшего их разнообразного и разнопланового использования.



Гейхера в асептической культуре
и в композиции вертикального озеленения

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОХРАНЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ природной флоры Республики Беларусь

С. А. Дмитриева, доктор биологических наук, профессор;
С. С. Савчук;
В. Н. Лебедев

Институт экспериментальной ботаники
НАН Беларуси

Природная флора Республики Беларусь включает около 1200 видов хозяйственно полезных растений (более 60 % ее общего состава). Они представляют собой ценный резервный источник удовлетворения насущных и потенциальных запросов населения. По возможному целевому использованию эти растения могут быть классифицированы на следующие основные группы: кормовые, пищевые, лекарственные, медоносные, технические, декоративные, фитомелиоративные, почвоукрепляющие, ядовитые. При этом преобладающее большинство видов полезных являются многофункциональными, т. е. один и тот же вид одновременно может использоваться, к примеру, в качестве лекарственного, кормового, технического, декоративного и пр.

Наиболее крупной по числу видов является группа лекарственных растений (около 1000 видов), используемых в разных странах при лечении широкого спектра заболеваний, что является отражением многовековых традиций и опыта народонаселения при проживании в разнообразных, нередко сложных бытовых условиях. Группа кормовых растений включает 575 видов, пищевых – 520, технических – 193, декоративных – 429, фитомелиоративных – более 100, пряноаромати-

ческих – более 80, медоносных – около 400, ядовитых – 174.

Виды этого представительного по численности компонента природной флоры различаются по систематическому положению, генезису, эколого-биологическим особенностям, частоте встречаемости, обилию, уровню генетической изменчивости, ресурсному и адаптационному потенциалу и иным признакам и свойствам. Их целенаправленное использование должно осуществляться на научно обоснованных принципах и подходах с учетом видоспецифичных особенностей и возможностей восстановления исходного биологического и генетического разнообразия.

Среди хозяйственно полезных растений природной флоры особого внимания заслуживает компонент диких родичей культурных растений (ДРКР), представляющих собой источники и доноры ценного генетического материала для использования в селекционной практике. ДРКР – это эволюционно близкие к культурным растениям виды естественной флоры, входящие в один род с культурными растениями, введенные или потенциально пригодные для введения в культуру или использования в процессе получения новых сортов. Селекционная значимость генофонда



Дмитриева Софья Александровна, главный научный сотрудник лаборатории флоры и систематики растений

видов ДРКР заключается в том, что они, прежде всего, характеризуются высоким адаптационным потенциалом, что обеспечивает повышенную устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов среды – вредителей и болезней, экстремальных режимов температуры, уровня влагообеспеченности, кислотности и трофности почвы.



Подготовка коллекционных образцов



Оценка состояния природных популяций

В результате проведенной нами первичной инвентаризации ДРКР установлено, что к ним относятся 668 видов растений, что составляет более 30 % по отношению к общему числу видов во флоре республики и более 50 % по отношению к числу хозяйственно полезных растений. Около 500 видов ДРКР могут быть использованы в качестве продовольственных (пищевых, кормовых, медоносных растений). В результате ранжирования видов по степени филогенетического родства с культурными растениями установлено, что на долю видов 1–3-го рангов, находящихся в наиболее тесном родстве с культурными растениями и одновременно являющихся самыми ценными в хозяйственном и селекционном отношении, приходится 47,6 % видов растений. В качестве примера могут служить следующие представители родов кормового и пищевого назначения, а именно: **малины** (*Rubus* L.), **черники** (*Vaccinium* L.), **смородины** (*Ribes* L.), **клюквы** (*Oxycoccus* Hill.), **шиповника** (*Rosa* L.), **лука** (*Allium* L.), **ежи** (*Dactylis* L.), **timoфеевки** (*Phleum* L.), **овсяницы** (*Festuca* L.), **райграса** (*Lolium* L.), **бекмании** (*Beckmania* Host), **мятлика** (*Poa* L.), **костра** (*Bromus* L.), **лисохвоста** (*Alopecurus* L.), **клевера** (*Trifolium* L.), **люцерны** (*Medicago* L.), **вики** (*Vicia* L.), **чины** (*Lathyrus* L.), **донника** (*Melilotus* Mill.), **лядвенца** (*Lotus* L.) и др.

ДРКР отличаются высоким разнообразием по таксономической принадлежности и эколого-биологическим особенностям. В эволюционном аспекте они являются представителями 69 семейств и 243 родов, различаясь при

этом по частоте встречаемости, широте экологической амплитуды, фитоценотической принадлежности и роли, жизненным формам, способу размножения и опыления, продолжительности жизненного цикла, уровню генетической изменчивости, полезности, экономической и ресурсной ценности и др., что, несомненно, необходимо учитывать при разработке и реализации мероприятий по сохранению и использованию их генофонда.

Современная стратегия сохранения генетических ресурсов растений предполагает комплексное использование двух подходов: *in situ* (в природной среде) и *ex situ* (в контролируемых условиях генетических банков). Приоритетным считается *in situ* сохранение, поскольку оно обеспечивает сохранность вида как динамичной системы популяций, изменяющихся в пространстве и времени, а также возможность протекания микроэволюционных адаптивных процессов при воздействии широкого комплекса природных и антропогенных факторов.

В работе по сохранению генофонда ДРКР (в том числе и растительного компонента вообще) основное внимание необходимо уделять охране видов растений, характеризующихся ограниченным распространением, поскольку они уязвимы к воздействию неблагоприятных флуктуирующих факторов среды. В результате проведенной нами классификации ДРКР по частоте их встречаемости на территории республики установлено, что группа «встречаются часто» включает 163 (24,4 %) вида, «встречаются изредка» – 179 (26,8 %), «редко и очень редко» – 326 (48,8 %) видов. К ДРКР

относится уникальная в генетическом отношении группа растений (включающая 72 вида), находящихся в республике на пределе своего естественного распространения, в краевых зонах ареала. Генофонд «пограничных» видов представляет собой лишь небольшую часть общего видового генофонда и характеризуется в сравнении с ним более узкой генетической изменчивостью. Вместе с тем он постоянно испытывает действие напряженных и нередко даже экстремальных условий пограничных зон и в связи с этим приобретает новые адаптивные свойства к условиям конкретного природного региона, что повышает его селекционную ценность. Растения пограничных зон отличаются повышенной уязвимостью по отношению к воздействию неблагоприятных факторов – как антропогенных, так и природных. Они должны быть отнесены к числу первоочередных объектов охраны.

При разработке проекта «Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь», осуществляемой по инициативе ФАО (2017–2019 гг.), определены основные последовательные этапы деятельности по сохранению генофонда ДРКР в условиях *in situ*. Они сводятся к следующему. Инвентаризация ДРКР и выделение приоритетных видов на основе критериев их уязвимости и экономической ценности. Изучение их пространственной эколого-географической локализации. Разработка и реализации системы мониторинга с целью выявления оптимальных условий онтогенеза и факторов угрозы на основе видоспецифичных простых и информативных критериев, адекватно отражающих жизненную стратегию природных популяций. В их числе могут быть: величина популяций и занимаемая ими площадь, габитус растений, полнота прохождения фенофаз, качество пыльцы, особенности плодоношения. Важным показателем жизненной стратегии популяций является их возрастной состав, т. е. соотношение в популяциях молодых (ювенильных), генеративных и постгенеративных особей. Реинтродукция (расширение ареала) редких охраняемых видов растений в оптимальные для них местообитания, аналогичные по комплексу условий с исходными экотопами.

Заключительным этапом является разработка научно обоснованных перспективных планов и программ по сохранению генофонда ДРКР с учетом их биологических особенностей,



Зубровка ползучая

частоты встречаемости и экономической значимости, а также комплекса закономерно меняющихся условий и факторов – экономических, социальных, экологических. Целесообразна также подготовка соответствующей законодательной базы и природоохранных документов, касающихся системы мониторинга, режимов и форм землепользования, интенсивности антропогенной нагрузки, реализации природоохранных мероприятий. Это откроет возможности применения комплексных подходов в вопросах сохранения генофонда и повысит эффективность реализации научно обоснованных охранных мероприятий.

В соответствии с современными европейскими стандартами сохранение генетических ресурсов растений не является самостоятельной обособленной проблемой. Оно предполагает рациональное устойчивое их использование. С этой целью в процессе работы необходимо формировать базы данных, где должна быть отражена информация о состоянии природных популяций, результатах мониторинга, принимаемых мерах охраны и их эффективности, паспортных данных охраняемых популяций, рекомендациях о рациональном их использовании для нужд продовольствия и селекции. Важным условием целенаправленного использования генетических ресурсов растений является доступность информации, т. е. размещение ее на общедоступных сайтах.

Сохранение генетических ресурсов растений в условиях *ex situ* обеспечивает длительное гарантированное сохранение больших объемов генетического материала вне естественных мест обитания и позволяет одновременно осуществлять целенаправленное, устойчивое его использование, изучение, централизованный учет и контроль.

В Национальный генетический банк Республики Беларусь нами представлено (по состоянию на конец вегетационного периода 2019 г.) **1296 образцов семян хозяйственно полезных растений**, в том числе ДРКР и диких продовольственных видов. Сбор семян документируется гербарными образцами, которые хранятся в «Национальном гербарии Республики Беларусь» (MSK), функционирующем при Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси. В годовых отчетах по заданиям Государственной программы «Генофонд» представляется краткая морфологическая, биологическая и эколого-географическая характеристика



Клевер средний

видов, их созологический (охранный) статус, полезные свойства.

Большинство сохраняемых образцов относятся к видам растений, характеризующихся на территории республики ограниченным распространением.

В связи с селекционной значимостью видов, относящихся к ДРКР, нами уделено особое внимание сохранению генетических ресурсов именно этого компонента. Из представленных в хранилище образцов 812 (62,7 % от их общего количества) относятся к ДРКР.

Однако проблема сохранения генетических ресурсов природной флоры в условиях *ex situ* еще далека от своего удовлетворительного решения. Отметим, что в настоящее время в генетическом банке сохраняются образцы 569 видов хозяйственно полезных растений, что составляет 47,4 % от их общего числа (1200 видов). Количество охраняемых ДРКР еще ниже – 297.

Для обеспечения достаточной репрезентативности в генетических банках внутривидового генетического разнообразия, продукционного и адаптационного потенциала необходимо, чтобы сохраняемый материал был собран в широком диапазоне занимаемых видом экологических ниш. Для Беларуси, несмотря на небольшую площадь занимаемой ею территории, желательна репрезентативность генетического материала из разных ее частей – северной, южной, западной, восточной, центральной, поскольку они в определенной мере различаются по комплексу экологических факторов. Вместе с тем многие виды даже на небольшой территории занимают разные экологические ниши, произрастая в рас-

тительных сообществах разных типов. Это обстоятельство также желательно учитывать. К тому же наши сборы пока неравномерно охватывают территорию республики. Большинство из них осуществлено лишь в немногих (в 1–2) местообитаниях центральной, южной и западной частей, тогда как северная и восточная ее части (Витебская и Могилевская области) обследованы слабее.

Таким образом, биологические ресурсы природной флоры Республики Беларусь способны удовлетворять разнообразные бытовые запросы и потребности населения, различных отраслей промышленности и даже явиться предметом экспорта. Однако научно-методическая основа рационального использования и сохранения большинства хозяйственно полезных видов в должной мере не разработана. Современная стратегия сохранения генофонда включает два взаимодополняющих подхода – *in situ* и *ex situ*. Приоритетными для сохранения являются экономически ценные, ресурсно значимые виды, большинство из которых относится к широко распространенным, полиморфным. Их охрана должна осуществляться на основе детального изучения внутривидовой изменчивости и таксономической структуры, позволяющей выявить ценные внутривидовые таксоны. Сохранение редких видов необходимо осуществлять на основе мониторинга, позволяющего выявить оптимальные условия онтогенеза и факторы угрозы как основы дальнейших последовательных этапов культивирования и реинтродукции охраняемого материала в природную среду.

Надежный почвенный гербицид



Гербицид почвенного действия для защиты гороха, сои, люпина и кормовых бобов. Уничтожает широкий спектр однолетних двудольных и злаковых сорняков. Обладает широким «окном» применения (до и после посева, до всходов культуры). Обеспечивает длительное защитное действие (до 12 недель), что снимает необходимость в дополнительных обработках в течение сезона. Высочайше селективен по отношению к обрабатываемым культурам. Безопасен в севообороте. Удобен в применении благодаря современной жидкой препаративной форме.

ЗАО «Август-Бел»

Тел.: (01713) 938-00.

По вопросам приобретения обращаться по тел.: (017) 306-01-08,
применения – тел.: (017) 306-01-09

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust
crop protection

Непреодолимая преграда для сорняков



Камелот®

С-метолахлор, 312,5 г/л +
+ тербутилазин, 187,5 г/л



Надежный двухкомпонентный гербицид почвенного и листового действия для комплексного контроля сорняков в посевах люпина узколистного. Уничтожает широкий спектр однолетних двудольных и злаковых сорных растений. Используется до всходов или до фазы 2 - 3 листьев культуры. При отсутствии засушливых условий не требует немедленной заделки. Защищает посевы на длительный период (8 - 10 недель). Высокоселективен, может использоваться на селекционных участках. Безопасен в севообороте. В комбинации со страховым гербицидом контролирует весь спектр сорняков, включая поздно прорастающие виды.

ЗАО «Август-Бел»

Тел.: (01713) 938-00.

По вопросам приобретения обращаться по тел.: (017) 306-01-08,
применения – тел.: (017) 306-01-09

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

КОЛЛЕКЦИОННЫЙ ФОНД ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ

А. И. Ковалевич, кандидат с.-х. наук;
В. Е. Падутков, член-корреспондент НАН Беларуси;
Д. И. Каган, ведущий научный сотрудник;
А. И. Сидор, кандидат с.-х. наук

Институт леса НАН Беларуси

Лесные генетические ресурсы – это передающиеся по наследству материалы, содержащиеся внутри одного и различных видов древесных растений, представляющих фактическую или потенциальную экономическую, экологическую, научную и социальную ценность (ФАО, 2014). Общая площадь лесов в мире, согласно последней Глобальной оценке лесных ресурсов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (2015), составляет 3999 млн га, или 30,6 % территории суши. В Беларуси леса являются одним из основных возобновляемых природных ресурсов и важнейших национальных богатств, занимая 39,8 % площади страны.

В современных изменяющихся условиях окружающей среды наблюдаются процессы ослабления насаждений лесобразующих пород, снижения их биологической устойчивости. В связи с этим одной из основных целей и стратегических приоритетов является необходимость сохранения биологического и генетического разнообразия лесов. Создание коллекций генетиче-

ских ресурсов древесных видов делает возможным достижение данной цели, обеспечивает принцип постоянной целостности генетической информации в ряду поколений, способности популяций адаптироваться к различным условиям окружающей среды.

В Беларуси создан уникальный коллекционный фонд древесных видов, включающий коллекции *in situ* и *ex situ* сохранения лесных генетических ресурсов, семенные коллекции плюсовых и элитных деревьев, коллекции ДНК и культур *in vitro* древесно-кустарниковых и декоративных растений.

В рамках реализации мероприятий по сохранению генофонда лесов *in situ* выявлены и паспортизированы ценные лесные сообщества, выделенные в 17 лесных генетических резерватов общей площадью 4828 га для дуба черешчатого (2622 га), сосны обыкновенной (1541 га), ели европейской (551 га), ясеня обыкновенного (114 га). В настоящее время такие работы ведутся для липы мелколистной и клена остролистного. По результатам проведенной инвентаризации на площа-



Ковалевич Александр Иванович,
директор института

ди 1587,91 га выделены плюсовые лесные насаждения, отобрано 3452 плюсовых деревьев 17 аборигенных и ценных акклиматизированных древесных видов (таблица).

Объекты *in situ* сохранения генетических ресурсов древесных видов

Древесный вид	Плюсовые деревья, шт.	Плюсовые лесные насаждения, га
Сосна обыкновенная / <i>Pinus sylvestris</i>	2094	904,21
Сосна веймутова / <i>Pinus strobus</i>	33	1,50
Сосна кедровая сибирская / <i>Pinus sibirica</i>	–	–
Ель европейская / <i>Picea abies</i>	245	32,80
Ель колючая / <i>Picea pungens</i>	–	–
Пихта белая / <i>Abies alba</i>	4	–
Пихта великая / <i>Abies grandis</i>	–	–
Псевдотсуга Мензиса / <i>Pseudotsuga menziesii</i>	–	–
Лиственница европейская / <i>Larix decidua</i>	105	2,60
Лиственница сибирская / <i>Larix sibirica</i>	52	0,60
Дуб черешчатый / <i>Quercus robur</i>	683	532,00
Бук европейский / <i>Fagus sylvatica</i>	6	0,30
Ясень обыкновенный / <i>Fraxinus excelsior</i>	19	–
Ольха черная / <i>Alnus glutinosa</i>	82	19,80
Осина форма зеленокорая / <i>Populus tremula</i>	6	–
Береза повислая / <i>Betula pendula</i>	100	41,10
Береза карельская / <i>Betula pendula</i> var. <i>carelica</i>	23	53,00
Итого	3452	1587,91

Сотрудниками Института леса НАН Беларуси осуществлена мобилизация и использование ценных генетических ресурсов сосны обыкновенной и дуба черешчатого Национального парка «Беловежская пуща». В результате проведенной работы выделено 12 плюсовых лесных насаждений на площади 226,4 га, в т. ч. сосны обыкновенной – 149,0 га, дуба черешчатого – 77,4 га. Отобрано 665 плюсовых деревьев, в т. ч. сосны обыкновенной – 460 шт., дуба черешчатого – 215 шт., для которых проведено описание по морфологическим и молекулярно-генетическим маркерам.

Плюсовые деревья сосны обыкновенной характеризуются узкокронной и ширококронной формой кроны; чешуйчатым, пластинчатым и воротничковым типом коры. Плюсовые деревья дуба черешчатого характеризуются раскидистой, овальной, округлой, метловидной формой кроны; глубоко- и мелкобороздчатым, бороздчатым типом коры. В целом отобранные деревья имеют высокий уровень генетической изменчивости.

По результатам селекционно-генетической оценки в географических культурах ели европейской и сосны обыкновенной 40 климатипов (для каждого вида по 20) выделено кандидатами в сорта-популяции.

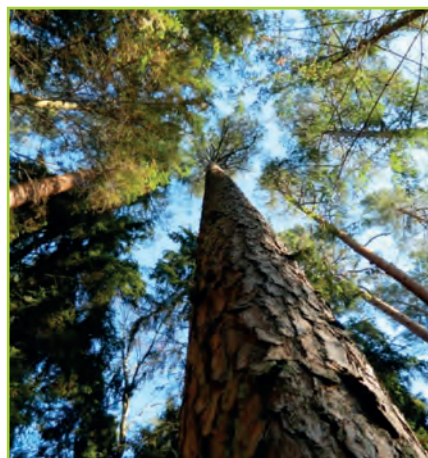
В рамках реализации мероприятий по сохранению генофонда лесов *ex situ* создано более 30 объектов сохранения генетических ресурсов хвойных и лиственных древесных видов, включающих коллекции: (1) клонов и форм элитных и плюсовых деревьев сосны обыкновенной, ели европейской, березы карельской на архивно-маточных плантациях (299 клонов и форм); (2) семей плюсовых деревьев сосны обыкновенной, ели европейской на семейственных плантациях (66 семей); (3) климатипов сосны обыкновенной, ели европейской в географических культурах (266 климатипов); (4) коллекции по тестированию потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной, ели европейской, дуба черешчатого в испытательных культурах (1267 семей).

В 2019 году на территории Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра, Корневской и Двинской экспериментальных лесных баз Института леса НАН Беларуси создана базовая коллекция уникальных, редких и хозяйственно ценных форм и видов лесных древесных растений общей площадью более 3 га. В коллекции представлено более 25 аборигенных и ценных акклиматизированных древесных видов, в том числе: (1) устойчивые к климатическому стрессу

происхождения сосны обыкновенной и ели европейской, отобранные в составе географических культур, и перспективные интродуценты (липа кавказская и опушенностолбиковая); (2) устойчивые к фитопатогенам формы ясеня обыкновенного; (3) редкие виды, занесенные в Красную книгу Республики Беларусь (пихта белая, береза карликовая и карельская); (4) восемь памятников природы республиканского и местного значения (дуб черешчатый, пихта белая, лиственница сибирская); (5) быстрорастущие и высокопродуктивные клоны и формы сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы европейской, псевдотсуги Мензиса, дуба черешчатого, бука европейского, березы повислой (в т. ч. чернокорой и далекарлийской), тополей; (6) семенное потомство хвойных интродуцентов (сосна веймутова, сосна кедровая сибирская и корейская); (7) пищевые виды (орех грецкий, шелковица черная); (8) 14 сортов декоративных форм сосны обыкновенной и др.

В Генетическом банке лесных древесных видов Института леса НАН Беларуси сформированы активные семенные коллекции плюсовых и элитных деревьев сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы европейской, березы карельской (всего – более 300 образцов), создана стержневая коллекция генетических ресурсов лиственницы европейской. Проведена генетическая и морфологическая паспортизация коллекционных партий семян.

Результаты испытаний посевных качеств семян элитных и плюсовых деревьев сосны обыкновенной показали, что их средняя всхожесть составляет 91,8 и 89,2 % соответственно, средняя энергия прорастания – 88,0 и 85,2 % соответственно. Качественные показатели коллекционных образцов семян сосны обыкновенной высокие и составляют 90–95 %.

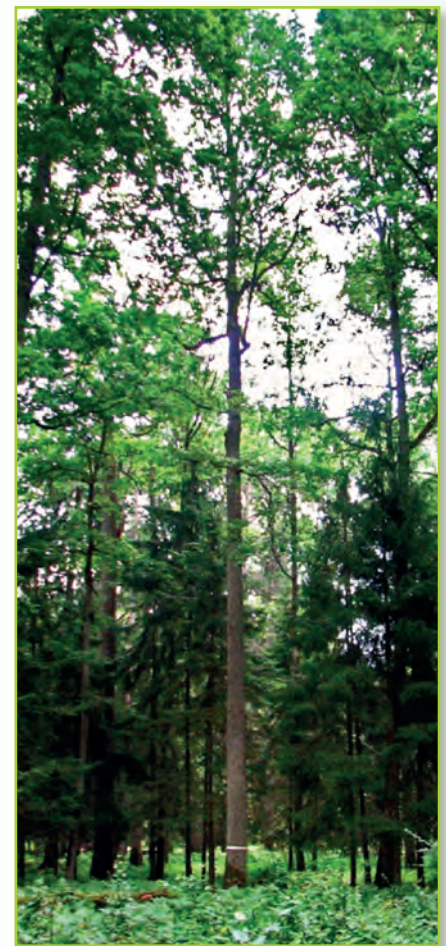


Плюсовое дерево
сосны обыкновенной

Коллекционные семенные образцы ели европейской представлены 130 клонами плюсовых деревьев, произрастающих в архивно-маточных и лесосеменных плантациях второго порядка Глубокского опытного и Крупского лесхозов, Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси. В результате проведенной оценки установлено, что усредненные качественные характеристики семенных образцов составляют соответственно: выход семян – 2,40, 2,90, 3,95 %; цвет семян – темно-коричневый; вес 1000 шт. семян – 6,84, 6,43, 7,40 г.

Определение посевных качеств семенных образцов стержневой коллекции генетических ресурсов лиственницы европейской показало, что их средняя энергия прорастания и всхожесть составляют 35,5 и 48,7 % соответственно, что является хорошим показателем качества семян данного древесного вида. На основании проведенного молекулярно-генетического анализа установлено, что коллекционные семенные наборы лиственницы европейской характеризуются высоким запасом генетической изменчивости.

В результате выполненных генетико-селекционных изысканий сформиро-



Плюсовое дерево
дуба черешчатого



Архивы клонов лиственницы европейской и карельской березы

ваны коллекции ДНК генетических ресурсов сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы европейской, дуба черешчатого, березы повислой, липы мелколистной, ясеня обыкновенного, ольхи черной, граба обыкновенного (более 4500 образцов), которые обеспечивают возможность длительного депонирования нуклеиновых кислот и могут быть использованы как для проведения фундаментальных исследований, так и для разработки и реализации кратко- и долгосрочных стратегий сохранения генетического разнообразия.

С использованием методов биотехнологии в Генетическом банке лесных древесных видов Института леса НАН Беларуси создана коллекция культур *in vitro* древесно-кустарниковых и декоративных растений, включающая в настоящее время 120 клонов 31 вида и обеспечивающая сохранение хозяйственно ценных генотипов и форм, генофонда редких и исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. В состав коллекции входят клоны липы мелколистной, ясеня обыкновенного, ясеня пенсильванского, дуба черешчатого, ольхи черной, видов рода Береза и их гибридов (б. повислая, б. карельская, б. далекарлийская, б. чернокорая, б. пушистая, б. карликовая, триплоидные гибридные березы), видов рода Тополь

и их гибридов (т. волосистоплодный, т. корейский, т. китайский, т. Вислицена, т. Петровского, т. белый, сложные гибриды тополя канадского, осина), видов рода Ива (и. козья, и. ломкая), клоны декоративных форм древесно-кустарниковых растений (форзиция европейская, чубушник тонколистый, бирючина обыкновенная, бересклет Форчуна, спирея калинолистная, спирея иволистная, спирея японская, сирень обыкновенная).

В 2019 году в состав коллекции *in vitro* включены клоны лировидной, шаровидно-утолщенной, кустарниковой, кустовидной и короткостебельной форм березы карельской, а также 12 клонов с высокоузороватой древесиной.

Помимо древесных растений в Институте леса НАН Беларуси проводятся работы по изучению, сохранению и использованию генетических ресурсов диких родичей культурных растений, произрастающих в лесных экосистемах. В результате многолетних исследований по оценке биоразнообразия ягодников подсемейства Брусничные создан коллекционный *ex situ* фонд дикоросов, отобранных из естественных популяций – опытно-производственная плантация форм ягодных растений Института леса НАН Беларуси. В коллекции в естественном состоянии поддерживаются и содержатся хозяйственно полезные представители

природной флоры страны (голубики топяной – 11 форм (по окраске и форме ягоды, габитусу куста); брусники обыкновенной – 5 форм (по окраске, форме и характеру расположения ягоды, 1 сорт)), перспективные сорта интродуцентов других регионов (голубики высокорослой – 15 сортов; клюквы крупноплодной – 5 сортов). Сформирована и пополняется электронная база отобранных в природе форм ягодных растений подсемейства Брусничные (более 1100 описаний), содержащая их морфологические характеристики, описание мест (координаты, привязка) и условий произрастания.

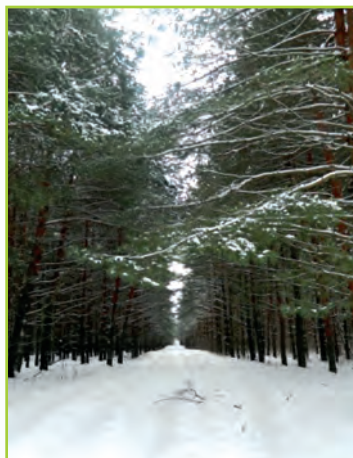
Наряду с продолжением изучения, сохранения и рационального использования уже существующего коллекционного фонда лесных генетических ресурсов, в настоящее время проводятся работы по созданию коллекций видов, являющихся экологически пластичными и устойчивыми в условиях изменяющегося климата (например, липа мелколистная), формированию новых полевых, семенных, *in vitro* и ДНК-коллекций генофонда древесных видов Беларуси. В дальнейшем важным является создание коллекционного фонда интродуцентов, перспективных для лесовыращивания в изменяющихся условиях окружающей среды; разработка и использование технологий длительного хранения и криоконсервации лесных генетических ресурсов, создание банков пыльцы и гермоплазмы древесных видов.



Коллекция ДНК генетических ресурсов главных лесообразующих видов Беларуси



Географические культуры ели европейской и сосны обыкновенной



Испытательные культуры сосны обыкновенной и ели европейской

КОЛЛЕКЦИОННЫЙ ФОНД НАЦИОНАЛЬНОГО БАНКА СЕМЯН ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ

Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию

И. С. Матыс, кандидат с. х. наук;
И. М. Маркевич, научный сотрудник

Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», является ведущим научным учреждением в области растениеводства, координирует работу в стране по сбору, изучению и сохранению генофонда растений, здесь ведется селекция более 40 основных сельскохозяйственных культур, на его базе создан Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений (генбанк).

Коллекционный фонд хозяйственно полезных ресурсов растений, сохраняемый в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», в настоящее время насчитывает более 43,0 тысяч коллекционных образцов, 47 культур, 356 родов, 702 вида, включает активную (11824 образца) и национальную базовую коллекцию, которая охватывает генофонд белорусского происхождения, лучшие зарубежные сорта, наиболее ценные коллекционные образцы – 9547 образцов, целевые признаковые, стержневые коллекции, и коллекционные образцы не имеющих аналогов в мире коллекцию семян исходного образца – 19718 шт.

Хранение

В генном банке на хранении находится семенной материал **генетических ресурсов растений зерновых**



(пшеница озимая, пшеница яровая, рожь озимая, тритикале озимое, тритикале яровое, ячмень яровой, овес яровой) – **8955** образцов из 73 стран мира (2 семейства, 5 родов, 50 видов, 300 разновидностей); **зернобобовых** (горох посевной, горох полевой (пелюшка), вика посевная яровая, люпин желтый, люпин узколистный, бобы кормовые) – **3208** оригинальных образцов из 46 стран мира; **крупяные** (гречиха, просо и просовидные) – **728** оригинальных образцов (2 семейства, 4 рода, 5 видов, 15 разновидностей) из 25 стран мира; **кормовые** – **2932** образцов из 35 стран мира; **масличные** (рапс озимый, рапс яровой, редька масличная, сурепица озимая, горчица белая) – **1192** образца (3 рода, 6 видов, 5 разновидностей) из 23 стран мира; **сахарная свекла** (*Beta vulgaris* L.) – **281** образец; **лен** (*Linum* L.) – **909** образцов и коллекция дикорастущих хозяйственно полезных растений (в том числе диких родичей культурных растений), представленная 1069 образцами семян природных популяций, которые относятся к 475 видам, 285 родам, 62 семействам. В их числе 89 редких видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. В относительном выражении наибольший удельный вес составляют образцы зерновых культур – 45,0 %. Зернобобовые составляют 16,0 % коллекционного фонда, масличные (крестоцветные) – 6,0 %, крупяные – 4,0 %, кормовые – 15,0 % и прочие культуры – 14 %. Семенные коллекции по своему географическому происхождению включают коллекционные образцы 73 стран мира, 46 % коллекционных образцов белорусского происхождения.



Коллекция семян генетических ресурсов растений исходного образца, 2019 г.



Матыс Ирина Станиславовна,
заведующая отделом генетических
ресурсов растений

каждый образец, включенный в основной каталог после комплексного изучения в полевых и лабораторных условиях, размножается для закладки на длительное и оперативное хранение в контролируемых условиях (–18 °С и + 4 °С). Периодически проводится инвентаризация состояния сохраняемых образцов и осуществляется постоянный контроль за своевременностью их пересева.

Для эффективного сохранения коллекционных образцов коллекции подразделяются на следующие типы:

Базовая коллекция (9547 шт.) – служит для долгосрочного сохранения генетической целостности и высокой



Коллекционные образцы долгосрочного хранения, 2019 г.

жизнеспособности собранного видового и внутривидового разнообразия растений. Она включает образцы, внесенные в постоянный каталог и находящиеся на долгосрочном хранении в специализированном хранилище генного банка растений Республики Беларусь. Семена хранят при низких температурах воздуха (-18°C), они остаются жизнеспособными в течение длительного времени без пересева. Коллекция не имеет аналогов в мире, в ее составе 10 семейств, 21 род, 61 вид, 135 разновидностей полевых культур и 47 родов, 98 видов природной флоры Республики Беларусь. Доступ к Базовой коллекции предельно ограничен.

Активная коллекция генетических ресурсов растений зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур насчитывает 11824 коллекционных образца генофонда хозяйственно полезных растений (10 семейств, 21 род, 61 вид, 135 разновидностей), хранится 10–15 лет при температуре $+4^{\circ}\text{C}$ в количестве 15 тыс. всхожих семян каждого образца, предназначена для обмена и обеспечения коллекционными образцами отечественных и зарубежных исследователей, эффективно используется в селекции и в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь для создания новых ресурсо- и энергосберегающих сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

Коллекции семян генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных куль-

тур, сахарной свеклы и льна активной коллекции включают в свой состав образцы:

- селекционные сортообразцы (линии) и сорта:
 - с высокой степенью проявления отдельных ценных признаков;
 - с эффективным сочетанием признаков;
 - с донорскими свойствами;
- ценные самоопыляемые линии с высокой комбинационной способностью;
- образцы с генетическими маркерами отдельных признаков;
- ценные константные образцы с измененным набором хромосом;
- мутантные образцы с явным отличием от исходного материала по отдельным признакам или их сочетаниям;
- образцы с ценными признаками, перенесенными из других видов, родов путем отдаленной гибридизации, генной инженерии и другими методами;
- ценные аллоплазматические линии;
- образцы природных популяций диких родичей культурных растений, хозяйственно ценных видов растений, редких видов растений.

Изучение

Рабочие коллекции 2019 года насчитывали 2445 коллекционных образцов по 17 яровым и 6 коллекциям

озимых культур. В этих коллекциях проводится первичная оценка поступившего материала для получения полной характеристики всех образцов по основным биологическим свойствам, морфологическим и хозяйственно ценным признакам. По результатам этого изучения выделяют образцы и формы, наиболее ценные для селекционного использования по важным для селекции признакам.

Документирование

Процесс документирования и ведения баз данных по культурам позволил сформировать единую электронную базу данных по накопленному коллекционному фонду, который ежегодно пополняется новыми исходными данными, ведется работа по паспортизации коллекционных образцов. Паспортная База данных информационной системы генетических ресурсов растений Республики Беларусь объединяет информацию по 31788 коллекционным образцам генофонда 13 исполнителей заданий Государственной программы «Научные технологии и техника» подпрограммы 4 «Мобилизация и рациональное использование генетических ресурсов растений Национального банка для селекции, обогащения культурной и природной флоры Беларуси» на 2016–2020 годы. Присвоено 812 национальных каталожных номеров (ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», Институт льна, Полесский институт растениеводства, РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле, образцы белорусского происхождения РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»), информация включена в Базу данных информационной системы РБ. Новой информацией пополнены паспортные БД, которые содержат сведения по 17951 образцу более чем из 80 стран мира. Пополнилась новая информацией описательная база данных, включающая информацию о хозяйственной



Коллекционные образцы активной коллекции, 2019 г.



Рабочая коллекция образцов пшеницы озимой (*Triticum* L.), 2019 г.

полезности, ценности селекционного материала, идентификационных и биохимических признаках и свойствах. Базы данных по хранению коллекции заполняются по мере закладки образцов на хранение в генбанке.

Использование

Постоянно растет спрос на генетические ресурсы растений для решения проблем, которые вызваны изменением климата, возрастанием степени вирулентности ведущих вредных организмов. В связи с этим коллекции генбанка активно используются как источники для создания новых высокоэффективных отечественных сортов и гибридов. В результате активной работы по обмену с зарубежными генетическими банками и селекционными центрами мира и новыми поступлениями от отечественных селекционеров коллекции семян генбанка увеличились на 1885 образцов. Новые коллекционные образцы получены из России, Национальных центров генетических ресурсов растений Латвии, Эстонии, США, Китая, Казахстана, Словакии и др. Генбанком переданы коллекционные образцы в НЦГРРУ (21 образец

зерновых культур), в ВИР (30 образцов пшеницы, 2 образца горчицы, 18 образцов из коллекции Института льна), Дальневосточного НИИСХ (30 образцов зерновых культур) в рамках коллекционного обмена; заявка ГНУ «Центральный ботанический сад» (6 образцов многолетних злаковых трав) для научно-исследовательской работы, лаборатории иммунитета РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (200 образцов яровой мягкой пшеницы и 20 образцов люпина) для исследований на инфекционном фоне, ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» – 18 образцов озимой пшеницы для проведения научного исследования по определению ключевых факторов для развития морозоустойчивости дегидринов озимой пшеницы, 22 образца овса посевного для проведения исследований по заданию «Исследование генетического разнообразия сортового генофонда овса посевного *Avena sativa* L. с целью разработки системы молекулярных маркеров для повышения эффективности селекционного процесса» ГПНИ «Биотехнологии» (2019–2020 гг.), 20 образцов зернобобовых культур для проведения научного

исследования по ДНК-типированию хозяйственно ценных признаков. За период 2000–2019 годы с использованием генофонда коллекций в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» создано 259 сортов (зерновых, зернобобовых, кормовых и масличных культур), только в 2018 году передано в государственное сортоиспытание 34 сорта, 20 сортов включены в Государственный реестр сортов.

Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» объявлен научным объектом, являющимся национальным достоянием (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.12.2019 г. № 924) и включен в Государственный реестр научных объектов, которые составляют национальное достояние. Важно подчеркнуть, что эти коллекции являются стратегическим ресурсом и основой устойчивого производства зерна, кормов и других видов растениеводческой продукции и необходимы для создания новых высокоэффективных отечественных сортов и гибридов, а их сохранение является основой продовольственной безопасности.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ФОНД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ Полесского института растениеводства

Л. П. Шиманский, кандидат с.-х. наук;
В. И. Кравцов, кандидат с.-х. наук

Полесский институт растениеводства

В рамках ГП «Мобилизация и рациональное использование генетических ресурсов растений Национального банка для селекции, обогащения культурной и природной флоры Беларуси» на 2016–2020 годы «РНДРУП «Полесский институт растениеводства» работал по заданию «Идентифицировать генетические ресурсы кукурузы, подсолнечника и кормовых культур по комплексу хозяйственно полезных признаков, выделить источники и доноры ценных признаков и обеспечить их рациональное использование в селекционном процессе».

Рабочая коллекция генетических ресурсов сельскохозяйственных культур Полесского института растениеводства включает **200 образцов**.

Объектами исследований являются: кукуруза, подсолнечник, соя и люцерна.



Шиманский Леонид Петрович,
директор института



Кравцов Виталий Иванович,
заведующий лабораторией
селекции кукурузы

Коллекционный питомник **кукурузы** представлен **100** самоопыленными линиями и селекционными образцами.

Коллекционный питомник **сои** представлен **40** образцами.

Коллекционный питомник **люцерны** представлен **20** сортообразцами.

Коллекционный питомник **подсолнечника** представлен **40** самоопыленными линиями.

Кукуруза

Селекционная работа по кукурузе, проводимая в Полесском институте растениеводства, направлена на создание отечественных гибридов зернового и силосно-зернового направления использования с надежным и экономически выгодным семеноводством в южной зоне республики. За относительно короткий период времени коллективом селекционеров была проведена большая работа и получены важные результаты. Были изучена и классифицирована коллекция самоопыленных линий кукурузы из мирового генофонда, выделены лучшие образцы по комплексу хозяйственно-биологических признаков, созданы первые линии кукурузы отечественной селекции, позволяющие

создавать достойные гибриды кукурузы. Данные линии полностью адаптированы к условиям выращивания в южной зоне республики, имеют высокую холодостойкость, устойчивость к основным болезням и вредителям, обеспечивают высокую и стабильную зерновую и семенную продуктивность, обладая при этом средней и высокой комбинационной способностью.

В настоящее время перед селекцией кукурузы ставится ряд узкоспециализированных задач, решение которых невозможно без широкого использования всего генетического потенциала вида, а результативность всего селекционного процесса зависит в первую очередь от генетической ценности исходного материала и его широкой изменчивости. В Полесском институте растениеводства поддерживается рабочая коллекция самоопыленных линий кукурузы. На данный момент ведется работа по созданию нового исходного материала, для создания которого используются константные самоопыленные линии, гибриды иностранной селекции с закрытой родословной, синтетические популяции, сестринские гибриды и др. методы.

Для повышения эффективности селекционных работ большую акту-

альность имеет изучение генетического разнообразия и классификация исходного материала, позволяющие привести его в определенную систему для более рационального использования. Углубление работ по расширению национального генетического фонда кукурузы позволит сохранить полученный к настоящему времени генофонд и повысить эффективность его использования в селекционном процессе.

Сформированная коллекция генофонда кукурузы представлена самоопыленными линиями различного генетического и географического происхождения. Из всех изучаемых образцов 46 % представлены самоопыленными линиями североамериканского происхождения (США, Канада), 19 % – Франция, 11 % – Россия, 14 % – Украина, 2 образца – Болгария, по одному образцу – Чехия, Венгрия, Югославия, Германия, Молдова и Италия.

В ходе исследований (2016–2019 гг.) проведено комплексное изучение рабочей коллекции кукурузы в полевых и лабораторных условиях. Изучены основные идентификационные признаки самоопыленных линий кукурузы: продолжительность вегетационного пери-



Коллекционные образцы кукурузы (*Zea mays* L.)

Источники хозяйственно ценных признаков кукурузы

№ п/п	Признак	Шифр линий
1	Раннеспелость	BC10251
2	Многорядность	ХЛГ289, ХЛГ 286, ХЛГ288, ХЛГ290
3	Длиннопочатковость	BC10251, CM 562–46, Og26, Oh07
4	Склонность к двухпочатковости	Q184, TF903, F676
5	Устойчивость к пузырчатой головне	F676, Oh07, ХЛГ288, TF906
6	Высокая урожайность зерна	Nodak 301–83, АГМ 350, Мо17МВ, ИК 178–2, ИК 206–2
7	Низкая уборочная влажность зерна	P342, BC10251, TF 907, FB124, FC1554, CM174, ЮВ24, CM7
8	Высокий выход зерна из початка	ЮВ 24, Р 346, CM 25, Fc 1554, Fs 15/20, TF 907



Хранение коллекционных образцов

ода, асинхронность цветения мужского и женского соцветий, высота растений, количественные признаки элементов продуктивности, устойчивость к заболеваниям и вредителям, качественный состав зерна и др. Проведена классификация коллекционных образцов по географическому происхождению, консистенции зерна, морфо-биологическим признакам, длине вегетационного периода. Выделены источники хозяйственно ценных признаков (таблица).

Проводится целенаправленная работа по вовлечению ценного генофонда кукурузы в селекционный процесс. В рамках различных селекционных программ для создания гибридов кукурузы различных групп спелости и направления использования вовлечены с новые линии кукурузы из коллекции генофонда: *TF903*, *TF904*, *TF905*, *Co 220*, *Co 223*, *F 676*, *TF9012*, *W 182R*. С данными линиями проведены тест-скрещивания и оценка гибридных потомств в контрольных питомниках.

По результатам проведенных исследований создан Каталог целевых признаков коллекций кукурузы, включающий информацию более чем о 200 коллекционных образцах. Созданные целевые признаковые коллекции позволят повысить эффективность селекционной работы с кукурузой.

В институте обеспечено воспроизведение имеющейся коллекции, ежегодное её пополнение, налажено

краткосрочное хранение образцов. В результате принудительного самоопыления коллекционных образцов получены кондиционные семена, подготовлена и передана на хранение семенная **коллекция кукурузы**, представленная **100** образцами.

С использованием генофонда кукурузы в 2016–2019 годах были созданы и переданы в ГСИ гибриды кукурузы: **Полесский 214 СВ**, **Полесский 216 СВ**, **Вивален 1118**, **Вивален 3118**, **Вивален 3218**, **Вивален 3318**. В Государственный реестр сортов включены следующие гибриды: **Полесский 111** (2017), **Дарья** (2018). В Государственный реестр Российской Федерации на 2019 год включены гибриды Полесский 212 СВ, Полесский 216 СВ, Полесский 220 СВ, испытываются еще ряд гибридов селекции института.

Подсолнечник

Успех селекционной работы с подсолнечником во многом зависит от имеющегося генофонда. Чем он богаче и разнообразнее, тем больше шансов на результативную работу и создание сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, отвечающих требованиям производства по всем параметрам хозяйственно ценных признаков и свойств. Углубление работ по расширению национального генетического фонда подсолнечника позволит сохранить полученный к настоящему времени генофонд и повысить эффективность его использования.

В коллекции генофонда подсолнечника представлены самоопыленные линии подсолнечника отечественной селекции и линии различного генетического и географического происхождения: Россия, Украина, Франция, Канада, США и др.

В ходе исследований изучены основные идентификационные признаки

40 самоопыленных линий подсолнечника: продолжительность вегетационного периода, высота растений, количественные признаки элементов продуктивности, устойчивость к заболеваниям, качественный состав семян и др.

По вегетационному периоду линии классифицированы на 4 группы спелости, выделены линии, обладающие скороспелостью наряду с высокой семенной продуктивностью: Л-1105, Л-3500, Г-3583–7, В-3660, В-1360, Дн/636, данные линии можно отнести к источникам скороспелости.

Путем сложных скрещиваний и многократных отборов создан генетически разнообразный исходный материал низкорослого подсолнечника (Г-3583–7, Л-2530, Л-3474, Л-1105, Л-5660, Л-3500, Л-6289, Л-2210, Л-2820, Л-4439, Л-7001, Л-4431, Л-1008, Л-1933, Л-4352, Л-7085, Л-4148, Л-1067, В-1360) с высотой 70–100 см.

В результате идентификации коллекционного материала по жирнокислотному составу выделены линии с повышенным содержанием олеиновой кислоты: Ех-81 (39,56 %), ВИР-160 (42,24 %), ВКУ-138В (43,01 %).

При оценке коллекционного материала на масличность выделены линии с повышенным содержанием масла в семенах – 38–40 % (Л-II-53, Лв – 2524, 51е, Ех – 81).

По результатам изучения генофонда подсолнечника (2016–2019 гг.) переданы в генбанк на средне- и долгосрочное хранение семена 40 самоопыленных линий подсолнечника с описательной и паспортной базой данных, а также сформированы целевые признаковые коллекции подсолнечника по приоритетным признакам для создания конкурентоспособных, высокопродуктивных сортов и гибридов и подготовлен Каталог национальной коллекции генетических ресурсов подсолнечника.



Коллекционные образцы подсолнечника

С использованием коллекционного материала созданы и переданы в государственное сортоиспытание 5 гибридов подсолнечника (**Везувий**, **Орион**, **Валентин**, **Жаннет**, **Гелиос**) и сорт **Ясень**. В Государственный реестр сортов включены гибриды **Везувий**, **Орион**, **Гелиос** и сорт **Ясень**.

Кормовые культуры (люцерна и соя)

Работа по селекции многолетних трав в Полесском институте растениеводства проводится длительное время. В настоящее время продолжается селекция люцерны посевной, люцерны желтой и межвидовых гибридов. Перед селекцией многолетних бобовых трав ставится ряд узкоспециализированных задач, решение которых невозможно без широкого использования всего генетического потенциала вида, а результативность селекционного процесса зависит в первую очередь от генетической ценности исходного материала. По люцерне созданы, изучаются и пополняются рабочие коллекции. Рабочие коллекции люцерны представлены образцами зарубежной селекции и селекции Полесского института растениеводства, дикорастущими популяциями из разнообразных зон географического происхождения различных видов: посевной, желтой, изменчивой, румынской, Траутфеттера, агропиретум и др. Однако данные коллекции относятся к разряду признаковых, которые направлены на выполнение конкретных селекционных программ. Весьма перспективным направлением научно-исследовательской работы в направлении расширения генофонда люцерны может служить введение в культуру морфотипов диких форм люцерны, характеризующихся устойчивым самоподдержанием в природ-

ных фитоценозах в условиях луговых комплексов, а также использования данных морфотипов в селекционной работе по созданию сортов люцерны специализированного использования.

В институте имеется обширная коллекция сои, в которой требуется более углубленное изучение межсортовой изменчивости морфологических, фенологических, биохимических, анатомических, хозяйственных признаков сортов, отличающихся по направлению использования в сельском хозяйстве, и выделение исходного материала для селекции специализированных сортов.

В результате оценки коллекций кормовых культур проведена классификация по отдельным морфобиологическим показателям: люцерны – по длине вегетационного периода, форме куста, доминирующей окраске венчика цветка, числу и компактности спиралей боба; сои – по длине вегетационного периода, типу роста, строению куста, окраске опушения стебля и цветка.

Проведено биохимическое изучение образцов коллекции: сои (содержания белка, жира в листостебельной массе) и люцерны (содержания сырого протеина, клетчатки за три укоса).

В коллекции люцерны, в среднем по видам, получена урожайность в сумме за три укоса: зеленой массы – от 423 до 623 ц/га, сухого вещества – от 102,6 до 165,0 ц/га. Содержание в зеленой массе за три укоса составило: сырого протеина – 16,95–21,59 %, клетчатки – 24,93–25,06 %, в зависимости от вида люцерны.

Выделены 49 источников ценных признаков люцерны: 10 – по урожайности зеленой массы (КК-048, КК-051, КК-059, КК-050, КК-056, КК-067, КК-068, КК-070, КК-072, КК-073); 11 – по урожайности сухого вещества (КК-048, КК-049, КК-051, КК-059, КК-050, КК-067, КК-068,

КК-070, КК-071, КК-072, КК-073); 10 – по содержанию сырого протеина в зеленой массе (КК-049, КК-052, КК-059, КК-050, КК-056, КК-066, КК-068, КК-069, КК-071, КК-073); 10 – по содержанию сырой клетчатки в зеленой массе (КК-045, КК-051, КК-052, КК-059, КК-056, КК-066, КК-067, КК-072, КК-074, КК-075); 8 – по комплексу ценных признаков.

В коллекции сои в среднем по группам спелости урожайность варьировала: зеленой массы – от 302 до 459 ц/га, сухого вещества – от 85,2 до 120,9 ц/га. Содержание в листостебельной массе составило: сырого протеина от 30,5 % до 31,54 %, жира от 7,45 % до 9,99 %, в зависимости от группы спелости.

Выделены 56 источников ценных признаков сои: 15 – по урожайности зеленой массы (КС-20, КС-25, КС-12, КС-14, КС-28, КС-08, КС-15, КС-30, КС-16, КС-19, КС-26, КС-29, КС-03, КС-04, КС-19); 16 – по урожайности сухого вещества (КС-20, КС-25, КС-12, КС-14, КС-23, КС-28, КС-08, КС-15, КС-30, КС-16, КС-17, КС-18, КС-26, КС-03, КС-04, КС-19); 18 – по содержанию сырого протеина в листостебельной массе (КС-07, КС-12, КС-05, КС-14, КС-23, КС-28, КС-10, КС-11, КС-15, КС-30, КС-02, КС-09, КС-16, КС-19, КС-03, КС-04, КС-17, КС-27); 7 – по комплексу ценных признаков.

Проведено исследование комплекса морфологических, агрономических и биологических признаков сортов и сортообразцов сои для выявления основных закономерностей связи и изменчивости признаков, которые следует учитывать при разделении образцов по типу использования.

В результате изучения коллекции сои выявлены признаки, дающие возможность косвенно отнести сорт к определенной группе использования (зеленоукосного, силосного направления). К таким признакам в первую очередь относятся: высота растений, облиственность, количество бобов и ярусов (ветвистость) на растении, напрямую связанные с урожайностью зеленой массы при возделывании сорта на силос или зеленый корм.

Зеленоукосные образцы отличаются наиболее интенсивным нарастанием зеленой массы. Накопление зеленой массы зависит от длины вегетационного периода.

Анализ периода вегетации сортообразцов сои позволил сгруппировать коллекцию на пять групп спелости. Из 48 образцов 8 вошли в раннеспелую группу с периодом вегетации (от фазы всходов до уборки на зерно) до 110 дней, 12 – в среднераннюю (110–120 дней), 11 – в среднеспелую (121–130 дней), 9 – в среднепозднюю (131–140



Коллекционные образцы сои

дней) и 8 образцов – в позднеспелую группу спелости (свыше 140 дней).

В каждой группе спелости наиболее продуктивные сорта коллекции сои могут возделываться на зеленый корм, для заготовки силоса и сенажа с другими культурами. При подборе сортов из различных групп спелости возможно возделывание сои как звено зеленого конвейера.

В институте обеспечено воспроизведение имеющейся коллекции, ежегодное её пополнение, налажено краткосрочное хранение образцов. В результате размножения коллекционных образцов получены кондиционные семена, подготовлена и передана на хранение **семенная коллекция кормовых культур**, представленная **60 образцами**.

С использованием генофонда люцерны были созданы: сорт люцерны желтой – **Вера**, районированный по республике с 2014 г.; сорт люцерны



Коллекционные образцы люцерны

посевной – **Мария**, районированный в Витебской, Гомельской, Гродненской, Могилевской и Минской областях; сорт

люцерны изменчивой желто-гибридного сортотипа корнеотпрыскового морфотипа (015/12) – **Прыгажуня Палесся**.

ГЕНОФОНД ЛЬНА: мобилизация, изучение, использование

В. З. Богдан, Е. Л. Андроник, Т. М. Богдан,
Е. В. Иванова, М. Е. Маслинская, кандидаты с.-х. наук;
М. А. Литарная, С. А. Иванов, научные сотрудники

Институт льна

Основой селекционного процесса является наличие исходного материала с широкой генотипической изменчивостью по основным хозяйственно ценным признакам. В связи с этим мобилизация генетического разнообразия исходных форм – первый и очень важный этап в создании сортов. Приоритетами для привлечения в коллекцию новых образцов является их агрономическая ценность, соответствие почвенно-климатическим условиям возделывания и наличие перспективных генов для адаптивной селекции. При этом о значении коллекции следует судить по наличию значимых доноров и как можно полной информации о методах их использования в селекции.

Интенсивная и целенаправленная работа по изучению генетических ресурсов льна в Беларуси началась под руководством ВИРА в 70-х годах XX века. В то время координатором по изучению и использованию генетических ресурсов растений на территории Советского Союза был Всесоюзный институт растениеводства им. Н. И. Вавилова. Коллекции этого учреждения формировались в течение 80 лет (путем

экспедиционных сборов во многих регионах мира, а в последнее время – в основном за счет поступления нового материала от отечественных и зарубежных селекционеров в рамках совместных исследований или обмена). Н. И. Вавиловым была создана уникальная и богатейшая «Национальная коллекция русского льна». В настоящее время она насчитывает 6 790 образцов рода *Linum* из 76 стран мира и охватывает практически все генетическое разнообразие этой культуры с широчайшим диапазоном изменчивости традиционных и перспективных признаков, что позволяет выявлять генотипы, отвечающие различным требованиям селекции.

Большое значение в большинстве стран мира имеет классификация типов живых коллекций – как наиболее эффективный путь сохранения генетического разнообразия культурных растений. По степени охвата генетического разнообразия IPGRI предлагает выделять базовые коллекции, в странах СНГ основное внимание уделяется созданию признаков коллекций, а также особое значение имеют коллекции эталонных образцов.



Богдан Виктор Зигмундович,
заведующий лабораторией
селекции льна-долгунца

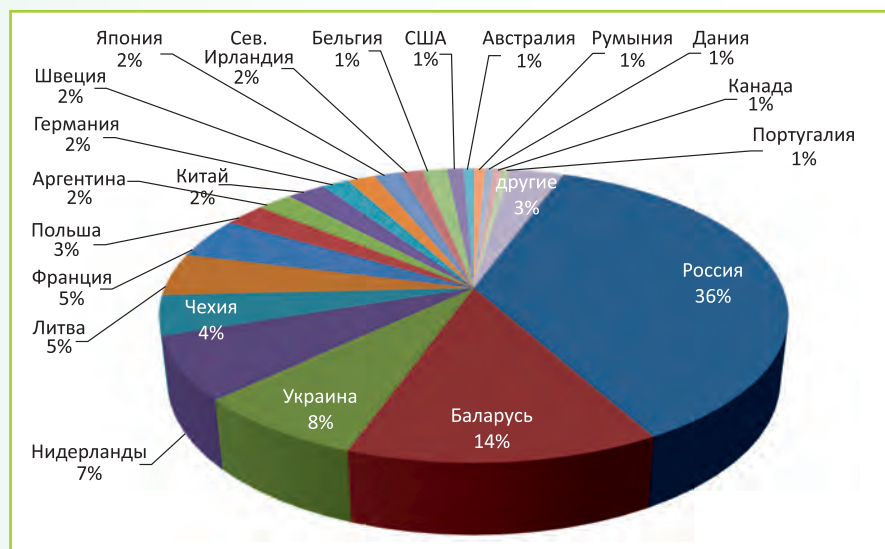
Признаковые коллекции могут формироваться, исходя из двух принципов: подбираются признаки с низкой



Коллекционный питомник льна-долгунца



Направления изучения генофонда льна



Генофонд льна-долгунца по странам происхождения (относительная доля образцов по состоянию на 2018 г.)

или высокой выраженностью признака (в зависимости от направления использования) как источники для селекции; и подбираются образцы, отражающие спектр внутривидовой изменчивости по данному признаку.

Участие РУП «Институт льна» в Государственной программе «Генофонд» послужило стимулом дальнейшего активного пополнения исследовательской базы образцами мирового генофонда льна.

По состоянию на 2018 г. национальный генофонд этой прядильной культуры состоял из 899 образцов, что в 4 раза превышает уровень 1996 г.

По происхождению генофонд представлен 40 странами мира. Наибольшую долю в коллекции составляют образцы ведущих льносеющих стран бывшего Советского Союза: России – 36 %, Беларуси – 14 %, Украины – 8 %.

Образцы основных льносеющих стран Западной Европы составляют в коллекции 13 % (Нидерланды – 7 %, Франция – 5 %, Бельгия – 1 %).

С формированием национального генетического фонда льна создание классификатора культурного льна стало актуальной задачей. С этой целью в течение 2009–2010 гг. провели идентификацию 200 коллекционных образцов по морфологическим, биологическим, селекционно-ценным признакам.

В соответствии с Международным классификатором СЭВ лен может иметь белую, светло-голубую, голубую, розовую, красно-фиолетовую и фиолетовую окраску венчика. Но даже при таком разнообразии этого признака, довольно сложно идентифицировать образец, так как каждая вышеперечисленная окраска имеет свою интенсивность (от бледно-голубых до ярко-синих и другие). При этом окраска может быть равномерно распределена по всему лепестку или становится почти белой к основанию, а цвет прожилок лепестков может быть более интенсивный или практически сливаться с общим фоном.

По окраске лепестков изучаемые образцы разделены на 5 групп: белоцветковые, со светло-голубым венчиком, голубоцветковые, розовоцветковые и с фиолетовым венчиком.

У льна выделяют более 30 морфо-биологических и хозяйственно полезных характеристик. В практической селекции культуры при изучении исходного материала на начальных этапах селекционного процесса отборы элитных растений (индивидуальный отбор) проводят по общей высоте растений, технической длине стебля, массе стебля, массе волокна и его содержанию, мыкости и сбежистости стебля, коли-



Вариабельность окраски венчика при полном раскрытии

честву коробочек и семян с растения.

Но наиболее значимыми, являясь признаками, характеризующие агрономическую ценность культуры льна: продолжительность вегетационного периода, урожайность основных видов продукции (тресты, семян, волокна), устойчивость к полеганию и болезням, содержание и качество волокна, содержание масла и его жирнокислотный состав. Эти показатели являются основой любой селекционной программы.

Важна не просто продолжительность вегетационного периода, но и «его структура», поскольку продолжительность межфазных периодов, его составляющих, существенно влияет как на величину, так и на качество урожая. Явные сортовые особенности по продолжительности межфазных периодов отмечены лишь между раннеспелыми и позднеспелыми образцами. У **скороспелых форм** (Местный к-824, Томский 16, Балтучай, Вита, Imperial P7699, W5 61/8 Ro-92, Кивика, Янтарь, Istru и других) продолжительность периода «всходы-цветение» составила 41–48 дней; у **позднеспелых** (Луч, Belinka, Ariadna, Emelin, В-206, Водограй, Блакитно-помаранчевый и других) – 48–58 дней. У **среднеспелых** образцов продолжительность вегетационного периода колебалась как в сторону



Признаковые коллекции льна-долгунца

раннеспелых (Бирюза, Ариана, Rust Resistant, Querandi), так и в сторону позднеспелых (Нива, Е-68) образцов.

Продуктивность является главным показателем для характеристики возделываемых культур и сортов. Урожай и качество продукции каждого сорта складывается в результате определенного сочетания природных свойств самих растений, экологических фак-

торов и хозяйственной деятельности человека.

Источниками продуктивности льнотресты являются образцы украинской селекции (Глину, Поліський 5, Глазур и другие), западноевропейские сорта Drakkar, Suzanne, Silva и другие. В подавляющем большинстве выделенные источники урожайности льнотресты – это позднеспелые образцы. Косвенным

показателем продуктивности стеблей является их высота. Большинство источников высокой урожайности тресты характеризуется высокой линейной длиной растений (85 см и выше).

В качестве источников **высокой урожайности льноволокна** могут служить современные сорта белорусской и западноевропейской селекции (**Веста, Drakkar, Suzanne**). Следует отметить, что ряд сортов выделены в качестве источников с **высокой потенциальной урожайностью длинного волокна** (**Гліну́м, Alizee, C-108** и другие) вследствие более высокого его содержания в стеблях.

Анализ результатов фенотипической, генотипической изменчивости, генетического контроля признаков продуктивности и комбинационной способности позволил выделить в качестве доноров продуктивности волокна сорта Яроч и К-65.

Высокой устойчивостью к полеганию характеризуются сорта и образцы белорусского происхождения **Яроч, Веліч, Призыв 2, Ника, Прамень** и другие; российские образцы – **Кром, Надежный**; образцы западноевропейской селекции – **Мадонна, Ноблессе,**

Лаура, Марина (Нидерланды), **Версай-лес** (Франция); образцы из США – **Rust Resistant, Диллеман** (лен-долгунец); **Салют, Фокус, Princess, Baikal, Невесный, Lighning, Lola, Донской 10, В-206, Оригинал, Selectiong, Duchess, L. Soil** (лен масличный).

Существенный недобор урожая, резкое ухудшение качества волокна и семян льна могут вызывать болезни. Среди болезней льна фузариозное увядание является одной из самых вредоносных. Встречается во всех странах льносеяния. Устойчивыми были белорусские сорта и образцы, созданные в течение последних 10–15 лет (Прамень, Блакит, Веліч, Пралеска, Гамма и другие), современные сорта российской селекции (ТОСТ 5, Альфа, Антей и другие), образцы из стран Западной Европы (Jitka, Rina, Atena, Melina и другие) (льна-долгунца); **Duchess, Entre-Rios, Princess, Baikal, Донской 10, Салют, Кинельский 2000** (льна масличного).

Высоким средним номером волокна характеризуются образцы **Гамма** (Беларусь), **Hercules** (Швеция), **Мрія** (Украина), **К-07–107, Л-1120, ВНИИЛ-9** (Россия) и другие. Волокно этих образ-

цов обладает высокой крепостью (разрывная нагрузка – 245,8–302,0 Н). Высокую гибкость имеют российские образцы К-07–107 (57,0 мм), **Текурдаг** (54,3 мм) и украинский сорт **Мрія** (51,7 мм). Практически все из выделенных образцов характеризовались высокой горстевой длиной – 60 см и более. Наиболее высокое качество волокна обеспечивают образцы, обладающие волокном длинным и крепким, а не длинным и гибким. Ценным исходным материалом для селекции являются образцы, сочетающие максимально полный комплекс высоких показателей качества.

Источниками **урожайности семян льна масличного** являются образцы: **Салют, Славянин, Опус, Південа Ніч, Markiza, Bilton, Кинельский 2000, Чибис, Duchess, Lola, Baikal**. Их можно использовать в качестве исходного материала для создания новых конкурентоспособных сортов с высокой семенной продуктивностью.

Главным показателем качества для масличных культур является содержание масла. Хотя этот показатель преимущественно определяется сортовыми особенностями, он существенно зависит и от почвенно-климатических

Сорта льна, созданные в РУП «Институт льна» с участием генофонда мировой и отечественной селекции

Сорт	Образцы коллекции, участвующие в создании сорта		Год включения в Госреестр Республики Беларусь	Занимаемая площадь, 2018 г.	
	отечественные	зарубежные		га	%
лен-долгунец					
Е-68	–	Российский, К-6	1996	–	–
К-65	Могилевский	Fibra, Т-10, П-359, Аоуаgи	1996	–	–
Вита	Оршанский 2, Ника	К-512, К-486	1999	60	0,1
Прамень	Вперед, Устьянский	Аоуаgи	2001	–	–
Пралеска	Оршанский 2, Ника	К-512, К-486	2002	–	–
Василек	Оршанский 2, Ника	К-512, К-486	2002	7332	14,6
Блакит	Оршанский 2	К-512, К-486	2004	885	1,8
Форт	Призыв 81	Белинка	2006	–	–
Ярок	М-8	Томский 17	2008	206	0,4
Ива	Вита	Томский 18	2008	870	1,7
Левит 1	К-65	Томский 17	2009	268	0,5
Веліч	Вита, К-65	–	2010	–	–
Веста	Призыв 81, Вита	К-6	2011	661,9	1,3
Ласка	Призыв 81, Вита	К-6	2011	521	1,0
Грот	Вита, М-8	Балтучай	2012	–	–
Грант	Вита	Лаура	2014	19334	38,6
Лада	Вита, Призыв 81, Л-41	–	2015	659,3	1,3
Мара	Вита, Блакит	–	2016	25	0,05
Маяк	Весна	И-9	2017	3,3	0,03
Рубин	Вита, Весна		2017	3,3	
лен масличный					
Брестский	–	Ручеек, Flanders	2012	–	–
Опус	–	Michail Renew	2013	–	–
Илим	–	Redwing Sel., Ручеек	2013	990,0	72,7
Салют	–	3871, Nameless (KF-1166)	2014	317,0	23,3
Фокус	–	Nameless (K-3699), 3857, Marine	2017	53,0	4,0

условий и агротехнических приемов. Выделены **источники масличности** (более 42 %): **Салют, Ligeining, Selectiong, Amon, Bizon, Culbert, Baladi Tall, Mikael, Опус, ЛМ-98**.

В соответствии с современными представлениями о правильном питании соотношение жирных кислот в растительных маслах должно быть сбалансированным. Определяющее значение при использовании растительного масла в диетическом питании имеет соотношение в их составе полиненасыщенных жирных кислот. **Наибольшее количество омега-3** определялось в образцах льна масличного: **Фокус** (61,26 %), **Альянс** (60,1 %), **Брестский** (52,6 %), **Визирь** (55,44 %), **Бонус** (55,0 %), **Славянин** (50,9 %), **Салют** (52,3 %), **Mikael** (55,6 %). К образцам с низким содержанием омега-3 относятся желтосемянные формы – **Исток** (6,8 %), **ЛМ-98** (4,0 %), **Сонечны** (5,6 %).

Мировой генофонд льна оказал определяющее значение в решении приоритетных задач селекции. Целена-

правленный подбор родительских пар позволил разрабатывать программы улучшения культур льна-долгунца и льна масличного с максимальным использованием генетического потенциала. Более чем за 90-летнюю историю развития отечественной селекции по льну изучены сотни образцов. Многие из них использованы селекционерами в качестве исходного материала при создании новых высокопродуктивных сортов (таблица).

По состоянию на 2018 г. в Госреестре сортов находится 41 сорт льна-долгунца и 8 сортов льна масличного отечественной и зарубежной селекции.

Шесть сортов льна-долгунца (Василек, Пралеска, Грант, Ласка, Веста, Левит 1) и три сорта льна масличного (Илим, Опус, Салют) селекции РУП «Институт льна» **включены в Госреестр Российской Федерации**. По результатам государственного сортоиспытания сорта льна-долгунца обеспечили среднюю урожайность тресты

56,5–66,0 ц/га, волокна – 16,4–22,1 ц/га, семян – 8,5–10,1 ц/га. Максимальная урожайность общего волокна достигает 33,0–38,1 ц/га, в т. ч. длинного – до 19,2 ц/га, при содержании в тресте до 38,0–40,0 и 19,0–22,6 % соответственно. Максимальная урожайность семян льна масличного составила 30,3 ц/га.

Накопленный материал генетических ресурсов льна продолжает расти ежегодно, и работа с ним имеет свои особенности. Поэтому, благодаря бурному развитию в области вычислительных средств, разработка и внедрение в практику селекционных исследований новых методов анализа информации является на сегодняшний день не менее актуальной задачей. Создание активно функционирующей единой системы сбора генетического материала, его оценки и обмена между научно-исследовательскими учреждениями разных стран оправдывает себя как эффективная основа для селекции хозяйственно полезных растений в будущем.

СОХРАНЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С. А. Мелентьева

Опытная научная станция
по сахарной свекле

Сахарная свекла, относительно молодая культура, появилась в результате интенсивной работы селекционеров, начало которой было положено в 1747 г. директором Берлинской академии наук А. С. Маркграфом. С тех пор селекция прошла ряд этапов: окультуривание, отбор пригодных для человека форм, селекционного их совершенствования через процесс экспериментального формообразования (односемянные, стерильные, полиплоидные образцы) гетерозисной селекции. Постепенно в результате селекционных работ содержание сахара в корнях сахарной свеклы увеличилось, улучшались технологические качества ее как сырья. Все это привело к тому, что она стала занимать главенствующие позиции на рынке. Спустя более 200 лет сахарная свекла находится на шестом месте по производству сельскохозяйственных культур в мире. Сегодня сахарная свекла вы-

ращивается в 48 странах на всех пяти континентах мира.

Большое значение в получении конечного результата работы свеклосахарного подкомплекса играет селекция и семеноводство сахарной свеклы. Производству требуются гибриды свеклы, сочетающие высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессовым факторам.

Успех такой работы определяется не только наличием отечественного фонда, но и привлечением мировых генетических ресурсов, их оценкой в конкретных агроклиматических условиях, накоплением и дальнейшими испытаниями большого числа материала различного происхождения, перспективного для вовлечения в селекционный процесс.

Коллекция генресурсов сахарной свеклы сосредоточена в РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» и составляет 349 образцов.



Мелентьева Светлана Александровна, заведующая отделом селекции сахарной свеклы

Коллекция сахарной свеклы постоянно пополняется за счет создания на основе существующих материалов с помощью различных методов отбора и улучшения, за счет обмена образцами генофонда с национальными генбанками и селекционными учреждениями, с привлечением диких видов и получением межвидовых гибридов от скрещивания сахарной свеклы с дикими родственниками.

Важными источниками в нашей коллекции являются собственные оригинальные сортообразцы и линии. Местный материал, как подвергшийся длительному действию естественного отбора и приспособленный для тех или иных условий, представляет большую ценность, и он должен быть всемерно использован для селекции. С другой стороны, мировой опыт показал, что ни одна страна не может обойтись собственным генофондом растений и нуждается в интродукции.

Основным источником пополнения коллекции за последние годы явился обмен исходным материалом с селекционными учреждениями Сербии, Польши, а также предоставление генетических ресурсов из генетического банка США, WRPIS (*Washington State University Regional Plant Introduction Station, USA*).

По происхождению наибольшую часть коллекции составляют американские образцы – 32 %, так как за последние пять лет шло активное обновление генетическим материалом

из генетического банка США. Также широко представлена коллекция из Беларуси (29 %) и России (16 %). Образцы из Германии, Сербии, Японии, Польши составляют по 2–4 %. По всей коллекции подготовлена паспортная база данных в соответствии с едиными паспортными дескрипторами EURISCO.

Оценка образцов коллекции проводится в полевых и в лабораторных условиях по биологическим, морфологическим, репродуктивным признакам. В основу описательной базы положены морфолого-биологические признаки, используемые в методике UPOV, единые дескрипторы для сахарной свеклы. Ежегодно дается характеристика по основным элементам продуктивности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам в естественных условиях и на инфекционно-провокационных фонах в соответствии с рекомендациями ВНИСС. Путем оценки и отбора наиболее устойчивых из них при благоприятных условиях развития болезни получают донорский материал для селекционных программ.

На современном этапе широкое распространение получили методы маркирования, направленные на идентификацию биотипов. Совместно с институтами НАН Беларуси проводится идентификация и паспортизация линейного и гибридного материала с помощью ДНК-маркеров. Проведена идентификация части коллекции методом микросателлитного анализа.

Проведен молекулярно-генетический анализ по устойчивости к фузариозу, ризактониозу, ризомании.

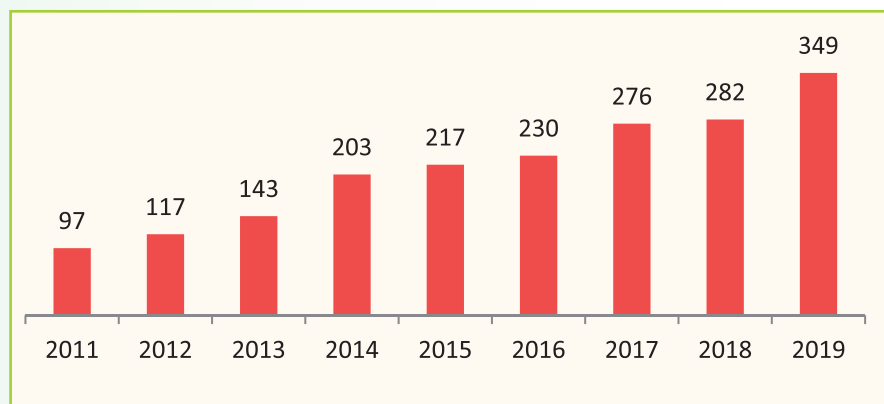
Для паспортизации форм, используемых в селекционном процессе, применены технологии анализа полиморфизма ДНК. Для оценки вариабельности генома линий сахарной свеклы был использован SSR-анализ 11 пар праймеров, в результате были созданы: коллекция образцов ДНК линий сахарной свеклы отечественной селекции и генетические паспорта (анализ проведен Институтом генетики и цитологии НАН Беларуси).

В основе выделения источников ценных признаков при оценке коллекции находится продуктивность. Ежегодно в предварительном сортоиспытании проводят оценку коллекционные образцы.

Как видно из таблицы, образцы с высокими показателями урожайности и сахаристости различны по происхождению. Полученные результаты позволили выделить образцы с урожайностью более 75 т/га в коллекции американского, белорусского происхождения и у межвидовых гибридов. Межвидовые гибриды прошли несколько циклов отборов, чтобы восстановить урожайность и форму корнеплода, поэтому многие имеют хорошие показатели продуктивности.

Варьирование по сахаристости находилось в пределах от 15,2 % до 18,2 %. Более высокую сахаристость показали белорусские, американские образцы и образцы из Сербии. По сбору очищенного сахара выделились американские номера.

Показатели содержания в корнеплоде сахара, калия, натрия, альфа-аминного азота являются основополагающими в технологической оценке свеклы как сырья, по ним рассчитываются предполагаемые потери и выход сахара в процессе переработки. Содержание мелассообразующих веществ, т. е. К, Na, α-N мешает экстракции кристаллизованного сахара, остающегося в определенных количествах в мелассе. К хорошему качеству относятся образцы, имеющие потери при экстракции 2,2–2,4 %, к удовлет-



Динамика пополнения коллекционного фонда сахарной свеклы



Разнообразие по признакам: волнистости, глянцеваемости, морщинистости, интенсивности окраски, формы розетки листьев

ворительному качеству – 2,41–2,9 %, плохому – 2,91–3,2 %, очень плохому – более 3,21 %. Необходимо отметить, что большинство образцов характеризуется хорошими технологическими качествами: низкое содержание калия, натрия, альфа-аминного азота, низкие потери сахара при переработке. Образцов с низким технологическим качеством не было.

Таким образом, имея более богатый и разнообразный состав линий, можно ожидать, что на пути гибридизации высокопродуктивных линий генетически различного происхождения гораздо выше возможность получения гетерозисного эффекта по урожаю корнеплодов.

Рентабельность выращивания сахарной свеклы во многом зависит от устойчивости ее к биотическим и абиотическим факторам. Учитывая то, что фитопатогенные грибы рода *Rhizoctonia* и *Fusarium* относятся к одним из доминирующих и наиболее вредоносных возбудителей заболеваний сахарной свеклы в Республике Беларусь, актуально создание гибридов, иммунных к данным заболеваниям. Отбор устойчивых генотипов следует проводить при создании дополнительной инфекционной нагрузки (создание искусственного инфекционного фона). Ежегодно в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне проводится оценка и отбор устойчивых биотипов к данным заболеваниям.

В лаборатории фитопатологии культивировали возбудителей грибных заболеваний – фузариоза (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium culmorum*) и ризиктониоза (*Rhizoctonia solani*). В фазе 4–5 листьев проводили заражение растений. Визуальную оценку пораженности корнеплодов сахарной свеклы корневыми гнилями проводили через 50–60 дней после заражения и во время уборки.

Помимо визуальной оценки поражения корнеплодов проведен и молекулярно-генетический анализ генетической плазмы свеклы на наличие источников устойчивости. На основании сравнительного анализа



Размножение образцов коллекции в фитотронно-тепличном комплексе

используемых диагностических локусов фитопатогенных грибов *Rhizoctonia solani* и *Fusarium oxysporum* были выбраны ДНК-маркеры, позволяющие выявлять инфекцию в растительных образцах. В качестве такого маркера был использован участок оперона рибосомальной ДНК, включающий в себя фрагмент гена 18S рРНК, внутренний транскрибируемый спейсер (BTC) 1, ген 5,8S рРНК, BTC 2 и фрагмент гена 28S рРНК (анализ выполнен ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»). Исходя из проведенного исследования, были выделены и рекомендованы образцы для дальнейшей селекционной работы по признаку устойчивости к данным заболеваниям.

Расширение генетического разнообразия является весьма важной проблемой в селекции. Для улучшения отдельных признаков необходимо привлекать разнообразный инорайонный материал. Для создания новых сортов с повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды необходимо привлекать генофонд диких видов свеклы с целью рекомбинации полезных признаков и свойств. Наиболее подходящими для этой цели являются виды *Beta maritima* и *Beta*

corolliflora. Они хорошо скрещиваются с культурной свеклой, обладают высокой устойчивостью к болезням, высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью.

Многие виды дикой свеклы обладают рядом ценных признаков и скрещивание их с культурной свеклой может представлять большую практическую ценность. Целью данных исследований является также поиск дополнительных источников устойчивости сахарной свеклы к болезням.

Когда появились болезни, такие как нематода свеклы (*Heterodera schachtii*) или некротическое пожелтение жилок – ризомания (*BNYVV*), использование экзотической гермплазмы стало более актуально. Много селекционных линий было проверено, но генов устойчивости к этим важным вредителям и болезням не было обнаружено. Источники устойчивости к болезни ризомания были найдены в *Beta maritima*, которая легко скрещивается с сахарной свеклой. С тех пор интерес в использовании ресурса генетических коллекций *Beta* увеличивался во всем мире. Единственным эффективным методом защиты на зараженной ризоманией территории является использование устойчивых гибридов. Поэтому основное внимание

Варьирование по основным показателям продуктивности образцов коллекции различного происхождения (2019 г.)

Образцы	Варьирование по основным показателям продуктивности						
	урожай- ность, т/га	сахарис- тость, %	калий	натрий	альфа-азот	потери сахара в мелассе, %	сбор очищенного сахара, т/га
			ммоль/100 г				
Американские образцы	52–77	15,2–18,1	5,9–4,5	0,3–0,5	4,0–2,4	2,3–2,7	6,6–11,2
Образцы из Сербии	63–72	16,9–18,0	4,8–5,0	0,4–0,5	2,5–3,4	2,3–2,6	9,9–10,5
Образцы из России	63–71	15,6–16,4	4,8–5,6	0,4–0,6	3,3–3,6	2,5–2,6	8,6–9,8
Белорусские образцы	57–75	16,6–18,2	4,1–5,6	0,4–0,6	2,5–3,9	2,3–2,6	8,5–11,1
Межвидовые гибриды	43–77	15,6–17,1	6,4–4,3	0,3–0,5	2,2–4,6	2,2–3,0	5,6–10,4

в борьбе с этим заболеванием отводятся селекционно-генетическим методам.

Проведен молекулярно-генетический анализ SSR-локусов хромосомной ДНК сахарной свеклы, ассоциированных с признаком устойчивости к ризомании. Для оценки генотипов образцов сахарной свеклы использовался анализ микросателлитных локусов, локализованных в хромосоме III и ассоциированных с генами устойчивости к ризомании *Rz1*, *Rz2* и *Rz3*. На основании проведенного молекулярно-генетического типирования SSR-локусов составлены мультилокусные генетические портреты образцов сахарной све-

клы, анализ которых позволил выделить устойчивые биотипы.

В результате многолетнего проведения комплекса работ, направленных на изучение генетики и селекции сахарной свеклы, оценки коллекции образцов, отбора родительских форм, создание исходного материала для получения новых гибридов, а также проведения селекционных работ нами были созданы гибриды сахарной свеклы для широкого внедрения в производство.

За последние пять лет в государственное сортоиспытание Беларуси передано 9 гибридов сахарной свеклы. По результатам государствен-

ного испытания пять гибридов (**Полибел**, **Белполь**, **Алиция**, **Смежо** и **Конус**) включены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь в 2014–2019 гг. Это диплоидные гибриды урожайно-сахаристого направления. Отличаются высокой урожайностью и высокой сахаристостью. Обладают хорошей технологичностью, пригодны для средних сроков уборки. В 2016 г. гибрид Белполь включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по ЦЧЗ Российской Федерации. Гибриды Белполь и Алиция обладают устойчивостью к ризомании.

СОХРАНЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ, ПОПОЛНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИЙ КАРТОФЕЛЯ

В. А. Козлов, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси
по картофелеводству и плодоовощеводству

Создание новых, высокопродуктивных, высокоустойчивых к болезням и вредителям сортов сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля, невозможно без использования богатейших генетических ресурсов, произрастающих в дикой природе и созданных человеком. Для обновления, пополнения, поиска новых источников хозяйственно ценных признаков, глубокого исследования уже имеющегося материала и его использования в селекции и в хозяйственной деятельности, а также сохранения биологического разнообразия культурного и дикого картофеля создан Республиканский генетический банк картофеля, который Постановлением Президиума Совета Министров Республики Беларусь № 726 от 28 сентября 2017 г. включен в список научных объектов, составляющих национальное достояние Республики Беларусь. Держателем Республиканского генетического банка картофеля является Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

В Республиканский генетический банк картофеля входят: базисная коллекция белорусских сортов картофеля, коллекция диких видов, коллекция соматических гибридов, коллекция трансгенного картофеля, поддерживаемые в культуре *in vitro*, и коллекция сортов мирового генофонда картофеля,

коллекция межвидовых гибридов картофеля, коллекция диких видов картофеля, поддерживаемые клубневым репродуктивным размножением.

Коллекции картофеля, поддерживаемые в культуре *in vitro*

Базисная коллекция сортов белорусской селекции

Базисная коллекция сортов белорусской селекции *in vitro* включает 61 сорт. Коллекция ежегодно пополняется новыми белорусскими сортами. В 2019 г. коллекция пополнилась среднеспелым сортом **Мастак**.

Базовая коллекция сортов белорусской селекции *in vitro* используется в системе семеноводства картофеля для сортообновления с целью обеспечения субъектов оригинального семеноводства Республики Беларусь чистым, свободным от вирусной и бактериальной инфекции, высокопродуктивным семенным материалом. Использование высококачественного семенного материала позволило получить в общественном секторе (по состоянию на 1 ноября 2019 г.) урожайность в 308 ц/га.

Коллекция дикорастущих видов *Solanum*

В дикой природе картофель произрастает от центральных районов



Козлов Виктор Алексеевич,
заведующий лабораторией
генетики картофеля

южного Чили до южных штатов США, встречается на высоте до 4500 м над уровнем моря и входит в состав почти каждого географического сообщества растений в пределах ареала. По систематике Д. Хокса, в природе насчитывается около 230 дикорастущих видов, по систематике С. М. Букасова – более 300 видов картофеля.

Большинство диких видов картофеля – растения короткого дня и в условиях Беларуси в открытом грунте не завязывают клубни. Поэтому поддер-



Цветки, световые ростки и клубни сорта Мастак

живать коллекции диких видов клубневых репродуцированием возможно или в условиях защищенного грунта, или в культуре *in vitro*.

Коллекция видов *Solanum*, депонируемая *in vitro*, включает 56 диких и культурных видов картофеля, представленных 563 образцами.

В коллекции выделены источники хозяйственно ценных признаков: 20 – источников высокой устойчивости к черной ножке по стеблям, 71 – к фитофторозу по листьям, 23 – к вирусу Y, 37 – к вирусу L, 27 – к золотистой картофельной нематоды, 30 – к бледной картофельной нематоды, 14 образцов – высокого содержания крахмала.

Коллекция соматических гибридов картофеля

Межвидовая гибридизация, основанная на традиционных скрещиваниях, не всегда успешна из-за физиологической и генетической несовместимости разных видов. Слияние протопластов соматических клеток позволяет преодолеть межвидовые, межродовые, межсемейственные барьеры и объединить в одном геноме гены культурного картофеля и генетически отдаленных, несовместимых диких видов, в том числе и не клубненосных. Соматическая гибридизация не только преодолевает барьеры нескрещиваемости, но и индуцирует в гибридах изменения на молекулярном, геномном и хромосомном уровнях. При соматической гибридизации в рекомбинационных процессах участвуют как гены ядра, так и цитоплазмы, что обеспечивает создание качественно новых отдаленных гибридов. Особый интерес представляет создание межвидовых гибридов между *S. tuberosum* и видами с балансовым числом эндосперма (EBN), равным 1, которые практически недоступны для половой гибридизации.

В Центре создана коллекция соматических гибридов картофеля, под-

держиваемая в культуре *in vitro*, которая включает 94 соматических гибрида от 14 комбинаций слияния протопластов с дикими видами картофеля. В соматическую гибридизацию вовлечены фитофтороустойчивые мексиканские виды картофеля *S. bulbocastanum*, *S. polyadenium*, *S. cardiophyllum*, а также не клубненосные виды *S. etuberosum*, *S. caripense* и *S. brevidents*.

Коллекция трансгенных растений картофеля

Генетическая инженерия для селекции картофеля имеет особое значение, так как культура генетически высокогетерогенна и каждый новый сорт картофеля является гибридом F1. В связи с вегетативным способом размножения картофеля, возможности, которые предоставляет трансгенез – перенос одного или нескольких генов без изменения комплекса морфологических и хозяйственно ценных признаков сорта-реципиента, имеют высокую привлекательность для селекционеров.

Трансгенез можно использовать при создании нового исходного ма-

териала картофеля, как способ расширения генетического разнообразия посредством привлечения генов диких видов без проведения гибридизации, а следовательно, без преодоления барьеров несовместимости и генетической рекомбинации геномов разных видов.

Отличительной чертой трансгенеза как метода создания исходного материала картофеля, кроме направленности изменчивости, является значительное сокращение селекционного процесса. При создании исходных трансгенных форм используют также гены, отвечающие за гербицидоустойчивость, устойчивость к бактериальным гнилям и грибным болезням, за улучшение питательной ценности клубней и т. д.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» создана коллекция трансгенных растений с целевым геном белка оболочки Y-вируса картофеля (БО YBK – устойчивость к вирусу Y), которая насчитывает 186 образцов. Среди первичных трансформантов четырех генно-инженерных конструкций выделены исходные



Растение и клубни межвидового соматического гибрида SB 5-2 (*S. tuberosum* + *S. bulbocastanum*)

трансгенные растения с различными типами устойчивости к вирусу (вплоть до иммунитета).

Коллекции, поддерживаемые клубневым репродуцированием

Коллекция сортов мирового генофонда картофеля

За почти двухсотлетнюю историю селекции в мире было создано порядка пятидесяти тысяч сортов картофеля. Многие из них со временем утратили свою продуктивность, начали в сильной степени поражаться болезнями, вредителями и перестали возделываться в производстве.

В настоящее время в реестры стран мира внесено около 5 тысяч сортов картофеля, однако на практике возделывается не более 1,5 тысячи. Они различаются между собой не только по внешнему виду, но и по уровню потенциальной урожайности, срокам созревания, степени устойчивости к многочисленным болезням и вредителям, биохимическим параметрам клубней.

Современная селекция направлена на совмещение в сорте вышеназванных показателей с такими хозяйственно ценными признаками, как высокое содержание крахмала, низкое содержание редуцирующих сахаров, высокая питательная ценность, хорошие кулинарные качества. Выведение новых, высококонкурентных сортов возможно только при широком использовании в гибридизации всего генофонда картофеля, составной частью которого являются сорта и гибриды, созданные в различных странах мира.

Коллекция сортов и гибридов мирового генофонда картофеля поддерживается в Центре с момента создания в 1928 г. Центральной картофельной опытной станции. В настоящее время

пополнение коллекции осуществляется за счет поступлений из Международного центра по картофелю (CIP) Перу, из ВИРа, а также за счет обмена сортами с различными селекционными учреждениями ближнего и дальнего зарубежья.

Коллекционный питомник сортов мирового генофонда насчитывает 791 сорт и гибрид картофеля из 35 стран мира. За период с 2000 по 2019 г. на основе коллекционных сортообразцов создано 22 новых сорта картофеля: **Журавинка, Зарница, Колорит, Дубрава, Прамень, Веснянка, Уладар, Маг, Янка, Рагнеда, Универсал, Акцент, Максимум, Вектар, Спадчына, Дарница, Манифест, Волат, Лель, Богач, Юлия и Мастак.**

Коллекция диких видов картофеля

Коллекция диких видов, поддерживаемая клубневым репродуцированием, насчитывает 377 образцов 58 видов. В коллекции выделены источники хозяйственно ценных признаков: 5 образцов, устойчивых к вирусу X; 26 образцов, устойчивых к вирусу Y; 13 образцов, устойчивых к вирусу A; 1 образец, устойчивый к вирусу M; 38 образцов с высокой и относительно высокой устойчивостью к фитофторозу по листьям; 28 образцов с высокой устойчивостью к фитофторозу по клубням; 11 образцов с относительно высокой устойчивостью к черной ножке по стеблям; 2 образца с относительно высокой устойчивостью к черной ножке по клубням; 17 образцов с высоким содержанием крахмала.

Коллекция дигаплоидов картофеля

Все районированные сорта картофеля представляют собой тетраплоидные формы ($2n = 48$), тогда как

большинство диких видов – диплоиды ($2n = 24$). Чтобы вовлечь в гибридизацию диплоидные виды картофеля наиболее часто используют дигаплоиды. Галоид – это растение с гаметическим набором хромосом. У картофеля гаплоиды, полученные от тетраплоидов, принято называть дигаплоидами.

Коллекция дигаплоидов насчитывает 73 образца. В коллекции дигаплоидов выделено 13 источников повышенной продуктивности, 25 источников повышенной крахмалистости, 24 источника пригодности к промышленной переработке, 16 источников устойчивости к черной ножке по клубням и 12 – по стеблям, а также 12 источников устойчивости к фитофторозу по листьям и 9 – по клубням.

Коллекция межвидовых гибридов картофеля

На основе диких и культурных видов и дигаплоидов, отобранных по хозяйственно ценным признакам, в РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» создано 65 межвидовых гибридов картофеля, которые рекомендованы селекционерам Центра в качестве исходных форм по устойчивости к фитофторозу, черной ножке, вирусным болезням, повышенного содержания крахмала, пригодности к промышленной переработке, селекции на скороспелость, селекции диетических сортов картофеля. В рамках обмена генофондом часть межвидовых гибридов передана селекционерам Российской Федерации, Украины, Казахстана, КНР, Германии для выведения сортов различного народнохозяйственного назначения.

На основе использования коллекционных образцов за последние 5 лет создано 5 новых сортов картофеля: **Карсан, Рубин, Гарантия, Юлия и Мастак.**



Клубни дигаплоидов картофеля



Клубни межвидовых гибридов картофеля

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОНДА ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В СЕЛЕКЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Е. С. Досина-Дубешко, кандидат с.-х. наук;

О. В. Соловей, кандидат с.-х. наук;

Л. А. Мишин, кандидат биологических наук;

А. М. Пашкевич, заведующий сектором бобовых овощных культур;

А. И. Чайковский, кандидат с.-х. наук

Институт овощеводства

Овощи – ценный и незаменимый продукт питания, напрямую связанный со здоровьем, работоспособностью и продолжительностью жизни населения. В связи с этим основной задачей овощеводства страны является обеспечение населения разнообразной овощной продукцией в объемах, соответствующих научно обоснованным нормам потребления. Несмотря на то, что овощи в республике занимают около 1,4 % площади пашни, они ежегодно приносят более 20 % объема валового продукта отрасли растениеводства и играют существенную роль в обеспечении населения продуктами питания.

Согласно статистике, из 1 200 известных в мире овощных растений выращивается всего 600 видов, из них только около 30 наименований – в промышленном овощеводстве. В ряде стран перечень используемых овощных растений насчитывает более 100 наименований. В Республике Беларусь в крупных овощеводческих хозяйствах допущено к возделыванию 56 овощных культур, а для приусадебного возделывания – 75. Ежегодно на мировом рынке появляются сотни новых продуктивных сортов и гетерозисных гибридов овощных культур различных групп спелости и назначения. В настоящее время в Государственный реестр сортов Республики Беларусь включено 1248 сортов и гибридов для промышленного возделывания и 1313 для приусадебного, из них 98 и 83 соответственно были внесены в 2019 г.

Современная адресная селекция направлена на создание сортов и гибридов с заданными параметрами по запросу потребителей. В соответствии с изменениями условий производства, технологии, климата и расового состава патогенов необходимы постоянная сортомена и сортообновление.

В мире начали создаваться базовые системы генофондов, которые позволяют не только сохранять имеющееся разнообразие местных и диких форм, но и быть основой для будущих сортов и гибридов.

Селекция овощных растений проводится в РУП «Институт овощеводства» уже более 90 лет. До 1996 г. в республике наиболее углубленные селекци-

онные исследования проводились с шестью овощными культурами, наиболее востребованными в производстве. Современные условия потребовали существенного расширения направлений и интенсификации селекционной работы по овощным культурам. Целе-направленная работа по сохранению генетического материала начата с 2001 г., в эти годы имеющаяся в институте коллекция составляла 1500 образцов. За 2001–2005 гг. была собрана и изучена коллекция овощных, лекарственных, пряно-ароматических, зеленых культур, насчитывающая 2700 сортов и линий по 108 видам, за это время было создано 40 сортов и гибридов по 17 культурам, а в 2006–2010 гг. была пополнена до 3000 образцов, включающая 95 ботанических видов и создан 41 сорт и гибрид по 14 культурам. В 2011–2015 гг. она расширена до 3600 образцов по 32 видам, генофонд был пополнен 517 новыми коллекционными образцами зарубежной селекции. С помощью сформированного в предыдущие годы генофонда овощных культур за 2011–2015 гг. создано и передано в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» 30 новых сортов и гибридов по 22 видам овощных культур.

За 2016–2019 гг. генофонд овощных культур пополнился 122 образцами и насчитывает 3778 образцов.

Работа с генетическими ресурсами ведется по 6 основным группам овощных растений по 30 культурам.

Пасленовые (*Solanaceae*) овощные культуры

Генетическую коллекцию по **томату** (*Lycopersicon lycopersicum* L.) в Беларуси начали формировать с 1925 г. Расширение коллекций томата из различных стран и привлечение современных генетических исследований позволило создать раннеспелые сорта с плодами высокими вкусовыми качествами: **Ранний-310**, **Оранже-1**, **Девиз**, **Пожар**, **Ружа**, **Вилина**, **Калинка**, **Приз**, **Пралеска**, **Раница**, **Кроха**; устойчивые к кладоспориозу гибриды тепличного томата **Вежа**, **Старт F1**, **Шторм F1**, **Евро F1**, **Комфорт F1**, **Бум F1**. С 2001 г. начали формировать признаковые коллекции томата по мно-



Досина-Дубешко Елена Сергеевна,
заместитель директора
по научной работе

гим хозяйственно полезным признакам. Генофонд по данной культуре очень разнообразен и насчитывает 589 образцов, из них 150 образцов для открытого и 439 образцов для защищенного грунта. В последние годы были созданы новые высокопродуктивные гибриды томата для пленочных теплиц: **Лежебока F1** (с генами лежкости плодов) и **Лапа F1** (с крупными плодами и с генами устойчивости к кладоспориозу).



Томат гибрид Лапа F1

Генофонд перца овощного (*Capsicum annuum* L.) представлен образцами сладкого и острого перца и включает 426 образцов. Его создание было начато в 1990 г. С 2001 г. было расширено формирование коллекции перца по целому ряду хозяйственно полезных признаков. На основе созданных коллекций были выведены ранние сорта перца сладкого – **Алеся** и **Тройка**, гибрид **Мастер F₁**; сорта с крупными плодами – **Кубик-К**, **Кубик-Ж**, **Золотистый**; сорт перца **Гранат** с фиолетовыми плодами; сорт перца острого **Ежик**.

Среди созданных генетических коллекций совместно с учеными ГУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» были выделены линии с высокой комбинационной способностью по ряду количественных признаков. Это позволило создать высокопродуктивные гетерозисные гибриды перца: **Лада F₁** (с крупными плодами ярко-оранжевого цвета), **Кинжал F₁** (с оригинальными конусовидными плодами оранжевого цвета), **Маг F₁** (сочетающий высокую урожайность и скороспелость).

Генофонд **баклажана** (*Solanum melongena* L.) начали формировать с 1995 г. Было изучено 38 образцов по ряду хозяйственно ценных признаков. Ступенчатая гибридизация лучших об-

разцов и многократный индивидуальный отбор позволили вывести первые отечественные сорта баклажана: **Пачека** и **Кулон**.

Луковые (*Allium*) овощные культуры

Селекционная работа с луковыми овощными культурами и формирование генетического фонда начались с момента создания в 1925 г. в совхозе «Лошица 1» Белорусского отделения Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур. **Лук репчатый** (*Allium cepa* L.) является широко распространённой культурой на территории Беларуси. Расширение производства требует создания отечественных сортов, пригодных для получения товарного лука при выращивании из семян, скороспелых, урожайных и с хорошей лежкостью, одногнездных. Эта проблема решается путем подбора исходного материала из собранного и изученного генофонда, который включает 343 образца. За эти годы создано и внесено в Государственный реестр 8 сортов: **Янтарный**, **Ветразь**, **Крывіцкі ружовы**, **Дыямент**, **Скарб литвінов**, **Радимич**, **Эдельвейс**, **Слутич**.

При создании сортов **чеснока** (*Allium sativum* L.) **озимого** в нашей стране основным критерием отбора является оценка образцов на способность переносить неблагоприятные условия зимнего периода. Изучение 171 образца и отбор позволили выделить наиболее ценные формы, которые послужили исходным материалом для создания шести сортов озимого чеснока (**Полет**, **Вітажэнец**, **Полесский сувенир**, **Сармат**, **Светлогорский**, **Кличевский**).

Из 74 образцов **чеснока ярового** создан методом отбора сорт **Ярвинит**, который характеризуется высокой продуктивностью, отличной лежкостью и небольшим количеством зубков крупного размера.

В настоящее время **лук-порей** (*Allium porrum* L.) занимает третье место по популярности у населения республики из всех луковых культур. Коллекция лука-порея формируется с 2013 г. и в настоящее время включает 13 адаптированных образцов. Благодаря изученному генофонду был создан первый отечественный сорт лука-порея **Войт** (2018).

Проведена оценка 28 образцов разных видов луков и интродуцировано 13 образцов **многолетних видов лука**. Благодаря этому созданы и внесены



Перец сладкий гибрид Лада



Перец сладкий гибрид Кинжал



Лук-порей сорт Войт



Перец сладкий гибрид Маг



Баклажан сорт Кулон



Чеснок озимый сорт Кличевский

в Государственный реестр три сорта пищевых луков следующих видов: понижающий или слизун (**Белорусский ботанический**), шнитт (**Зорная ростань**) и батун (**Морозко**). В настоящее время в коллекции поддерживается 13 видов.

Бобовые (*Fabaceae*) овощные культуры

Благодаря расширению посевных площадей в промышленном секторе с 2000 г. в республике начата работа по созданию сортов белорусской селекции гороха овощного. В настоящее время генофонд **гороха овощного** (*Pisum sativum* L.) включает 267 образцов иностранной селекции (за последние четыре года изучено 89 новых образцов). Семь сортов гороха овощного, созданных в РУП «Институте овощеводства», включены в Государственный реестр сортов (**Горынец, Влад, РОС-1, Немига, Прометей, Арфей, Павлуша**).

В связи с изменением климата в Республике Беларусь сложились вполне благоприятные условия для реализации генетического потенциала продуктивности **фасоли обыкновенной** (*Phaseolus vulgaris* L.). С 2000 г. возобновилась селекционная работа с данной культурой, основой которой стала коллекция, включающая в настоящее время 306 образцов. Только за последние четыре года изучено 170 сортов по данной культуре, часть из которых включены в коллекцию. В Государственный реестр сортов включены четыре сорта фасоли овощной, из них сорт **Афина** для приусадебного возделывания, а сорта **Зинуля, Иришка, Зничка** для промышленного возделывания.

Тыквенные (*Cucurbitaceae*) овощные культуры

Селекционная работа с тыквенными культурами в Беларуси берет начало с 1974 г., с этого времени и начали со-

бираться первые коллекции. За 2001–2018 гг. проведена обширная работа по изучению более 240 сортов и гибридов **огурца обыкновенного** (*Cucumis sativus* L.), 80 образцов тыквы – **тыквы крупноплодной** (*Cucurbita maxima* L.), **тыквы обыкновенной** (*Cucurbita pepo* L.), **тыквы мускатной** (*Cucurbita moschata* L.); 35 и 17 – соответственно **кабачка** и **патиссона** (*Cucurbita pepo* L.); 22 – **арбуза столового** (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) и 18 – **дыни** (*Cucumis melo* L.). За 2016–2018 гг. был изучен 51 новый образец (29 – огурца, 6 – тыквы, 12 – кабачка, 4 – патиссона) зарубежной селекции. За время селекционной работы с огурцом обыкновенным создано 11 сортов и гибридов для возделывания в открытом грунте и 3 – в защищенном, 4 сорта тыквы, 2 сорта патиссона, 2 сорта кабачка.

Капустные (*Brassicaceae*) овощные культуры

Селекционная работа по капусте белокочанной ведется согласно классическим методам селекции с 1925 г. За годы целенаправленного изучения генофонда капустных культур изучена коллекция видов капусты, включающая в себя 9 овощных культур и насчитывающая 276 образцов, из них: **капусты кочанной** (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) – 231 образец, **капусты савойской** (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* var. *sabauda*) – 4, **капусты брюссельской** (*Brassica oleracea* var. *gemmifera* (DC.) Zenker) – 2, **капусты брокколи** (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) – 7, **капусты цветной** (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) – 19, **капусты кольраби** (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) – 3, **капусты пекинской** (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt) – 10. Всего за последние 4 года в коллекцию для изучения поступило 83 новых гибрида капустных культур из ближнего и дальнего зарубежья.

По капусте белокочанной создано и районировано 16 сортов и гибридов. В настоящее время проводится работа по переводу белорусских сортов на гибридную основу. Также в Госреестр сортов включены такие капустные культуры, как капуста брокколи (сорт **Птичь**) и капуста брюссельская (сорт **Лель**).

Столовые корнеплоды и зеленные культуры

Коллекция столовых корнеплодов представлена 3 семействами, которые включают в себя 566 образцов:

- **семейство сельдерейных** (*Apiaceae*) включает 210 коллекционных образцов **моркови столовой** (*Daucus carota* L.), представленных сортами и гибридами иностранной селекции, а также образцами отечественной селекции, 3 образца **петрушки кудрявой** (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss), 2 – **пастернака** (*Pastinaca sativa* L.), 3 образца **сельдерея пахучего** (*Apium graveolens* L.);
- **семейство капустных** (*Brassicaceae*) представлено 1 образцом **репы** (*Brassica rapa* L. var. *rapa*), 1 – **редьки** (*Raphanus sativus* L. var. *niger*), 86 образцами **редиса** (*Raphanus sativus* var. *radicula* Pers.);
- **семейство лебедовых** (*Chenopodiaceae*) насчитывает 260 образцов **свеклы столовой** (*Beta vulgaris* L.).

В институте была проделана обширная работа по изучению генофонда и созданы сорта и гибриды корнеплодных овощных культур (**свеклы столовой** – **Прыгажуня, Гаспадыня, Веста, Слава** и первый гибрид **Ванада**; **моркови столовой** – **Лявоніха, Паўлінка, Минчанка, Литвинка**).

За 2001–2015 гг. изучена коллекция 61 вида многолетних и однолетних пряно-ароматических и лекарственных



Кабачок сорт Ананасный



Капуста белокочанная гибрид Варта



Свекла столовая сорт Слава

растений, в настоящее время эта коллекция поддерживается в количестве 29 видов. На основе этой коллекции созданы сорта пряно-ароматических культур: **укроп огородный** (*Anethum graveolens* L.) сорт **Сож**; **чуфа** (*Cyperus esculentus* L.) – **Горецкая**; **шпинат огородный** (*Spinacia oleracea* L.) – **Новинка**; **базилик душистый** (*Ocimum basilicum* L.) – **Белицкий**, **Володар**, **Настена**; **эхинацея пурпурная** (*Echinacea purpurea* L.) – **Дуэт**; **хрен обыкновенный** (*Armoracia rusticana* G. Gaertn., B. Mey. & Scherb.) – **Велес**; **катран** (*Crambe* L.) – **Эльбрус**; **календула лекарственная** (*Calendula officinalis* L.) – **Махровая 2000**; **иссоп лекарственный** (*Hyssopus officinalis* L.) – **Веселин**;

кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) – **Деян**; **чабер садовый** (*Satureja hortensis* L.) – **Данко**. Часть из этих сортов создана совместно с Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (г. Горки).

Собранный генофонд эффективно используется селекционерами института для создания новых сортов. На его основе получено более 140 высокопродуктивных сортов и гибридов по 39 видам овощных культур: томат, перец сладкий и горький, баклажан, физалис земляничный, капуста белокочанная, капуста брокколи, лук репчатый, лук батун, свекла столовая, морковь, редис, редька, дайкон, иссоп, огурец, тыква, кабачок, патиссон и другие.



Эхинацея пурпурная сорт Дуэт

КОЛЛЕКЦИИ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР И ВИНОГРАДА ИНСТИТУТА ПЛОДОВОДСТВА – научный объект национального достояния Беларуси

З. А. Козловская, доктор с.-х. наук, профессор

Институт плодоводства

Выявление биологического, производственного и селекционного потенциала мирового генетического разнообразия плодовых и ягодных культур и разработка путей его реализации позволяет наиболее эффективно удовлетворять соответствующие потребности человека, а также использовать для сохранения и процветания всех видов плодовых растений как неотъемлемой части мировой флоры.

Сохранение плодовых культур имеет свои особенности, главной из которых является невозможность хранения их в виде семян, за исключением отдельных диких видов, сохраняющих свои признаки при семенном размножении. Коллекционные фонды плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт плодоводства» сохраняются в живом виде, по 3–6 растений каждого образца, в полевых условиях на площади 20 га в аг. Самохваловичи (Минский район). Коллекция в 2012 г. включена в Государственный реестр научных объектов (№ 6), составляющих национальное достояние. По составу культур и видов (более 5,5 тысяч образцов) она не имеет аналогов в Беларуси, в то время как дублетные коллекции в

других организациях насчитывают не более 250 образцов каждая. Поддержание биологического и генетического разнообразия плодовых и ягодных культур включает исходные виды и стародавние сорта, исследование которых является достаточно актуальным. Актуальность определяет цели и задачи исследований – разработка методов сохранения, изучения, регистрации и использования в селекции генетических ресурсов, позволяющих получать новые с комплексом ценных признаков генотипы.

При формировании и пополнении коллекции используются разные источники поступления растительного материала. Основным является создание новых генотипов, используя географически отдаленную внутривидовую и межвидовую гибридизацию. Селекционная работа направлена на постоянное совершенствование сортимента, создание сортов с комплексом ценных биологических и хозяйственно полезных признаков, с высокой адаптивной способностью к изменяющимся условиям среды. Наряду с основными направлениями селекции на зимостойкость, самоплодность, качество плодов,



Зоя Аркадьевна Козловская, заведующая лабораторией генетических ресурсов плодовых, орехоплодных культур и винограда

приоритетное направление получает селекция на устойчивость к болезням.

Мобилизация ценных генетических ресурсов плодовых культур осуществляется путем обмена генотипов с ведущими научными учреждениями России (ВНИИСПК, ВНИИС им. Мичурина и т. д.), Украины, Молдовы и с зарубежными странами (Польша, Че-

хия, Германия, США и др.). В общем, международное сотрудничество в области обмена геноресурсами осуществляется по 89 договорам и соглашениям с учреждениями 25 стран ближнего и дальнего зарубежья. В рамках международного обмена коллекции института за последние 20 лет пополнены 1730 новыми образцами плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда. Весьма широка география привлеченных поступлений базовой коллекции из самых различных стран мира. Вследствие постепенного потепления климата Беларуси существенно пополнены высоко адаптивными формами коллекции теплолюбивых культур: абрикоса, винограда, грецкого ореха. **Впервые созданы** генетические коллекции персика (30 генотипов) и фундука (176 генотипов). В генофонде ягодных культур появились новые культуры: унаби или зизифус (*Ziziphus*), дерева обыкновенная или годжи (*Lycium*), азимины (*Asimina*), княженика (*Rubus arcticus* L.), фейхоа Селлова, шелковица белая и черная.

Важное место в мобилизации генетических ресурсов плодовых и ягодных культур занимает регулярный

мониторинг садовых насаждений (1996–1999, 2007–2009, 2012–2014, 2015–2017), включающий опытные, производственные и любительские сады, обследуемые в процессе экспедиций по регионам Беларуси. Активная биоисследовательская деятельность проводится по сбору староместных уникальных сортов и форм в местах их естественного произрастания, выявление высокопродуктивных с высоким качеством плодов образцов, проявивших на протяжении нескольких десятилетий высоко адаптивные свойства, что позволяет использовать генетический потенциал данных форм в селекционной работе и отдельные из них рекомендовать производству.

Положительная динамика пополнения коллекций представлена на рисунках 1–3.

В настоящее время в РУП «Институт плодоводства» сосредоточены уникальные коллекции, включающие на 01.12.2019 г. 5627 образцов 38 культур 130 видов, в том числе 3413 генотипов плодовых (яблоня, груша, слива, вишня, черешня, абрикос, Орех грецкий, Айва, Персик), 1406 – ягодных (традиционные: смородина черная, смородина красная, крыжовник, малина, земляника

садовая и малораспространенные: ежевика, ирга, лох многоцветковый, облепиха крушиновидная, калина обыкновенная, барбарис обыкновенный, бузина черная, актинидия, арония черноплодная, жимолость синяя, лимонник китайский, кизил настоящий, хеномелес японский, черемуха, шиповник и другие), 293 – орехоплодных культур (орех грецкий, фундук, лещина), 515 сортообразцов винограда (рисунок 4). В настоящее время значительная часть **генетической коллекции** составляют сорта, отборные гибриды, доноры ценных хозяйственно-биологических признаков собственной селекции.

Регулярно выполняются и запросы селекционеров и держателей коллекций плодовых и ягодных культур из разных стран. Имеющимся генофондом интересуются различные учреждения Европы, Азии и Африки, зарубежные научно-исследовательские учреждения Румынии, Бельгии, России, Украины, Казахстана, Латвии, Литвы, Молдовы, ЮАР. В зарубежные научно-исследовательские учреждения Румынии, России, Казахстана и других стран дальнего и ближнего зарубежья передан на условиях обмена

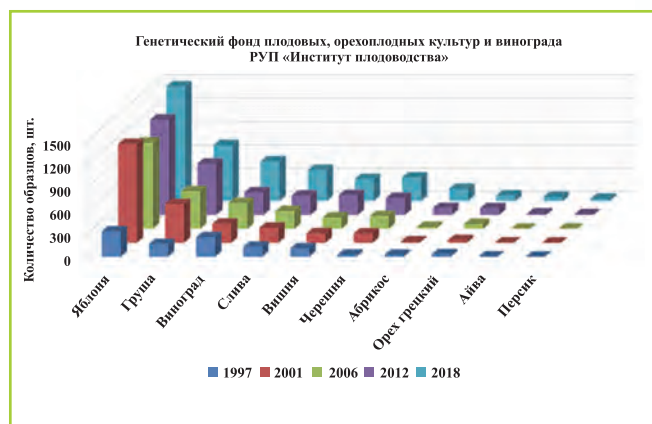


Рисунок 1 – Динамика роста генофонда плодовых, орехоплодных культур и винограда



Рисунок 2 – Динамика роста генофонда традиционных ягодных культур



Рисунок 3 – Динамика роста генофонда малораспространенных садовых растений

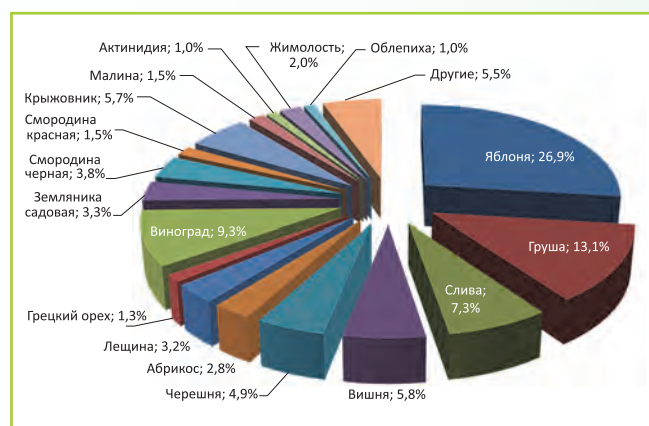


Рисунок 4 – Состав базовой коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт плодоводства»

исходный материал из РУП «Институт пловодства» в количестве более 700 образцов.

Изучение генофонда плодовых, ягодных культур и винограда позволило определить видовую принадлежность таксонов, установлено их генетическое и эколого-географическое происхождение, что сделано впервые в Беларуси. По результатам данной работы изданы Реестры изучаемых сортов и перспективных гибридов плодовых и ягодных культур (1997, 2001, 2006), Каталог национального генетического фонда хозяйственно полезных растений, книга 2 (2012). На основе классификаторов по отдельным культурам ВИР им. Н. И. Вавилова и проведенных собственных исследований впервые в 2000 г. разработаны и опубликованы рекомендации по апробации районированных сортов плодовых и ягодных культур. В результате систематической работы в этом направлении разработаны генетические основы селекции плодовых культур и издана монография «Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда» в 2019 г.

В процессе реализации ГП «Генофонд» (2001–2010) освоены и адаптированы методики описания морфологических и биологических признаков UPOV (1995, 2012), что явилось основой создания компьютерной базы паспортных и описательных данных. Данная база генофонда (647 генотипов) включает сведения по фенотипированию 49 морфологических признаков яблони, 61 – груши, 101 – сливы, 36 – вишни и черешни, 55 – абрикоса, 48 – винограда, 27 – ореха грецкого, 41 – земляники садовой, 21 – смородины черной, 24 – смородины красной, 33 – крыжовника, 26 – малины, 59 – жимолости, 71 – калины, 29 – облепихи, 31 – рябины садовой, 46 – рябины черноплодной, 48 – винограда и предназначена для использования в селекционном про-

цессе на этапе подбора родительских пар и межгосударственного обмена. Согласно дескриптору EURISCO паспортизировано 4675 образцов, в том числе: плодовых – 2998, из них яблони – 1337, груши – 747, сливы – 294, вишни – 260, черешни – 262, абрикоса и персика – 98; ягодных культур – 1200, из них земляники садовой – 128, смородины черной – 195, смородины красной – 75, смородины золотистой – 11, крыжовника – 316, малины – 70, ежевики – 13, хеномелеса – 17, актинидии – 23, барбариса – 2, боярышника – 37, бузины черной – 33, жимолости – 104, ирги – 3, калины – 36, кизила – 23, лимонника китайского – 2, гумми – 7, облепихи – 50, рябины садовой – 28, аронии – 12, черемухи – 2, шиповника – 12, шелковицы – 1; орехоплодных – 71 и винограда – 406. Данная база включена в информационную систему национального генобанка «Генофонд растений» Республики Беларусь и готовится для включения в международный европейский каталог образцов генофонда EURISCO.

Огромное разнообразие сортов приводит к необходимости иметь четкую и удобную систему их классификации и идентификации с использованием методов ДНК-идентификации. Молекулярно-генетические паспорта коллекционных образцов яблони, груши и малины изготовлены в соответствии с «Методическими рекомендациями по идентификации и паспортизации сортов яблони и груши на основе ДНК-маркеров», разработанными совместно ГНУ «Институт генетики и цитологии» и РУП «Институт пловодства» (2011). В настоящее время разработаны ДНК-паспорта 405 образцов (сортов, видов и межвидовых гибридов) яблони, 134 – груши и 20 – сортов малины.

Проведена большая работа по выделению источников селекционных признаков и формированию целевых признаков коллекций. Изучение

эколого-адаптивных возможностей межвидовых гибридных форм и выделение лучших из них увеличивает генетическое разнообразие плодовых культур, прежде всего, расширяет базу для создания нового поколения сортов в будущем. Особое внимание уделено группе диких видов и их родичам, так как они являются важным источником ценных признаков, и в первую очередь для селекции на устойчивость к наиболее вредоносным патогенам и вредителям, а также для получения скороплодных генотипов. Создание устойчивых к болезням сортов и их внедрение в промышленное садоводство – это **наиболее безопасный метод защиты плодовых культур и эффективный способ получения продуктов с улучшенными экологическими характеристиками, что способствует снижению антропогенной нагрузки на садовый биоценоз.**

В процессе изучения коллекционных образцов в 2006–2018 гг. в качестве источников ценных признаков (зимостойкость, устойчивость к болезням, продуктивность) выделено 39 сортов плодовых, 20 сортов ягодных, 3 сорта орехоплодных культур; 9 сортов винограда; 49 форм клоновых подвоев плодовых культур.

Впервые в Беларуси сформированы 12 целевых признаков коллекций, в т. ч. источников устойчивости к грибным болезням яблони, септориозу и парше груши, коккомикозу и монилиозу вишни и черешни, класстероспориозу и монилиозу рода *Prunus* L. (образцы сливы домашней, алычи культурной, абрикоса), американской мучнистой росе (сферотеке) крыжовника, устойчивости к американской мучнистой росе смородины черной, к бурой и белой листовым пятнистостям земляники садовой; коллекции источников слабой силы роста подвоев черешни, источников комплекса признаков, определяющих пригодность к механизированной уборке плодов



Рисунок 5 – Образцы декоративных форм яблони

крыжовника, облепихи, малины, смородины черной и смородины красной; источников продуктивности малины ремонтантной, земляники садовой, зимостойкости и ремонтантности земляники садовой, урожайности и крупноплодности крыжовника, стержневая коллекция смородины черной,

Создана коллекция плодовых деревьев для зеленого строительства, включающая 11 форм декоративных форм яблони. Большую декоративную ценность представляют махровые формы цветков. Краснолистные формы яблони, сливы, черешни пригодны для использования в зеленом строительстве в качестве живой изгороди.

Сформированы **8 активных рабочих коллекций**: персика, хеномелеса японского, актинидии, шиповника, кизила, боярышника, малино-ежевичных и землянично-клубничных гибридов, фундука и лещины, что позволяет их использовать в научных, селекционных и образовательных программах, а также для расширения сортимента культур в Республике Беларусь и дальнейшего внедрения выделенных сортов в производство. Так, впервые в Беларуси выделены и включены в

Госреестр сортов в 2019 г. три интродуцированных сорта **фундука** Барселонский, Каталонский и Косфорд, а также созданы и переданы на государственное испытание новые белорусские сорта Лал и Яшма (рисунок 6).

Для создания новых сортов интенсивного типа нами разработаны и адаптированы современные методы оценки исходного материала и гибридного фонда пло-

довых культур, позволившие укрепить научные основы селекционного процесса, главным образом, в моделировании сортов и подбору исходного материала. Усовершенствована технология процесса создания сортов, включающая создание гибридного фонда, оценку и отбор гибридных сеянцев до вступления в плодоношение, приёмы ускорения селекционной оценки гибридного ма-



Рисунок 6 – Сорта фундука Лал (А) и Яшма (Б)



Аксаміт



Ранак



Красавіта



Паланэз



Крапач



Нававіта

Рисунок 7 – Новые сорта яблони

териала с применением искусственных инфекционных фонов для тестов на болезнеустойчивость, искусственное промораживание и ДНК-анализ генов хозяйственно полезных признаков, оценку плодоносящих гибридов, выделение перспективных и элитных гибридов. Вышла в свет (2019) новая монография «Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда», включающая новые методики: сбор и сохранение в живом виде коллекций плодовых, орехоплодных культур и винограда, изучение процессов роста и развития, скорости формирования и продолжительности жизни репродуктивных образований, принципы формирования признаков коллекций, полное помологическое описание сортов и их апробация в питомнике и саду и др.

При оценке адаптивного потенциала сортов и соответствия их эко-

логическому потенциалу территории много внимания уделяется изучению устойчивости к вредителям и болезням, используя кроме фитопатологических методов и ДНК-тестирование.

С применением новых методов созданы **сорта яблони нового поколения**: Красавіта, Нававіта, Сакавіта, Аксаміт, Ранак, Паланэз, Крапач (рисунки 7), декоративные – Верас и Карунак для зеленого строительства, поздний сорт груши Завая и другие. Выделены лучшие клоны среди **сортов яблони народной селекции**: Антоновка Белсад, Папировка Белсад, Штрифель Белсад; **белорусской селекции – яблони** Минское Белсад, Синап Белсад; **груши** Поздняя Белсад, на которые получены патенты.

В целом, в результате селекционной работы только за 2000–2018 гг. созданы более 70 сортов плодовых и ягодных культур, широко ведется ин-

тродукция плодовых, ягодных культур и винограда.

Таким образом, генетические ресурсы плодовых и ягодных культур являются ценным стратегическим потенциалом Республики Беларусь, который сохраняется и пополняется. Глубокие исследования уже имеющегося материала генетических ресурсов направлены на использование их в селекции и в хозяйственной деятельности, а также сохранения биологического разнообразия для будущих поколений. Проведение научно-исследовательских работ по изучению, селекции и разработке рекомендаций по выращиванию данных культур позволит обеспечить ценной диетической продукцией население республики и создаст возможность для дальнейшего экспорта плодов, ягод, посадочного материала новых сортов за рубеж.

ГЕНОФОНД ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

В. П. Моисеев, кандидат с.-х. наук;
Т. В. Сачивко, кандидат с.-х. наук

Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия

В рамках государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» подпрограммы «Мобилизация и рациональное использование генетических ресурсов растений Национального банка для селекции, обогащения культурной и природной флоры Беларуси» на 2016–2020 годы в УО БГСХА продолжались работы по расширению и изучению генофонда хозяйственно полезных растений с целью выделения источников ценных признаков и их вовлечения в селекционный процесс, а также проекты озеленения населенных пунктов.

Генофонд культурных растений БГСХА с 2016 по 2019 г. по обмену с другими держателями коллекций пополнен 479 новыми образцами. За этот период путем собственной селекции создано 20 новых сортов и более 300 сортообразцов. В итоге объем коллекций хозяйственно полезных растений БГСХА доведен до 5500 образцов.

Генофонд сельскохозяйственных культур составляет 1650 образцов.

Коллекция пшеницы является наиболее многочисленной и включает более 900 сортов и сортообразцов, в т. ч. **мягкой пшеницы озимой – 516 и яровой – 112, твердой пшеницы озимой – 31 и яровой – 255.**

Коллекции других зерновых и крупяных культур включают 91 образец, в т. ч. **ячменя ярового – 70, ячменя озимого – 10, тритикале – 14, овса – 46, проса – 9.**

Коллекции зернобобовых культур представлены 354 образцами, в т. ч. **люпина желтого – 133, узколистно-го – 102, белого – 29, гороха полевого – 13, вики – 16, сои – 48, фасоли – 10, нута – 3.**

Коллекция льна состоит из **12 сортов льна масличного и 22 сортов льна-долгунца.**

Коллекция кормовых трав представлена 148 образцами, в т. ч. **галеги вос-**



Моисеев Виктор Потапович,
руководитель филиала
Национального генетического фонда
хозяйственно полезных растений
при УО БГСХА

точной – 18, клевера лугового – 97, злаковых, бобовых трав и нетрадиционных кормовых культур – 33.

Уникальная учебная коллекция в количестве 120 образцов – виды и разновидности пшеницы, ячменя, овса, люпина и других культур, используется как в учебном процессе, так и в научных целях.

Коллекции плодово-ягодных и орехоплодных культур составляют 280 образцов.

Состав коллекционного генофонда Ботанического сада насчитывает 3236 образцов: 281 семейство, 852 рода, 1576 видов, 999 форм и сортов. В т. ч.:

однолетних и двулетних цветочных растений – 31 семейство, 32 рода, 33 вида, 64 сорта; **многолетних травянистых растений** – 53 семейства, 281 род, 368 видов, 95 сортов; **клубнелуковичных и мелколуковичных цветочных растений** – 3 семейства, 13 родов, 14 видов и 317 сортов; **лекарственных растений** – 32 семейства, 106 родов, 120 видов. Коллекция редких и исчезающих видов, занесенных в Красную Книгу Республики Беларусь, представлена 12 семействами, 16 родами и 17 видами. Коллекция пряно-ароматических растений включает 14 семейств, 42 рода, 64 вида, 42 сорта. Коллекция роз насчитывает 102 сорта, относящихся к 8 ботаническим группам и родам. Коллекция хвойных интродуцентов представлена 3 семействами (сосновые, кипарисовые, тисовые), 11 родами, 153 видами, 85 различными формами. Коллекция лиственных растений включает 37 семейств, 141 род, 162 вида, 232 сорта. В ботаническом саду создана коллекция однолетних сухоцветов для декоративного садоводства из 13 видов, а также коллекция семейства вересковые, включающая 8 родов, 10 видов, 57 сортов. Коллекция оранжерейных растений представлена 336 видами различных субтропических и тропических растений, относящихся к 95 семействам и 180 родам.

В дендрологическом парке произрастает 5736 деревьев и кустарников, относящихся к 21 семейству, 26 родам, 140 видам.

Коллекция растений-регенерантов винограда, введенного в культуру *in vitro*, насчитывает 5 сортов, являющихся перспективными для выращивания на территории Беларуси. Каждый сорт представлен 20 пробирочными растениями.

По результатам селекционной оценки ежегодно вовлекается в селекционный процесс более 200 образцов. Из полученных гибридных популяций F_2 – F_4 выделены ценные генотипы, созданы новые сортообразцы и сорта.

По результатам селекционной оценки ежегодно вовлекается в селекционный процесс более 200 образцов. Из полученных гибридных популяций F_2 – F_4 выделены ценные генотипы, созданы новые сортообразцы и сорта.



Коллекционный питомник озимой мягкой пшеницы

Так, успешно прошли государственное сортоиспытание и зарегистрированы сорта пряно-ароматических, овощных и декоративных растений: **горчицы черной Дарунак, душицы обыкновенной Завіруха, иссопа лекарственного Завейя, пажитника голубого Росквіт, гороха овощного Вершнік, руты душистой Смаляніца, петунии Береника, Анжелика, Афродита пурпурная, Иветта.**

В государственное сортоиспытание переданы сорта: **ярового ячменя Страж-110, люпина желтого Еврантус.**

Готовится для передачи в ГСИ сортообразцы **люпина желтого Флибустьер, люпина узколистного Сидериус, люпина белого РоссиБел и БЛ-М-5, душицы обыкновенной Аксаміт.**

В результате комплексной оценки образцов сои кормовой белорусской, российской, канадской и австрийской селекции на кафедре растениеводства были выделены сорта с признаками короткостебельности, высокой индивидуальной продуктивности растений и общей урожайности посевов, пред-



Краткосрочное хранение семян зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых культур и декоративных растений



Оценка образцов люпина на инфекционном фоне

ставляющие интерес в качестве селекционного материала.

В Ботаническом саду из коллекционных образцов созданы экспозиции «Хвойный сад», «Экологическая тропа», «Душистый сад», «Сенсорный сад», которые имеют культурно-просветительное значение, используются в учебных целях, а также представляют значительный интерес для декоративного садоводства и озеленения.

Коллекционные образцы декоративных цветочных и древесно-кустарниковых растений используются в экологических программах – проектах озеленения территорий населенных пунктов, БГСХА и других учреждений и организаций. Для этих целей в 2016 г. использовано 5200 посадочных единиц растений, в 2017 – 18496, в 2018 – 2000, в 2019 г. – 3081.

В коллекционных питомниках и ботаническом саду БГСХА студенты, магистранты и аспиранты знакомятся с последними достижениями селекции, изучают методики, проводят научные исследования, необходимые для написания научных работ.



Плодоношение голубики высокорослой

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОССТАНОВЛЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ГИБРИДНЫХ И МУТАНТНЫХ ФОРМ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО И УЗКОЛИСТНОГО БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

*В. С. Анохина, кандидат биологических наук, доцент;
И. Ю. Романчук, старший научный сотрудник;
И. Б. Саук, старший научный сотрудник*

*Белорусский государственный
университет*

Главенствующее положение среди проблем по созданию, сохранению и практическому использованию генетических ресурсов растений в странах мира – держателях уникальных коллекций культивируемых видов растений и их диких родичей занимает комплексное изучение многообразия образцов разных форм коллекций. Актуальность такого направления по работе с генофондом растений определяется важностью информации о наличии уникальности каждого образца любой коллекции по его фено- и генотипу, их изменчивости в зависимости от условий выращивания, а также поиска маркерных параметров каждого генотипа, необходимых для повышения эффективности отбора ценных форм на разных этапах селекции. Такая тенденция отмечена и на Международной конференции «125 лет прикладной ботаники в России» в ВИРе (25–28 ноября 2019 г.)

За время формирования коллекции разных видов люпина в БГУ нами были созданы многочисленные внутривидовые гибриды и мутанты люпина желтого, узколистного и белого, ранее представленные в годовых отчетах по ГП «Генофонд». Однако за время хранения этих форм возможны как спонтанные мутанты, так и не исключено выщепление в поздних поколениях гибридов и мутантных форм с новыми гено- и фенотипами. Кроме этого, важным этапом в оценке генофонда является разработка новых биохимических и молекулярно-генетических маркеров.

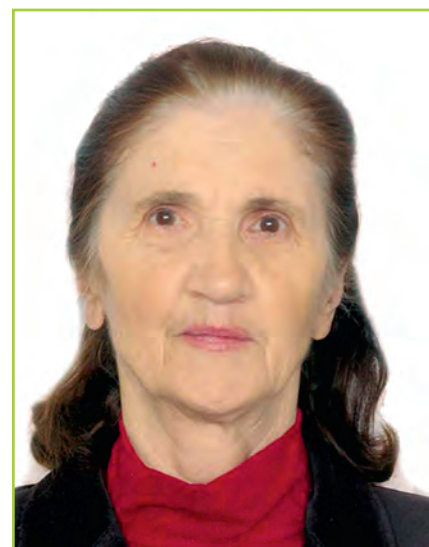
Все это и явилось основой для инвентаризации и комплексного изучения части коллекции люпина БГУ с целью выделения перспективных для практики селекции форм. Нами были восстановлены и изучены гибридные и мутантные формы люпина желтого, узколистного и белого и оценены по биохимическим (запасные белки, алка-

лоиды), фенологическим показателям, выживаемости в полевых условиях, элементам семенной продуктивности и ДНК-маркированию по отдельным генам.

На основе характеристики восстановленной 41 линии из 21 гибридной комбинации (F_4 – F_7 поколений) сформирована гибридная коллекция люпина узколистного. Образцы её были изучены в полевых и лабораторных условиях по указанным выше характеристикам и длине вегетационного периода (ДВП), а геномы отобранных перспективных форм (всего 94 формы из 37 линий 20 гибридных комбинаций) оценены по наличию аллелей 4 генов, детерминирующих устойчивость к антракнозу, твердокожурность, склонность к яровизации и растрескиванию бобов.

По результатам статистического анализа семенной продуктивности 41 восстановленной линии поколений F_3 – F_7 люпина узколистного выделены перспективные фенотипы в комбинациях:

- а) 6 – с максимальным (более 8) количеством бобов на растении (F_4 Mirella × Unicrop, F_4 K1992 × Apendrilon, F_7 Миртан × Дикаф-14, F_3 K53ЧБ112 × Ignis, 2 линии F_5 ФП1);
- б) 3 – с количеством семян – более 25 на растении (F_4 Mirella × Unicrop, F_4 K1992 × Apendrilon, F_5 ФП1);
- в) 9 – с массой семян на растении – 2,0 г и более (F_2 Unicrop × БСХА 892, F_4 Mirella × Unicrop, F_4 K1992 × Apendrilon, F_4 Mirella × БСХА 892, F_7 Миртан × Дикаф-14, F_3 K53ЧБ112 × Ignis, F_5 H846 M-2, 2 линии F_5 ФП1);
- г) 4 – крупносемянных – F_5 ВН846-1, F_5 ВН846-2, F_5 846К-1 и F_3 Гелена × БСХА 892;
- д) с массой 1000 семян менее 90,0 г выделено 7 мелкосемянных форм (F_4 БСХА 892 × Unicrop, F_4



Анохина Вера Степановна,
заведующая сектором генетики
растений НИЛ молекулярной генетики
и биотехнологий

БСХА 892 × Гелена, F_4 Apendrilon × K1992, F_3 K53ЧБ112 × Ignis, F_5 АН846, F_7 Дикаф-14 × Ладный), которые актуальны для селекции на сидеральные и кормовые цели (при условии низкой алкалоидности зеленой массы растений).

По результатам учета фенофаз развития растений выделены раноцветущие линии из F_4 прямых и обратных скрещиваний и 2 поздноцветущие линии (разница в сроках цветения у них составляла до 2 недель). Для 5 линий из F_3 Ignis × Прд 4 было характерно быстрое и дружное созревание, ДВП составила у них 87 дней. Еще меньший показатель (84 дня) отмечен для растений F_6 гибрида Миртан × Дикаф-14 и F_6 гибрида Дикаф-14 × Першацвет. Выделенные в ходе исследования формы как перспективные по продуктивности и выживаемости растений в полевых условиях были оценены по содержанию алкалоидов в семенах и листьях и из-

учены по генам хозяйственно ценных признаков (рисунок 1–2).

Отмечен полиморфизм образцов по признаку содержания алкалоидов, который выражался в наличии высокоалкалоидных, малоалкалоидных и условно безалкалоидных растений, что свидетельствует о генетической разнообразности гибридов и возможности отбора среди них перспективных форм по ряду хозяйственно ценных признаков, в том числе малоалкалоидных растений.

В листьях отдельных линий из комбинаций F_3 Ignis $\times$ Прд 4, Миртан $\times$ Дикаф-14 и F_5 H846K-1 и др. не отмечено повышения уровня алкалоидов более 0,02 %, что делает ценными их для дальнейшего использования при селекции на зеленый корм как генетически однородных и стабильных генотипов. Расщепление в потомстве других комбинаций скрещивания на безалкалоидные и высокоалкалоидные формы позволит провести отбор внутри линий как по снижению содержания алкалоидов для форм на кормовые цели, так и для использования в качестве сидеральных форм с высоким содержанием алкалоидов. Всего по пониженному содержанию алкалоидов выделено 47 образцов (из гибридов разных поколений), в ряду которых 21 образец из 10 гибридов несет 3 аллеля генов нарастрескиваемости бобов.

Доместицируемые аллели устойчивости к антракнозу по праймеру AnSeq3 характерны для геномов 28 линий из 14 гибридных комбинаций, по праймеру AnSeq4 – 10 линий из 7 комбинаций скрещивания, в то время как сочетание 2 резистентных аллелей выявлено лишь в одной линии из гибрида F_5 MH846, характеризующегося также аллелями нарастрескиваемости по генам *lentus* и *tardus*. Изучение образцов по признаку «водопроницаемая оболочка семян» выявило 70 генотипов с желаемыми аллелями доместикиции размером 314 п. о.

Проведенный анализ 94 выделенных гибридных генотипов позволил выявить генотипы с максимальным сочетанием доместицируемых аллелей по изученным генам хозяйственно ценных признаков. Поддержание в коллекции гибридов, сочетающих положительные и отрицательные признаки, также оправдано и для того, чтобы избежать потери в результате генетической эрозии аллелей, которые в будущем могут оказаться полезными.

По данным инвентаризации признаков коллекции люпина желтого, восстановлению подлежали 113 линий гибридного происхождения и 13 линий мутантного происхождения, полученных при действии нитрозометилмочевины, и 7 линий, полученных при предпосевной

обработке семян лазером. Всего изучено 133 линии люпина желтого в разных гибридных и мутантных популяциях.

В результате репродукции гибридных линий разных поколений выделены формы с высоким количеством семян на растении, крупносемянные линии с массой 1000 семян более 180,0 г (F_5 Cyt $\times$ Bornova), и мелкосемянные с массой 1000 полноценных семян до 90,0 г (F_5 Bornova $\times$ M4, F_6 M3 $\times$ Мутантную линию и F_6 M4 $\times$ Мутантную линию).

По данным качественного и количественного анализа алкалоидности растений всех восстановленных гибридов от скрещивания сортов люпина желтого, алкалоидных растений у гибридов F_5 Szybcopredny $\times$ Bornova, Szybcopredny $\times$ Выток и M4 $\times$ Cyt не выявлено, что может указывать либо на аллельность генов алкалоидности исходных родительских форм по этому признаку, либо на эффект отбора, который и привел к выделению безалкалоидных гибридных линий. Гибридные образцы F_4 БСХА 13 $\times$ Престиж и МЛ $\times$ БСХА 13 с повышенным (более 0,15 %) содержанием алкалоидов можно рекомендовать для селекции на сидеральное использование, учитывая их продуктивность и выживаемость в полевых условиях.

На основании проведенных исследований по комплексу признаков (вы-

живаемость в полевых условиях, ДВП, алкалоидность зеленой массы) выделены перспективные формы в гибридных комбинациях:

- F_5 M4 $\times$ Cyt (2 линии) и F_5 Szybcopredny $\times$ Выток (1 линия) с ранним цветением, высокой выживаемостью (до 100 %) и с практически безалкалоидными листьями (0,02 % и 0,03 % алкалоидов), что позволяет использовать их далее в селекции на кормовые цели;
- F_5 M4 $\times$ Bornova – линия безалкалоидная с выживаемостью 87,5 % и ДВП 75 дней и линия с выживаемостью 100 % и безалкалоидной зеленой массой;
- F_6 M3 $\times$ Мут. линию – 2 линии с выживаемостью 100 %, безалкалоидные, однако ДВП у них составил 108 дней. Их можно рекомендовать как источники устойчивости растений.

Для включения в коллекцию люпина БГУ отобранные перспективные по ряду признаков гибриды и мутанты люпина желтого были изучены по биохимическим параметрам.

Компонентный состав запасных белков образцов гибридного и мутантного происхождения имел четко выраженные отличия как в количестве компонентов комплекса, так и в сочетании их между собой в изученных образцах. Построенное по данным биохимического анализа

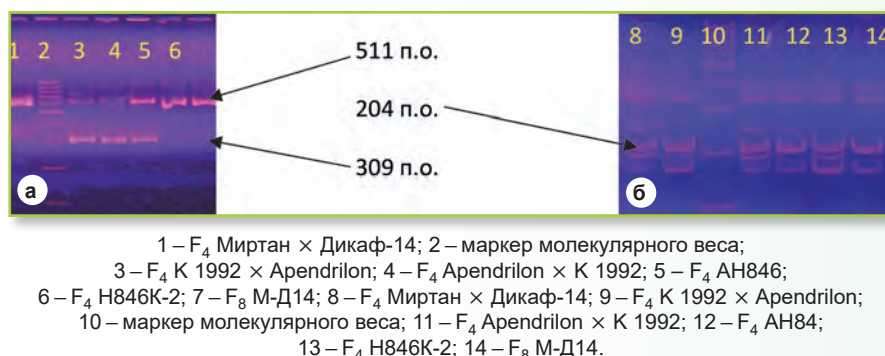


Рисунок 1 – Результаты типирования отдельных образцов люпина узколистного: а – по праймеру *TaLi* к гену нарастрескиваемости бобов *tardus*, б – по праймеру *LeM2* к гену *lentus*

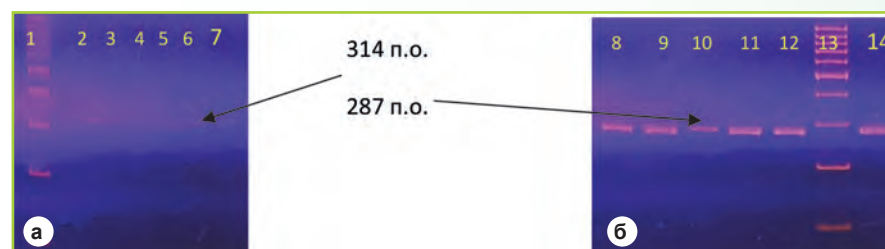


Рисунок 2 – Результаты типирования отдельных образцов люпина узколистного: а – по праймеру *MoLi* к гену отсутствия твердокаменности семян *mollis*, б – по праймеру *KuH* к гену *ku* – нетребовательность к яровизации

запасных белков филогенетическое древо позволяет выявить степень генетического родства и дивергенции форм в процессе селекции, а наличие у образцов оригинальных компонентов спектра может быть использовано для паспортизации образцов и при защите авторских прав (рисунки 3–5).

После статистического анализа и подсчета коэффициента генетической оригинальности выявлены мутантные и гибридные формы с наиболее редкими аллелями (в нашем случае, компонентами спектра), включение которых в селекционный процесс актуально для расширения генофонда люпина желтого.

Наилучшая всхожесть семян гибридных форм по сравнению с родительскими отмечена у образцов из комбинаций Надежный × Демидовский, Tremosilla × БСХА 382, МЛ × Надежный, МЛ × БСХА 13, Престиж × БСХА 13.

Высокая выживаемость гибридов по сравнению с родительскими формами характерна для образцов из комбинаций Надежный × Демидовский, Tremosilla × БСХА 382, МЛ × Надежный, МЛ × БСХА 13, МЛ × БСХА 19, Престиж × МЛ, БСХА 13 × Демидовский.

Выделены наиболее продуктивные растения из F_4 межсортовых гибридов, которые по содержанию алкалоидов в листьях (на стадии бутонизация – начало цветения) и в семенах характеризовались как кормовые (содержание алкалоидов в листьях менее 0,02 % ОСВ) и условно пищевые по семенам

(алкалоидов менее 0,1 %). Гибриды БСХА 13 × Престиж и МЛ × БСХА 13 можно рекомендовать для селекции на сидеральные цели с учетом содержания алкалоидов более 0,2 %.

У растений F_4 установлены уникальные компоненты белкового спектра, характерные для определенных генотипов, такие как: 39 компонент – Надежный × Демидовский; 16 компонент – МЛ × Надежный; 41 компонент – МЛ; 49 и 83 компоненты – МЛ × БСХА 13; 43 компонент – МЛ × БСХА 13; 48 и 80 компоненты – БСХА; 5 компонент – МЛ × БСХА 19; 53 и 59 компоненты – МЛ × БСХА 19; 12, 65 и 78 компоненты – Пре-

стиж × МЛ; 57 компонент – БСХА 13 × Престиж; 70 компонент – БСХА 13 × Престиж.

Эти данные используются как маркеры при описании конкретных генотипов, что важно для последующего отбора и защиты авторских прав и паспортизации образцов коллекции гибридов люпина желтого, созданных в БГУ.

Источники высокой продуктивности и выживаемости растений в полевых условиях рекомендованы как исходные формы для селекции и включены в генофонд признаков коллекций как фенотипически оригинальные рекомбинанты.

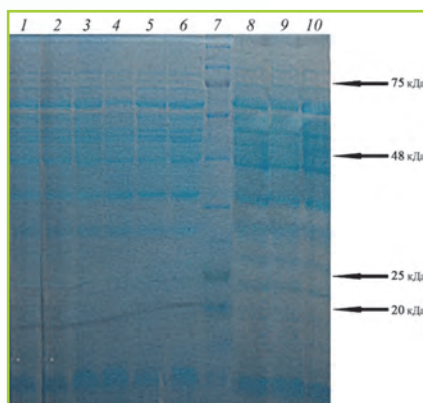


Рисунок 3 – Спектры запасных белков отдельных мутантных форм растений и родительских форм:

1, 2 – МЛМЗ, контроль; 3, 4, 5, 6 – МЛМЗ, 500 Гр.; 7 – М104 – маркер молекулярного веса PS-104, Jena, Germany; 8, 9 – Tremosilla, контроль; 10 – Tremosilla, 500 Гр. (Линия 1)

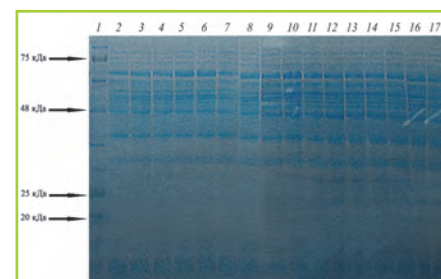


Рисунок 4 – Спектры запасных белков отдельных мутантных форм растений (исходная форма Отбор из Deutschland):

1 – М104 – маркер молекулярного веса PS-104, Jena, Germany; 2 – Отбор из Deutschland, контроль; 3–7 – Отбор из Deutschland, 500 Гр. (Линия 4); 8–10 – Отбор из Deutschland, 500 Гр. (Линия 5); 11–14 – Отбор из Deutschland, 750 Гр. (Линия 1); 15 – Отбор из Deutschland, 750 Гр. (Линия 2); 16 – Отбор из Deutschland, 750 Гр. (Линия 3); 17 – Отбор из Deutschland, 750 Гр. (Линия 5)

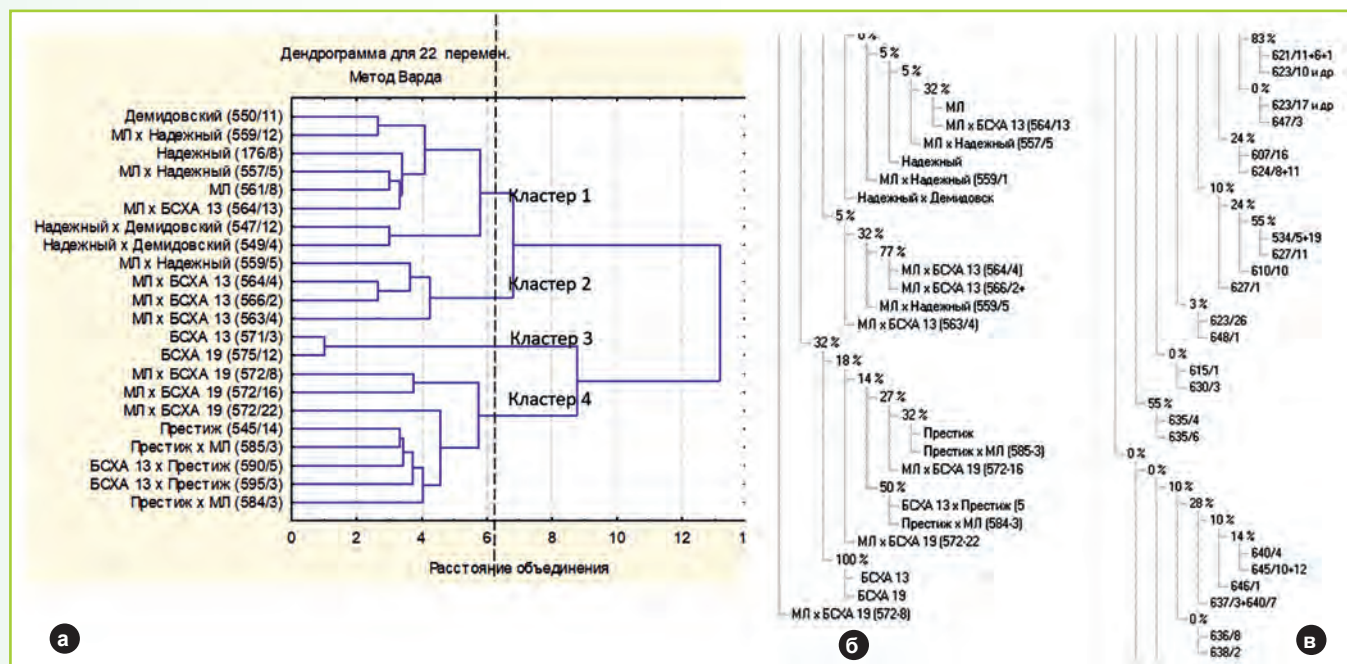


Рисунок 5 – Филогенетическое древо гибридных (а, б) и мутантных (в) образцов люпина желтого и их родительских форм по спектрам запасных белков, построенное а) с помощью пакета программ Statistica 6.0 по методу Уорда, б) с помощью пакета программ FreeTree по методу UPGMA; в) с помощью пакета программ FreeTree по методу WPGMA

ВИТОВТ ФОРТЕ, СК

Системный протравитель семян
фунгицидного действия

ДЕЙСТВУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА:

Флутриафол, 37,5 г/л +
Тиабендазол, 25 г/л +
Имазалил, 15 г/л.



Культура, обрабатываемые объекты	Вредный организм, назначение	Рекомендуемые нормы расхода, л/т	Способ, время обработки, ограничения
Рожь, пшеница и тритикале озимые	Корневая гниль, снежная плесень (при умеренном развитии), плесневение семян, спорынья	1,1	Протравливание семян
Пшеница озимая	Твердая головня	1,1	
Пшеница яровая	Твердая головня, спорынья, корневая гниль, плесневение семян	1,25	
Ячмень яровой	Корневая гниль, плесневение семян, спорынья	1,0–1,25	
Овес	Корневая гниль, плесневение семян	0,8	
Лен-долгунец	Фузариоз, плесневение семян	1,0–1,25	
Горох посевной	Аскохитоз, фузариозная корневая гниль, плесневение семян	1,0	
Люпин узколистный	Антракноз, фузариоз, плесневение семян	1,0	



ГРОДНОРАЙАГРОСЕРВИС
открытое акционерное общество



частное унитарное предприятие

Грин Сайенс
+375 29 125 35 01

Фото: лист подсушенного растения

Подсушит без труда Тонгара, ВР

150 г/л гектара

Десикант для ускорения созревания урожая на
семенных и товарных посевах различных культур

- Быстрое подсушивание и равномерное созревание урожая
- Эффективное применение на семенных посевах без снижения всхожести семян
- Грамотное планирование сроков уборки урожая
- Более быстрый результат, чем углефосатсодержащих десикантов
- Повышение качества урожая за счет уменьшения влажности и засоренности семян
- Разрешена авиаобработка

Культуры применения: подсолнечник, горох, рапс, соя, зерновые, свекла сахарная, картофель, овощные и другие

Республика Беларусь,
220030, г. Минск,
пр-т Независимости, г. 11,
корп. 2, офис 202
Тел./факс: (017) 209-95-70, 209-94-23
Тел.: (017) 209-90-10
schelkovominsk@mail.ru

www.betaren.ru



ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ

Реклама