

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ
РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ
В БЕЛАРУСИ:**

**мобилизация, сохранение,
изучение и использование**



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ»

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ:

МОБИЛИЗАЦИЯ, СОХРАНЕНИЕ,
ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



МИНСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЧЕТЫРЕ ЧЕТВЕРТИ»
2019

Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. — Минск : Четыре четверти, 2019. — 452 с. : ил. — ISBN 978-985-581-352-2.

В коллективной монографии отражены состояние и результаты исследований генетических ресурсов растений в Республике Беларусь, включающие законодательную базу их сохранения и использования, изучение коллекций сельскохозяйственных культур, ботанических садов, растений природной флоры.

Книга адресована научным работникам, специалистам сельского хозяйства, преподавателям, аспирантам, магистрантам, студентам аграрных университетов и биологических факультетов вузов.

The multi-authored monograph reflects the state and results of the research on plant genetic resources in the Republic of Belarus, including legal framework for their conservation and use, study of the collections of agricultural crops, botanical gardens and plants of natural flora.

Печатается по решению
Ученого совета РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(*протокол № 22 от 3 октября 2019 г.*)

Редакционная коллегия:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси *Ф.И. Привалов (главный редактор)*; доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси *С.И. Гриб (заместитель главного редактора)*; кандидат сельскохозяйственных наук *И.С. Матыс*; доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Э.А. Козловская*; доктор биологических наук, профессор, академик НАН Беларуси *А.В. Кильчевский*; кандидат биологических наук *В.А. Лемеш*; доктор биологических наук, профессор, академик НАН Беларуси *В.Н. Решетников*; доктор биологических наук *С.А. Дмитриева*; доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси *В.Е. Падутов*; сотрудник отдела международных связей патентно-лицензионной и информационной работы *А.С. Лавникевич*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси *Э.П. Урбан*,
доктор биологических наук, профессор *И.А. Гордей*

Список сокращений

- A-, B- и D- – пшеничные геномы;
- acl – *Solanum acaule*;
- adg – *S. tuberosum* ssp. *andigenum*;
- AFLP (amplified fragment length polymorphism) – полиморфизм длин амплифицируемых фрагментов;
- BC1 – первое беккроссное поколение гибридов (повторная гибридизация межвидовых гибридов F1 с диплоидами *S. tuberosum*);
- BC2 – второе беккроссное поколение гибридов (как опыление пыльцой *S. tuberosum* гибридов BC1, так и скрещивания между собой BC1);
- BGCI (Botanical Garden Conservation International) – Международный совет ботанических садов по охране растений;
- blb – *S. Bulbocastanum*;
- chc – *S. Chacoense*;
- CITES (Convention on International Trade of Endangered Species) – Конвенция о международной торговле находящимися в опасности видами дикой фауны и флоры;
- CR (Critically Endangered) – виды, находящиеся на грани полного исчезновения;
- Ddw (Hl) – доминантная низкостебельность;
- DN-линии тритикале – линии удвоенных гаплоидов тритикале;
- dms – *S. demissum*;
- EBN (endosperm balance number) – эффективная плоидность картофеля;
- EN (Endangered) – вымирающие виды;
- ex situ* – сохранение компонентов биологического разнообразия вне их естественных мест обитания;
- F1 – первое поколение гибридов (межвидовых);
- FAO – Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций;
- FDR (first division restitution) – первое реституционное деление;
- FISH (fluorescence *in situ* hybridization) – флуоресцентная гибридизация *in situ*;
- GISH (genomic *in situ* hybridization) – геномная гибридизация *in situ* вариант метода гибридизации *in situ* (FISH);
- in situ* – сохранение компонентов биологического разнообразия в естественных местах обитания;
- in vitro* – сохранение компонентов биологического разнообразия «в пробирке» – вне живого организма; технология выполнения экспериментов;
- EURISCO – European Search Catalogue for Plant Genetic Resources;

in vivo – сохранение компонентов биологического разнообразия, в живой системе, например, в целом организме или в его части;

ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) – межмикросателлитные последовательности;

LC (Least Concern) – виды, вызывающие наименьшие опасения;

MFISH (multiplex fluorescence *in situ* hybridization) – многоцветная флуоресцентная гибридизация с использованием ДНК зондов для полного окрашивания всех хромосом в кариотипе;

MSKH – условное обозначение гербария Центрального ботанического сада НАН Беларуси в Index Herbarium;

NT (Near Threatened) – виды, близкие к уязвимому положению;

PDh (PDH) (primary dihaploid) – первичный дигамплоид (2х) *S. Tuberosum*;

PLRV – ВСКЛ – вирус скручивания листьев картофеля (L-вирус);

pnt – *S. pinnatisectum*;

PVX – X-вирус картофеля;

PVY – Y-вирус картофеля;

R – ржаной геном;

RAPD (random amplified polymorphic DNA) – полиморфизм произвольно амплифицируемой ДНК;

RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) – случайно амплифицированная полиморфная ДНК;

RFLP (restriction fragment lengths polymorphism) – полиморфизм длин рестрикционных фрагментов;

Rpi – гены вертикальной устойчивости к фитофторозу;

SCAR (sequence-characterized amplified region) – тип ПЦР-маркера, основанный на полиморфизме нуклеотидных последовательностей геноподобных фрагментов ДНК (RGAs);

SSR (simple sequence repeat) – простые повторяющиеся повторы ДНК (микросателлиты);

sto – *S. stoloniferum*;

SvSv-линии – специально созданные диплоидные линии *S. tuberosum* с замещенными генами синтеза РНК-аз от *S. verrucosum*;

tbr – *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*;

UPOV – Международный союз по охране новых сортов растений (УПОВ);

ver – *S. verrucosum*;

VU (Vulnerable) – уязвимые виды;

БАВ – биологически активные вещества;

БГСХА – Белорусская государственная сельскохозяйственная академия;

БД – база данных;

БелНИИКПО – Белорусский научно-исследовательский институт карто-
фелеводства и плодоовощеводства;

ВИР – Всероссийский институт растениеводства;

ВНИИС – Всероссийский научно-исследовательский институт садовод-
ства;

ВНИИСПК – Всероссийский научно-исследовательский институт селек-
ции плодовых культур;

ВПС – водопоглотительная способность;

ВС_n – возвратное скрещивание (беккросс);

ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография;

ГП – Государственная программа;

ГРР – генетические ресурсы растений;

ГССР – Глобальная стратегия сохранения растений;

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота;

ДРКР – дикие родичи культурных растений;

ИГЦ – Государственное научное учреждение «Институт генетики и цито-
логии Национальной академии наук Беларуси»;

ИС – информационная система;

ИФА – иммуноферментный анализ;

КБР – Конвенция о биологическом разнообразии;

МААН – Международная ассоциация академий наук;

НАН Беларуси – Национальная академия наук Беларуси;

НПЦ – научно-практический центр;

ПЦР – полимеразная цепная реакция;

ПЦР-маркеры – последовательности ДНК, позволяющие выявлять с по-
мощью ПЦР (полимеразной цепной реакции) наличие или отсутствие кон-
кретных локусов, ответственных за тот или иной признак у селекционных
образцов;

РБ – Республика Беларусь;

РУП – республиканское унитарное предприятие;

С-бэндинг – дифференциальное окрашивание хромосом;

СНГ – Содружество Независимых Государств;

СФ – самофертильные линии;

ФФП – функциональная фертильность пыльцы;

ЦМС – цитоплазматическая мужская стерильность;

ЦБС – Центральный ботанический сад;

ЯМР спектроскопия – спектроскопия ядерного магнитного резонанса.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Генетические ресурсы растений являются ценным и стратегически важным капиталом любой страны, так как они непосредственно связаны с решением вопросов продовольственной, природоохранной и биологической безопасности в настоящем и будущем [1]. Мир сегодня встал перед множеством проблем, одна из которых – обеспечение продовольственной безопасности населения Земли. За непродолжительный период на Земле уже утрачено около 30% видов растений, и если не принять действенных мер, то к середине XXI в. этот показатель может достигнуть 60%. Каждый биологический вид – продукт длительной эволюции, представляющий уникальную планетарную ценность, и его потеря невосполнима. Более миллиарда людей страдают от голода и недоедания. В перспективе эта ситуация еще более обострится, поскольку численность населения Земли неуклонно возрастает и, согласно прогнозам, к 2050 г. достигнет 9,2 млрд человек. В связи с этим потребуются увеличить производство сельскохозяйственной продукции в мире на 60% [2].

Сложившаяся в настоящее время ситуация свидетельствует о снижении уровня биологического разнообразия и деградации генетических ресурсов растений, пригодных для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства [3], что происходит из-за глобального изменения климата и неуклонного усиления антропогенного прессинга на природные экосистемы. Поэтому сохранение, изучение и эффективное использование генофонда растений в большинстве стран мира рассматриваются как наиболее актуальная национальная задача, которая служит основой успеха в развитии устойчивого сельскохозяйственного производства. Генетическое разнообразие этих ресурсов позволяет сельскохозяйственным культурам и сортам приспосабливаться к постоянно меняющимся условиям и преодолевать проблемы, создаваемые вредителями, болезнями и абиотическими стрессами. Сохранение, рациональное использование, справедливое и равноправное совместное участие в выгодах от использования генетических ресурсов являются предметом международной заинтересованности и насущной необходимостью. Мировым сообществом признаны суверенные права стран на их биологические ресурсы и вместе с тем на них возлагается ответственность за сохранение биологического разнообразия, мобилизацию генетических ресурсов [4]. С этой целью функционируют и постоянно создаются новые генетические банки, где в условиях *ex situ* сохраняются различные коллекции генетических ресурсов. В настоящее время в семенных, полевых генных банках и генных банках *in vitro* сохраняются 7,4 млн образцов гермоплазмы, четверть которых является самостоятельными образцами с дубликатами в нескольких коллекциях. К тому же в мире су-

ществует более 2 500 ботанических садов, где сконцентрировано более трети всех известных видов растений. В них также представлены ценные карпологические и гербарные коллекции [5].

Ввиду насущной потребности в диверсификации растет интерес к целенаправленному сбору и ведению коллекций малоиспользуемых культур, а также дикорастущих продовольственных видов. Это следует рассматривать как важное звено в сохранении их генофонда в условиях *in situ*, поскольку имеются данные, что такие виды обычно сложнее сохранять *ex situ*, чем ведущие продовольственные или кормовые культуры [6].

В настоящее время в Республике Беларусь уделяется большое внимание сохранению генофонда растений и его использованию: сформирована современная структура банка генетических ресурсов, включающая: дикие родичи культурных растений; сорно-полевые популяции; редкие ботанические формы (мутанты), генетические линии различных категорий; местные и староместные сорта и популяции; современные селекционные сорта и гибриды; доноры и генетические источники хозяйственно ценных признаков, выделенные в результате изучения внутривидового и сортового разнообразия и полученные экспериментальным путем. Определены основные направления исследований генетических ресурсов растений в Республике Беларусь: получение новых фундаментальных знаний в области генетики, ботаники, молекулярной биологии, биотехнологии, иммунитета, физиологии, биохимии, с целью эффективной оценки мирового генофонда для нужд селекции и повышения продуктивности, адаптивности и энергоэффективности отечественного растениеводства; выделение качественно нового исходного материала для эффективных и экологически безопасных технологий растениеводства; создание генетических коллекций и доноров селекционно-ценных свойств для выведения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и других растений.

В представленной монографии впервые проанализированы результаты исследований генетических ресурсов растений, выполненных в рамках Государственной программы «Генофонд растений» в период с 2000-го по 2018 г. научными коллективами 11 научно-исследовательских учреждений и 2 вузов Республики Беларусь.

Издание предназначено и будет полезно научным работникам в области генетических ресурсов растений, селекционерам, преподавателям и студентам учреждений образования биологического и аграрного профиля и другим специалистам.

В.Г. ГУСАКОВ,

*Председатель Президиума
Национальной академии наук Беларуси,
академик*

PREAMBLE

Plant genetic resources are a valuable and strategically important capital of any country, as they are directly connected with the solution to the problems of food, bio resource and environmental security in the present and future [1]. The world nowadays faces a great number of challenges, one of which is ensuring food security of the population. Over a short period of time about 30 % of plant species have already been lost, and, if effective measures are not taken, this figure can reach 60 % by the middle of the XXI century. Every biological species is a long term evolutionary product of unique planetary value, and its loss is irretrievable. More than 1 billion people suffer from hunger and malnutrition. In prospect the situation will take a turn for the worse, as the world's population is steadily rising, and, according to the forecasts, it will have reached 9.2 billion people by 2050. Due to this, it will be required to increase agricultural production in the world by 60 %.

The current situation witnesses the decline in biodiversity and degradation of plant genetic resources for food and agriculture [3]. This is happening due to global climate changes and steady increase of anthropogenic pressure on natural ecosystems. That is why in most countries of the world conservation, exploration, and sustainable use of the plant gene pool are considered to be a prioritized national objective, which is the basis for success in the development of sustainable agricultural production. Genetic diversity of these resources allows agricultural crops and varieties to adapt to constantly changing conditions and overcome challenges related to pests, diseases and abiotic stresses. Conservation, rational utilization, fair and equitable sharing of benefits arising out of the use of plant genetic resources are a subject of international concern and a primary need. The world community recognizes sovereign rights of countries for their biological resources and along with this the responsibility for biodiversity conservation and mobilization of genetic resources [4]. For this purpose new gene banks are constantly established and operate with different collections of plant genetic resources conserved *ex situ*. There are about 7.4 million accessions of germplasm which are currently maintained in seed and field gene banks and *in vitro* culture. A quarter of the accessions are distinct with duplicates held in other collections. Besides, there are over 2500 botanical gardens around the world where more than a third of plant species are concentrated. Valuable carpological and herbarium collections are also preserved there [5].

In view of the increasing need for diversification there is a growing interest in managing the collections of underutilized crops and wild food species.

This should be considered as an important element of *in situ* conservation, as according to some data *ex situ* conservation of such species is more difficult than conservation of major crops for food and feed [6].

At the present time a lot of emphasis is placed on conservation and use of the plant gene pool in the Republic of Belarus. The structure of the bank of plant genetic resources has been formed. It includes crop wild relatives, weedy populations, rare botanical forms (mutants), genetic lines of different categories, local and old varieties and populations, modern cultivars and hybrids, donors and genetic sources of economically important traits identified as a result of the study of interspecies and variety diversity and obtained experimentally. The main directions of the research have been determined on plant genetic resources in the Republic of Belarus. They include getting new fundamental knowledge in the fields of genetics, botany, molecular biology, biotechnology, immunity, physiology, biochemistry in order to carry out an effective assessment of the world gene pool for the needs of breeding and increase of the performance, adaptability and energy efficiency of the national plant breeding; identifying new initial material for effective and environmentally friendly technologies in plant breeding; creating genetic collections and donors of valuable traits for the development of new varieties and hybrids of agricultural crops and other plants.

The monograph analyses the results of the research on plant genetic resources conducted within the framework of the implementation of the National programme “Plant Gene Pool” over 2000-2018 by research groups from 11 research institutions and 2 higher educational establishments of the Republic of Belarus.

The publication is designed for researchers in the field of plant genetic resources, plant breeders, lecturers and students of biological and agricultural educational establishments and other specialists.

Vladimir G. Gusakov,

Chairman of the Presidium

*of the National Academy of Sciences of Belarus,
Academician*

СОСТОЯНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

История сохранения генетических ресурсов растений в нашей стране уходит в далекое прошлое. Так, еще в 1841 г. в Горы-Горечкой земледельческой школе (г. Горки) на базе оранжереи был создан ботанический сад, а в 1847 г. – дендрарий. Здесь были собраны уникальные по количеству видов и сортов коллекции сельскохозяйственных культур – яровой пшеницы, овса, гороха, а также различные виды и формы древесно-кустарниковых растений, большой ботанический гербарий местных растений. В 1860 г. составлен определитель «Естественная история растительного царства, преимущественно в применении к русской флоре средних губерний», включающий более 1000 описаний видов растений. В 1925 г. в Беларуси по инициативе Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур (ныне Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов им. Н.И. Вавилова) было открыто Белорусское отделение данного института в Лошице-1 (ныне г. Минск), преемником которого является РУП «Институт плодоводства».

С образованием в 1930 г. Белорусского научно-исследовательского института лесного хозяйства (ныне ГНУ «Институт леса НАН Беларуси») начала решаться задача сохранения и рационального использования генофонда основных лесобразующих видов. К настоящему времени проведена большая работа по организации в республике сети лесных генетических резерватов, выделению плюсовых лесных насаждений и созданию объектов по сохранению генетического потенциала древесных пород.

В 1932 г. по решению Совета Народных Комиссаров БССР создано одно из старейших ботанических учреждений Беларуси – Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад академии наук БССР». Сегодня оно является уникальным природным объектом садово-паркового искусства, сочетающего функции столичной достопримечательности и важнейшего культурно-просветительского, эколого-воспитательного и образовательного центра. ЦБС – самый крупный в стране центр по сохранению биоразнообразия живых растений, ведущее научное учреждение 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 гг. XX в. 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) 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 согласно заключенному договору о научно-техническом сотрудничестве с Всероссийским институтом генетических ресурсов им. Н.И. Вавилова. В СССР генофонд культурных растений был сконцентрирован в ВИРе им. Н.И. Вавилова в свободном доступе, к которому имели все заинтересованные представители республик Союза. После распада СССР имеющийся генофонд растений по существу стал объектом национализации в суверенных странах бывшего Союза. Его сохранение, изучение и использование становится актуальной научно-значимой проблемой. Однако в процессе работы возникли закономерные затруднения, поскольку был нарушен систематический обмен коллекционным материалом как между республиками, так и между ведущими учреждениями.

В этих условиях назрела необходимость формирования национального генетического фонда страны, что приобретает особую актуальность в связи с определившейся глобальной проблемой – обеспечение продовольственной безопасности населения. 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 РБ.

С 2000 г. в соответствии с поручением Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко разработана и начала функционировать ГП «Создание национального генетического фонда хозяйственно полезных растений» («Генофонд растений») [7]. Она предназначена для научного обеспечения мероприятий по сохранению и рациональному использованию отечественных и мировых растительных ресурсов, направлена на создание, систематизацию, поддержание и анализ растительных ресурсов в целях обеспечения национальной продовольственной, природоохранной и биологической безопасности страны. В 2000–2005 гг. была проведена инвентаризация и первичное описание материала, накопленного в рабочих коллекциях организаций-исполнителей программы «Генофонд растений».

В результате выполнения заданий ГП «Генофонд растений» в 2000–2010 гг. в республике сформирован основополагающий генетический фонд растений [8]. Государственная программа 2011–2015 гг. послужила для его дальнейшего развития и создания Национального банка генетических ресурсов растений сельскохозяйственных культур и природной флоры Беларуси [9].

С 2016 г. по настоящее время программа направлена на мобилизацию, сохранение, изучение и использование генетических ресурсов растений в РБ для создания высокопродуктивных сортов и гибридов. Сохранение генетических ресурсов растений обеспечивается регулируемыми условиями хранения в Национальном банке семян генетических ресурсов растений РБ РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», где созданы условия для надежного длительного хранения коллекций ресурсов растений. В качестве дублетной коллекции используется хранилище в БГСХА (г. Горки Могилевской области), длительное хранение генетического фонда ценных лесных пород деревьев осуществляется в Институте леса (г. Гомель), основные коллекции вегетативно размножаемых культур сосредоточены в НПЦ по картофелеводству и плодоовощеводству (г. п. Самохваловичи Минского района). Поддержание коллекционного фонда здесь осуществляется как биотехнологическими методами – в культуре *in vitro*, – так и в полевых коллекциях [10].

Национальная коллекция генетических ресурсов растений РБ 11 научно-исследовательских учреждений НАН Беларуси и 2 вузов к 2018 г. насчитывает более 78,7 тыс. образцов, 1 680 культурных видов и их диких сородичей, занимает 4-е место по количеству коллекционных образцов среди стран СНГ, а по видовому разнообразию находится на 3-м месте (табл. 1.1.). Коллекция включает сельскохозяйственные культуры и их дикие родичи: зерновые, зернобобовые, крупяные, масличные, технические, кормовые, овощные, картофель, плодовые, ягодные, орехоплодные, лекарственные и пряно-ароматических, цветочные, декоративные, древесные, кустарниковые, оранжерейные, лесные древесные породы, природные популяции хозяйственно-значимых видов, в том числе родственных окультуренным диким видов [11,12]. Благодаря успешному выполнению ГП «Генофонд растений» в стране сформирован Национальный банк генетических ресурсов растений.

На сегодняшний день в число включенных в Государственный реестр научных объектов, составляющих национальное достояние страны, входят и коллекции семян генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных культур РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт плодководства», живые коллекции интродуцированных рас-

тений мировой флоры Центрального ботанического сада ДНК коллекции растений ИГЦ НАН Беларуси и коллекции картофеля РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Таблица 1.1. – Национальная коллекция генетических ресурсов растений Беларуси, 2018 г.

Наименование организаций	Количество образцов, штук
РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»	38 406
Институт плодоводства	5 581
НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству	1 864
Институт овощеводства	3 722
Полесский институт растениеводства	682
Институт льна	896
Опытная научная станция по сахарной свекле	282
Институт генетики и цитологии НАН Беларуси	2 317
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси	1 179
Центральный ботанический сад НАН Беларуси	14 119
Институт леса НАН Беларуси	4 380
Белорусский государственный университет	816
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия	4 507
ИТОГО	78 751

Генетические ресурсы растений для продовольствия и сельского хозяйства в РБ широко используются для создания новых высокопродуктивных сортов, озеленения, в учебных целях и в научных исследованиях. (На основе использования Национальной коллекции ресурсов растений в РБ за период 2000–2018 гг. более 1 000 сортов культурных растений [13].)

1.1. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ)

Обеспечение сохранения и использования генетических ресурсов на законодательном уровне, включая вопросы биологического и ландшафт-

ного разнообразия, охраны и рационального использования объектов растительного мира, доступа к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой равной основе выгод от их применения, является одной из главных задач Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, а также научно-исследовательских организаций Отделения аграрных наук, Отделения биологических наук НАН Беларуси.

1.1.1. Действующие в Республике Беларусь международные конвенции и соглашения в области генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства

Республика Беларусь является стороной следующих международных договоров, в которых особое внимание уделяется вопросам сохранения биологического разнообразия и генетических ресурсов растений, используемых для производства продовольствия и в сельском хозяйстве, например, это Конвенция о биологическом разнообразии, подписанная 5 июня 1992 г. в г. Рио-де-Жанейро¹. Республика Беларусь присоединилась к Картахенскому протоколу по биобезопасности к КБР² и к Нагойскому протоколу регулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их применения к КБР³. Подписаны Конвенция о создании Организации защиты растительного мира Европы и Средиземноморья⁴; Международная конвенция по защите растений⁵; Международная конвенция по охране новых сортов растений⁶;

¹Постановление Верховного Совета Республики Беларусь от 10 июня 1993 г. «О ратификации Конвенции о биологическом разнообразии».

²Закон Республики Беларусь от 6 мая 2002 г. «О присоединении Республики Беларусь к Картахенскому протоколу по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии».

³Указ Президента Республики Беларусь от 22 мая 2014 г. № 235 «О присоединении Республики Беларусь к международному договору».

⁴Закон Республики Беларусь «О присоединении Республики Беларусь к Конвенции о создании Организации защиты растительного мира Европы и Средиземноморья» от 27 мая 2002 г. № 107–3.

⁵Указ Президента Республики Беларусь «О присоединении Республики Беларусь к Международной конвенции по защите растений» от 12 января 2005 г. № 10.

⁶Закон Республики Беларусь «О присоединении Республики Беларусь к Международной конвенции по охране новых сортов растений» № 115–3 от 24 июня 2002 г., Постановление Совета Министров № 1288 от 18 сентября 2002 г. «О мерах по реализации положений Международной конвенции по охране новых сортов растений».

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН⁷; Конвенция о сохранении агробиоразнообразия между Республикой Беларусь, Республикой Армения, Кыргызской Республикой, Российской Федерацией и Республикой Таджикистан⁸.

1.1.2. Национальное законодательство и политика в области генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства

Вопросы сохранения и устойчивого использования ресурсов растительного мира урегулированы законами РБ «Об охране окружающей среды», «Об особо охраняемых природных территориях», «О растительном мире», «О безопасности генно-инженерной деятельности», «О внесении изменений и дополнений в некоторые законы РБ по вопросам обращения с объектами растительного мира» и другими нормативными правовыми актами.

Вопросы защиты прав разработчиков сортов растений, используемых в сельском хозяйстве, регулируются законом «О патентах на сорта растений», а также Указом Президента Республики Беларусь «О патентных пошлинах», Постановлением Совета Министров «Об утверждении перечня видов растений, сорта которых охраняются в соответствии с Законом РБ «О патентах на сорта растений», Постановлением Совета Министров «О некоторых вопросах сортоиспытания на патентоспособность», содержащее Положение о сортоиспытании на патентоспособность, Постановлением Совета Министров «Об утверждении Положения о порядке составления заявки на выдачу патента на сорт растений», регламентирующим процесс получения патента.

Поддержание генетического разнообразия природной флоры и фауны, культивируемых растений, сельскохозяйственных и домашних животных, создание и пополнение банка генетических ресурсов человека, животных, растений, микроорганизмов РБ – одна из ключевых задач Стратегии по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия⁹. Основные мероприятия по сохранению и рациональному использованию биологического разнообразия, включающие и мероприятия по сохранению и рациональному использованию генетических ресурсов растений

⁷Нота МИД Республики Беларусь «Соглашение между правительством Республики Беларусь и Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН о технической помощи этой организации, заключенное путем обмена нотами 8 мая 2013 года» от 22 апреля 2013 г., N 07-53/7799-н; вступило в силу 7 января 2014 г.

⁸Подписано 7 июня 2016 г. в г. Бишкек.

⁹Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19 ноября 2010 г. № 1707 «О некоторых вопросах в области сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия».

для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства, предусмотрены в Национальном плане действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2016–2020 г.¹⁰

Сохранение и устойчивое использование биоразнообразия растений, используемых для производства продовольствия и в сельском хозяйстве, на национальном уровне обеспечивается с 2000 г. в рамках выполнения ГП «Генофонд растений». Создание национального банка генетических ресурсов растений для выведения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, сохранения и обогащения культурной и природной флоры Беларуси было предусмотрено постановлением Совета Министров Республики Беларусь¹¹. Работа в данной области продолжается в рамках подпрограммы «Мобилизация и рациональное использование генетических ресурсов растений национального банка для селекции, обогащения культурной и природной флоры Беларуси» ГП «Наукоемкие технологии и техника» (2016–2020).

Научное обеспечение государственной политики в области сохранения и устойчивого использования ресурсов растительного мира (в том числе генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства) осуществляется аграрным и биологическим отделениями НАН Беларуси, а реализация данной политики обеспечивается Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды; в сфере сельского хозяйства, производства пищевых продуктов, а также в области семеноводства, сортоиспытания, обеспечения качества продовольственного сырья и пищевых продуктов – Министерством сельского хозяйства и продовольствия, другими республиканскими органами государственного управления, местными исполнительными и распорядительными органами и иными организациями.

1.2. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ «ГЕНОФОНД РАСТЕНИЙ»

Исследования по сбору, изучению и сохранению генетических ресурсов растений в РБ проводятся в рамках ГП «Генофонд растений», в кото-

¹⁰Постановление Совета Министров Республики Беларусь 3 сентября 2015 г. № 743.

¹¹Постановление Совета Министров от 28 марта 2011 г. № 385 «О Государственной программе «Создание национального банка генетических ресурсов растений для выведения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, сохранения и обогащения культурной и природной флоры Беларуси» на 2011-2015 гг.».

рой участвуют 11 научно-исследовательских учреждений НАН Беларуси и 2 вуза.

- НПЦ НАН Беларуси по земледелию возглавляет работу по ГП «Генофонд растений», здесь сконцентрированы основные коллекции по зерновым, зернобобовым, масличным, крупяным, техническим и кормовым культурам;

- НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству сохраняет коллекции культурного и диких видов и межвидовых гибридов картофеля;

- Институт плодоводства НАН Беларуси – коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда;

- Институт овощеводства НАН Беларуси – коллекции овощных, лекарственных и пряно-ароматических культур;

- Опытная научная станция по сахарной свекле – коллекции популяционных сортов и линий для гетерозисной селекции сахарной свеклы;

- Институт генетики и цитологии НАН Беларуси – генетические коллекции и ДНК-банк растений (новый генофонд, созданный с использованием генетических методов и биотехнологий) зерновых, овощных, технических культур и картофеля, коллекции сои и подсолнечника;

- Институт льна НАН Беларуси – коллекции льна-долгунца и льна масличного;

- Полесский институт растениеводства – коллекции кукурузы, подсолнечника, зернобобовых и кормовых культур;

- Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси им. В.Ф. Купревича – природные популяции хозяйственно значимых видов, включая родственные окультуренные дикие виды (ГРП *in situ*);

- Центральный ботанический сад НАН Беларуси – коллекции цветочных, декоративных, древесных и кустарниковых, оранжерейных, лекарственных и пряно-ароматических растений;

- Институт леса – коллекции лесных древесных пород;

- БГСХА – коллекции основных полевых, плодовых, ягодных культур и овощей, декоративных травянистых и древесно-кустарниковых растений, а также лекарственных и редких видов;

- Белорусский государственный университет – коллекция узколистного, желтого и диких видов люпина.

Для координации работ по генетическим ресурсам растений в РБ создан Координационный совет, в составе – 20 ведущих ученых республики, включая авторов работ, которые координируют и проводят исследования в области генетических ресурсов растений в нашем государстве [14].



Рисунок 1.1. – Координационный Совет по генетическим ресурсам растений Республики Беларусь, 2018 г.

1.3. EX SITU СОХРАНЕНИЕ ГЕРМОПЛАЗМЫ ОРТОДОКСАЛЬНЫХ СЕМЯН В НАЦИОНАЛЬНОМ БАНКЕ СЕМЯН ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ»

РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» координирует работу в стране по сбору, изучению и сохранению генофонда растений, являясь ведущим научным учреждением в области растениеводства, где сконцентрирована селекция более 40 сельскохозяйственных культур. На его основе создан Национальный банк генетических ресурсов хозяйственно полезных растений (генбанк), который позволяет сосредоточить растительное разнообразие страны в одном месте, гарантировать относительную безопасность его сохранения, обеспечить возможность целенаправленного изучения, расширить доступность к использованию генетических ресурсов растений для отечественных и зарубежных ученых. В основу его формирования положены следующие принципы:

- сохранение подлинности образца семян;
- поддержание жизнеспособности;

- поддержание генетической целостности образца;
- поддержание здоровья семян;
- физическая сохранность коллекции;
- наличие и использование зародышевой плазмы;
- наличие информации;
- проактивное управление генным банком (зародышевая плазма эффективно сохраняется, в достаточном количестве предоставляется селекционерам, исследователям и другими пользователями и активно используется) [15].

Генетические ресурсы растительного происхождения, сохраняемые и поддерживаемые на базе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» насчитывают 41,7 тыс. коллекционных образцов, из них 97% предназначены для производства продовольствия и сельского хозяйства. С 2000 г. ведется целенаправленная работа по мобилизации, сохранению и изучению генетических ресурсов растений и их использованию в рамках ГП «Генофонд растений». В результате выполнения заданий данной программы: в 2011–2015 гг. создан Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» (*далее генбанк*), который позволяет сосредоточить растительное разнообразие страны в одном месте, гарантировать относительную безопасность его сохранения, обеспечить возможность целенаправленного изучения, расширить доступность к использованию генетических ресурсов растений для отечественных и зарубежных ученых.

В генбанке сохраняются коллекции семян генетических ресурсов растений: зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных, технических, овощных культур, а также лекарственных и пряноароматических культур, диких родичей природных популяций хозяйственно полезных видов. В их состав входят: селекционные сорта, селекционный исследовательский материал, гибриды, мутанты, генетические линии, местные, стародавние сорта, дикие родичи природных популяций растений, целевые признаковые, стержневые коллекции и коллекционные образцы, не имеющих аналогов в мире; 46% коллекции – образцы белорусского происхождения, 54% – других стран мира [16].

В 2018 г. в коллекционном фонде генбанка в условиях среднесрочного и долгосрочного хранения сохраняется 38,7 тыс. коллекционных образцов, 47 культур, 356 родов. 702 вида из них: активная коллекция – 11 602 образцов; базовая коллекция – 8 246 образцов (охватывает генофонд белорусского происхождения, лучшие зарубежные сорта, наиболее ценные коллекционные образцы); коллекция семян исходного образца – 18 558 шт. (*табл. 1.2*). Материалы коллекций семян генетических ресурсов растений

используются в первую очередь в селекционных целях при создании высокопроизводительных сортов сельскохозяйственных культур, высокого качества, а также в познавательном-образовательном направлении.

Базовая коллекция охватывает 2 000 семян в режиме долгосрочного (до 40 лет) хранения (-18°C). Основана коллекция в 2015 г. [17].



Рисунок 1.2. – Коллекционные образцы долгосрочного хранения, 2018 г.

Активная коллекция предназначена для обмена отечественных и зарубежных исследователей, сохраняется в режиме среднесрочного хранения (до 15 лет) при $t = 0 - +4^{\circ}\text{C}$. Создана коллекция в 2007 г.

В 2018 г. в активную коллекцию передано 1 830 образцов, из них 915 белорусского происхождения.



Рисунок 1.3. – Коллекционные образцы активной коллекции, 2018 г.

Коллекция семян исходного образца сохраняется в регулируемых условиях при $t = +4^{\circ}\text{C}$, предназначена для справочных целей, сравнительного анализа морфологических признаков или генотипа последующих поколений соответствующего образца (20–100 семян).

В 2018 г. в рабочих коллекциях полевых питомников (5 км от г. Жодино) проведено изучение коллекционных образцов (3 243 шт.) зерновых; зернобобовых; крупяных; кормовых; масличных культур по фенологическим, морфологическим, хозяйственно-ценным признакам, учету болезней, идентификации образцов с использованием методики UPOV, а также их размножение, выделены источники хозяйственно-ценных признаков, которые активно используются в селекционном процессе.

Таблица 1.2. – Коллекционный фонд РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», 2018 г.

Название культуры	Количество образцов 2018 г.
Зерновые (<i>пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес, кукуруза</i>)	8 278
Зернобобовые (<i>горох, люпин, соя, бобы кормовые</i>)	3 083
Крупяные (<i>гречиха, просо, просовидные</i>)	712
Кормовые (<i>свекла кормовая, многолетние бобовые и злаковые травы, кукуруза на силос</i>)	2 801
Масличные (<i>рапс, редька масличная, сурепица, горчица, лен масличный</i>)	1 438
Технические (<i>свекла сахарная, лен-долгунец</i>)	872
Овощные (<i>помидор, огурец, перец, фасоль</i>)	125
Лекарственные и пряноароматические	104
Дикие родичи природных популяций хозяйственно полезных видов РБ	1 059
Другие культуры	86
Коллекция семян исходного образца всего:	18 558
Активная коллекция (<i>зерновые, зернобобовые, крупяные, кормовые, масличные, технические культуры</i>)	11 602
Базовая коллекция (<i>зерновые, зернобобовые, крупяные, кормовые, масличные, технические, овощные, лекарственные и пряноароматические культуры, дикие родичи природных популяций хозяйственно полезных видов</i>)	8 246
Рабочие коллекции полевых питомников (<i>5 км от г. Жодино</i>) (<i>зерновые, зернобобовые, крупяные, кормовые, масличные культуры</i>)	3 243,0
Всего:	41 649

Коллекции генбанка ежегодно увеличивается в своем объеме за счет обмена с зарубежными генетическими банками и селекционными центрами, а также с учеными Беларуси. В 2018 г. коллекционный фонд увеличился на 8 626 сохраняемых образцов. Активная коллекции семян генетических ресурсов растений увеличились на 4 968 образцов, базовая коллекция – на 1 944 образцов; коллекции исходного образца увеличились с 16 844 образцов, заложенных на хранение в 2017 г., до 18 558 образцов в 2018 г.

В относительном выражении наибольший удельный вес составляют образцы зерновых культур – 44,6%. Зернобобовые составляют 16,6% коллекционного фонда, масличные (крестоцветные) – 7,7%, крупяные – 3,8%, кормовые – 15,1%.

Разработана современная структура генбанка генетических ресурсов растений в РБ, которая включает: ДРКР, сорно-полевые популяции, редкие ботанические формы, генетические линии различных категорий, местные и староместные сорта и популяции, селекционные сорта и гибриды, доноров и генетические источники хозяйственно ценных признаков [18].

За 2000–2018 гг. с использованием генофонда коллекций в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» создано 239 сортов (зерновых, зернобобовых, кормовых и масличных культур), только в 2018 г. передано в Государственное сортоиспытание 34 сорта, 20 сортов включены в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород РБ. В генбанке также сохраняется коллекция дикорастущих хозяйственно полезных растений (в том числе ДРКР), представленная 1 069 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». Коллекции, сохраняемые в генбанке, являются стратегическим ресурсом и основой устойчивого производства сельскохозяйственных культур в РБ, необходимы для создания новых высокопродуктивных отечественных сортов и гибридов, а их сохранение и эффективное использование обеспечит продовольственную безопасность как в настоящем, так и в будущем [19].

1.4. ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ «ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ РБ»

Важным условием целенаправленного использования генетических ресурсов растений является их документирование и доступность информации. Документирование и создание Национальной информационной системы позволяют оперативно систематизировать, анализировать информацию и осуществлять сотрудничество в глобальном масштабе, которое обеспечивает эффективное использование генетических ресурсов растений на благо будущих поколений. Создание Национальной информационной системы по генетическим ресурсам растений и механизма информационного обмена на основе теоретических и методологических подходов является сложным и длительным процессом.

С целью повышения надежности и системного учета коллекционных образцов, в Национальном банке генетических ресурсов растений создана система компьютерного учета коллекционного материала ИС «Генофонд растений Беларуси», которая обеспечивает оптимальное размещение и оперативный поиск образцов в национальном хранилище, в «полевых коллекциях», мониторинг состояния семян и вегетирующих коллекционных образцов; отбор образцов по хозяйственно-биологическим характеристикам, быстрый и удобный обмен информацией между учреждениями системы генетических ресурсов растений РБ и учреждениями за рубежом.

Информационная система включает в себя базы данных: интродукции, паспортные, признаковые, родословные, семенного фонда национально-го хранилища, обслуживаемые справочной подсистемой и др. Схема ИС вместе со справочной подсистемой и инструкции для пользователей передана всем учреждениям-соисполнителям, которые в этом формате ведут БД по своим культурам (рис. 1.4).

ИС «Генофонд растений Беларуси» включает:

1. Основные положения.

2. Задачи:

2.1. Инвентаризация образцов генофонда растений в РБ: формирование Центральной базы паспортных данных;

2.2. Учет и мониторинг состояния образцов генофонда в Национальном и дублетном хранилищах семян образцов генофонда, семенных и полевых коллекциях учреждений системы ГРР Беларуси;

2.3. Накопление, обработка и использование информации об образцах генофонда; регистрация коллекций и образцов генофонда в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»;

2.4. Обмен информацией о генофонде растений между учреждениями в пределах РБ и с зарубежными генными банками, селекционными и другими учреждениями, ее распространения, в т. ч. через электронные и печатные издания;

2.5. Участие в формировании и поддержании Европейского каталога генетических ресурсов растений (EURISCO) и Европейских центральных баз культур.

3. Структура:

3.1. Справочная подсистема ведения ИС;

3.2. Программное обеспечение.

4. Базы данных и порядок их формирования:

4.1. База паспортных данных;

4.1.1. Порядок формирования и ведения;

4.1.2. Номер национального каталога и порядок его присвоения;

4.1.3. Распределение обязанностей при ведении базы паспортных данных ИС «Генофонд растений»;

4.2. База данных интродукции;

4.3. База данных хранения;

4.4. База данных передачи образцов генофонда;

4.5. База данных образцов, переданных/полученных на условиях соглашения о передаче материала (SMTA);

4.6. База данных регистрации образцов и коллекций генофонда растений;

- 4.7. База данных родословных;
- 4.8. Признаковая база данных;
- 4.9. Генетическая база данных;
- 4.10. Идентификационные базы данных:
 - 4.10.1. Иллюстрированная База данных;
 - 4.10.2. База данных электрофоретических спектров;
- 4.11. Метеорологическая база данных;
- 4.12. База данных информации об образцах генофонда.
- 5. Сохранение информации и доступ:
 - 5.1. Сохранение информации;
 - 5.2. Доступ к информации;
- 6. Заключительные положения.

Проведена большая работа по разработке документов входящих в справочную подсистему. Впервые в Беларуси под руководством и с участием авторов работы разработаны и опубликованы унифицированные классификаторы по зерновым (пшеница тритикале, рожь, ячмень, овес) и зернобобовым (люпин, горох, вика) культурам, включающие информацию о хозяйственной полезности, ценности селекционного материала, идентификационных и биохимических признаках и свойствах, методики изучения и заполнения паспортной и описательной БД. Классификаторы разработаны для научных работников, селекционеров, аспирантов, магистрантов, студентов и ученых смежных специальностей, принимающих непосредственное участие в работе по изучению мировой коллекции и селекции таких культур как пшеница, тритикале, рожь, ячмень, овес, люпин, горох, вика. На полях научных селекционных учреждений и опытных станций, расположенных в различных почвенно-климатических условиях Беларуси, ежегодно проводится оценка большого количества образцов этих культур с целью выявления наиболее ценных форм и сортов для селекции. Весьма важно, что эта большая и важная работа осуществляется по единой методике.

Разработано и утверждено советом по генетическим ресурсам растений Положение о кураторах коллекций генетических ресурсов растений в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Данным положением устанавливаются основные функции кураторов Национальной коллекции генофонда по культурам (группам культур) по систематизации и дальнейшему развитию в области сбора, сохранения, изучения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений.

В 2012 г. разработан кодификатор по группам культур, что позволило присвоить Национальный каталожный номер всем коллекционным образцам, генофонд которых сосредоточен в коллекциях 13 учреждений

соисполнителей, специализирующихся на различных группах культур, образующих Систему генетических ресурсов растений Республики Беларусь (табл. 1.3). Во всех учреждениях проводится регистрация данных по образцам в соответствующие электронные журналы. Часть сохраняемого материала задокументированы согласно Многофункциональным паспортным дескрипторам по сельскохозяйственным культурам и введена в общий каталог внутри страны (23566 образцов).

Впервые разработано и утверждено «Положение о регистрации образцов генофонда растений в Республике Беларусь». Им установлена ответственность по регистрации ценных образцов и коллекций генофонда растений в РБ, которую в соответствии с положением осуществляет головная организация РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», а также филиалы РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», РУП «Институт плодоводства», ГНУ «Институт леса НАН Беларуси». Регистрация образцов генофонда культурных растений и их диких сородичей необходима для создания и поиска источников и доноров ценных признаков, надежного хранения, активного использования в селекционных и научных программах. Предметом регистрации являются коллекционные образцы генофонда растений, созданные в научно-исследовательских учреждениях, учебных заведениях, частных фирмах, отдельными исследователями или собранные в экспедициях:

- селекционные сортообразцы (линии) и сорта с высокой степенью проявления отдельных ценных признаков, эффективным сочетанием признаков, донорскими свойствами;
- ценные самоопыляемые линии с высокой комбинационной способностью;
- образцы с генетическими маркерами отдельных признаков;
- ценные константные образцы с измененным набором хромосом: ауто-, аллополиплоиды и др., которые могут поддерживаться без специальных методов контроля;
- выдающиеся образцы и клоны растений, репродуцирующиеся вегетативно;
- 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 и исчезающих видов растений.

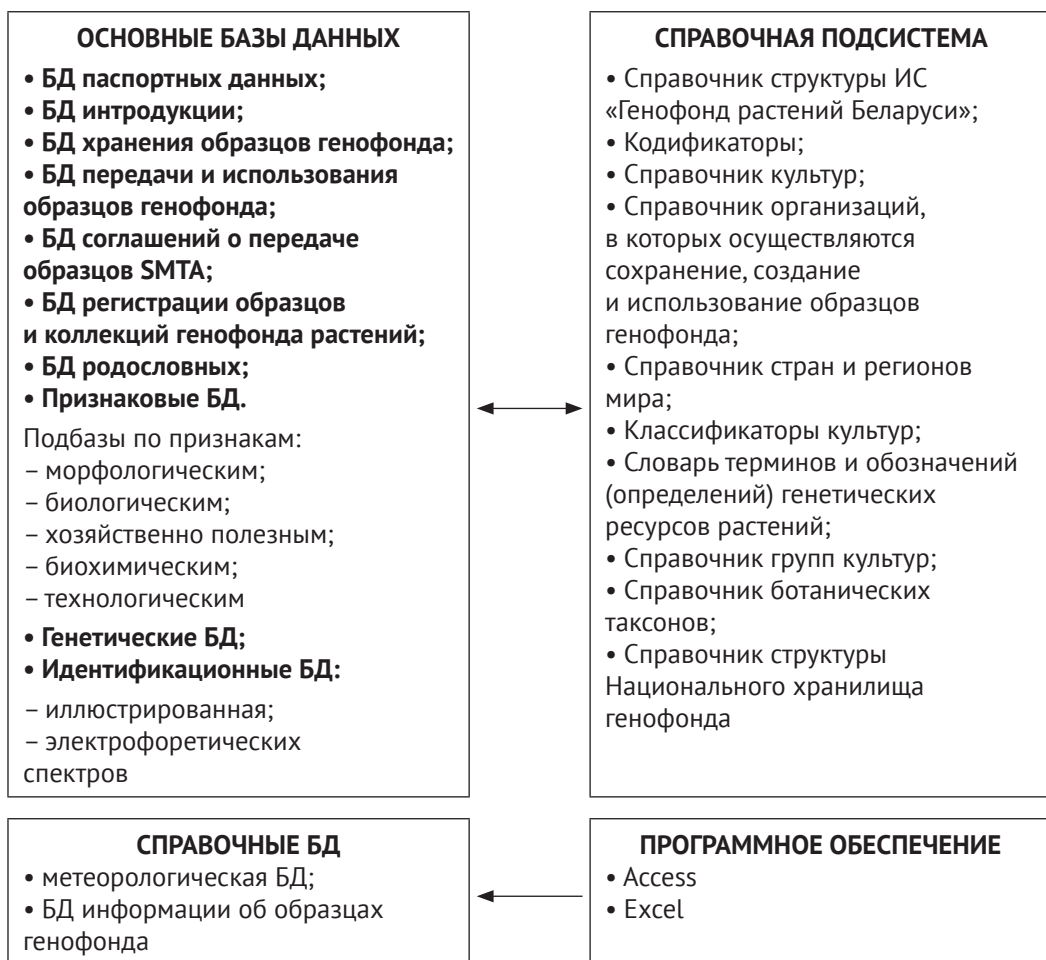


Рисунок 1.4. – Структура ИС «Генофонд растений Беларуси»

Впервые в Беларуси подготовлен и опубликован «Каталог источников селекционно ценных признаков сельскохозяйственных культур», предназначенный для научных работников, селекционеров, аспирантов, студентов и ученых смежных специальностей, принимающих непосредственное участие в работе по селекции зерновых и зернобобовых культур.

В 2011 г. с целью повышения доступности информации о накопленном коллекционном фонде национального банка генетических ресурсов растений разработана паспортная БД ИС «Генофонд растений Беларуси». Она включает в себя перечень паспортных дескрипторов растений (MCPD V.2), совместимых с перечнем дескрипторов растений «Bioversity», с дескрипторами, используемыми для Всемирной системы информации и раннего оповещения по генетическим ресурсам в сельском хозяйстве и продовольствии FAO и с глобальным порталом GENESYS.

Таблица 1.3. – Фрагмент кодификатора по группам культур

CODEGR	Группа культур	CODE	NEME_LAT	NEME_RUS	NEME_ENG
A	ЗЕРНОВЫЕ	01	Triticum aestivum L.	пшеница мягкая	bread wheat, common wheat
A		02	Triticum durum Desf.	пшеница твердая	durum wheat
A		03	Triticum spp.	пшеница малораспространенных видов	wheat
A		04	Aegilops, Ambliourugum, Dasyrugum.	дикие сородичи пшеницы	
A		05		амфидиплоиды зерновых культур	
A		06	x Triticosecale Witt.	тритикале	triticale
A		07	Secale L.	рожь	rye
A		08	Hordeum L.	ячмень	barley
A		09	Avena L.	овес	oat
B	ЗЕРНОКОРМОВЫЕ	01	Zea L.	кукуруза	corn
B		02	Euchlaena Schrad, Tripsacum L.	сородичи кукурузы	
C	ЗЕРНОБОБОВЫЕ	01	Pisum L.	горох	pea
C		02	Phaseolus L	фасоль	haricot, kidney bean
C		03	Vicia L.	вика	vetch
C		04	Lupinus L.	люпин	lupine, lupin
C		05	Faba Mill.	бобы	bean
C		06	Glycine Willd.	soя	soybean, soya
C		07	Lathyrus L.	чина	vetchling, peavine
C		08	Cicer L.	нут	chickpea
C		09	Vigna Savi	вигна	

Данный классификатор используется для ведения паспортной БД и размещения информации из национальных каталогов в международный каталог образцов генофонда EURISCO. Для каждого паспортного дескриптора растений предлагается краткое объяснение содержания, схема кодирования, включающая название поля для компьютерного обмена данными этого типа. Данная база позволяет производить эффективный обмен информацией в согласованном порядке с зарубежными генными банками.

Единая электронная БД по накопленному коллекционному фонду ежегодно пополняется новыми исходными данными, обновляются базы паспортных данных согласно дескриптору EURISCO. Информация в базах паспортных данных представлена на 2 языках – русском и английском (*табл. 1.4, 1.5*).

Таблица 1.4. – База паспортных данных, структуры ИС «Генофонд растений Беларуси»

№ п/п	СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЯ
0	КОД СТРАНЫ, ВЕДУЩЕЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КАТАЛОГ
1	КОД ИНСТИТУТА
2	НОМЕР НАЦИОНАЛЬНОГО КАТАЛОГА
3	НОМЕР РЕГИСТРАЦИИ ИНСТИТУТА
4	КОД ИНСТИТУТА, КОТОРЫЙ СОБРАЛ ОБРАЗЕЦ
5	РОД
6	ВИД
7	АВТОР(Ы) ВИДА
8	ВНУТРИВИДОВАЯ ТАКСОН
9	АВТОР ВНУТРИВИДОВОГО ТАКСОНА
10	ОБЩЕЕ НАЗВАНИЕ КУЛЬТУРЫ
11	НАЗВАНИЕ ОБРАЗЦА
12	ДАТА ВВЕДЕНИЯ ОБРАЗЦА В КОЛЛЕКЦИЮ
13	СТРАНА ПРОИСХОЖДЕНИЯ
14	РАСПОЛОЖЕНИЕ МЕСТА СБОРА
15	ШИРОТА МЕСТА СБОРА
16	ДОЛГОТА МЕСТА СБОРА
17	ВЫСОТА МЕСТА СБОРА
18	ДАТА СБОРА ИЛИ ИНТРОДУКЦИИ ОБРАЗЦА [ММ.ДД.ГГ.]
19	КОД ИНСТИТУТА-СЕЛЕКЦИОНЕРА
20	БИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ОБРАЗЦА
21	ГЕНЕОЛОГИЯ
22	ИСТОЧНИК СБОРА/ПОЛУЧЕНИЯ
23	КОД ИНСТИТУТА-ДОНОРА
24	НОМЕР ОБРАЗЦА, ПРИСВОЕННЫЙ ДОНОРОМ
25	ДРУГИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ (НОМЕРА), СВЯЗАННЫЕ С ОБРАЗЦОМ
26	МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ СТРАХОВЫХ ДУБЛЕТОВ
27	ВИД ХРАНЕНИЯ ОБРАЗЦА
28	ПРИМЕЧАНИЯ
29	ОПИСАНИЕ ИНСТИТУТА-ХРАНИЛИЩА
30	ОПИСАНИЕ ИНСТИТУТА-СЕЛЕКЦИОНЕРА
31	ОПИСАНИЕ ИНСТИТУТА-ДОНОРА
32	ОПИСАНИЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ СТРАХОВЫХ ДУБЛЕТОВ
33	VLR СПРАВКА
34	СТАТУС СОГЛАСНО ВСЕСТОРОННЕЙ СИСТЕМЫ
35	СТАТУС СОГЛАСНО AEGIS
36	НОМЕР SMTA ОБРАЗЦА
37	РЕГИОН (ОБЛАСТЬ) ПРОИСХОЖДЕНИЯ
38	ЦИКЛ ЖИЗНИ
39	ТИП РАЗВИТИЯ
40	МЕТОД ПРОИЗВОДСТВА
41	ЦЕННОСТЬ ОБРАЗЦА
42	ДОСТУПНОСТЬ ОБРАЗЦА
43	АВТОР ИЛИ СБОРЩИК ОБРАЗЦА
44	АББРЕВИАТУРА НАЗВАНИЕ ОБРАЗЦА

Таблица 1.5. – Фрагмент базы паспортных данных коллекционных образцов ячменя *Hordeum L.*

INSTCODE	ACCENUMB	COLLNUMB	COLLCODE	GENUS	SPECIES	SPAUTHOR	SUBTAXA	CROPNAME	ACCENAME	ACQDATE	ORIGCTY
BLR011	BA08000001	Jai0001	BLR011	Hordeum	vulgare	L.		jachmen' ozimyj	Amarena	20090914	FRA
BLR011	BA08000004	Jai0002	BLR011	Hordeum	vulgare	L.		jachmen' ozimyj	Arianna	20090914	ITA
BLR011	BA08000006	Jai0003	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. nutans	jachmen' ozimyj	Barlena	20071130	DEU
BLR011	BA08000007	Jai0004	BLR011	Hordeum	vulgare	L.		jachmen' ozimyj	Bartosz	20090914	POL
BLR011	BA08000008	Jai0005	BLR011	Hordeum	vulgare	L.		jachmen' ozimyj	Bazant	20090914	POL
BLR011	BA08000011	Jai0006	BLR011	Hordeum	vulgare	L.		jachmen' ozimyj	Campagne	20090914	FRA
BLR011	BA08000012	Jai0007	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. pallidum	jachmen' ozimyj	Catinka	20110823	DEU
BLR011	BA08000013	Jai0008	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. pallidum	jachmen' ozimyj	Cebeko 79415	20110823	NLD
BLR011	BA08000015	Jai0009	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. nutans	jachmen' ozimyj	Concert	20110823	GBR
BLR011	BA08000017	Jai0010	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. nutans	jachmen' ozimyj	Docile	20071130	FRA
BLR011	BA08000020	Jai0011	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. pallidum	jachmen' ozimyj	Elektra	20071130	DEU
BLR011	BA08000021	Jai0012	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. pallidum	jachmen' ozimyj	Energi	20071130	FRA
BLR011	BA08000023	Jai0013	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. pallidum	jachmen' ozimyj	Express	20080420	FRA
BLR011	BA08000024	Jai0014	BLR011	Hordeum	vulgare	L.	var. nutans	jachmen' ozimyj	Fallon	20110823	GBR

СОХРАНЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

2.1. ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Семенные коллекции генетических ресурсов зерновых культур включают: пшеница – 4 004 обр., рожь – 351 обр., тритикале – 1 102 обр., ячмень – 1 149 обр., овес – 896 оригинальных образцов из 96 стран мира. Коллекция основана в 1 972 г., включает 5 родов, 61 вид, 300 разновидностей [20].

2.1.1. Пшеница (*Triticum* L.)

Генетические ресурсы пшеницы, сохраняемые в коллекции генбанка, являются источником исходного материала ценных признаков, что определяет возможность его использования в селекции для создания новых высокопродуктивных сортов озимой и яровой пшеницы.

В 2018 г. в коллекционном фонде генбанка в условиях среднесрочного и долгосрочного хранения сохраняется 4 004 образца пшеницы.

Генетическое разнообразие рода *Triticum* L. представлено местными и селекционными сортами, генетическими и селекционными линиями, гибридами и мутантами, образцами дикой пшеницы. Коллекция пшеницы отличается разнообразием как по географическому происхождению, так и по ботаническому составу. В ней сосредоточено 76,3% мягкой пшеницы, 22,7% твердой пшеницы и 1% приходится на долю диких родичей. В соответствии с таксономической системой, разработанной В.Ф. Дорофеевым и др., в ней представлено 26 видов (*T. aestivum* L., *T. durum* Desf., *T. turgidum* L., *T. spelta* L., *T. sphaerococcum* Percival, *T. macha* Dekapr. & Menabde, *T. compactum* Host, *T. aethiopicum* Jakubz., *T. carthlicum* Nevski, *T. ispahanicum* Heslot, *T. araraticum* Jakubz., *T. boeoticum* Boiss., *T. dicoccoides* (Körn. ex Asch. & Graebn.) Schweinf., *T. dicoccum* Schrank, *T. monococcum* L., *T. polonicum* L., *T. turanicum* Jakubz., *T. timopheevii* Zhuk., *T. urartu* Thumanjan ex Gandilyan, *T. karamyshevii* Nevski, *T. vavilovii* Zhuk. et Migusch., *T. militinae* Zhuk. et Migusch., *T. Sinskajae*, *T. flaksbergeri* Navr., *T. miguschovae* Zhir., *T. zhukovskiyi*), различающихся по

степени окультуривания, уровню плоидности и геномному составу, некоторые из видов имеют большое число ботанических разновидностей, всего 171 разновидность. В состав коллекции также входят разновидности дикого сородича пшеницы *Aegilops L.* (*A. Neglecta* Req. ex Bertol., *A. Ovata*, *A. Cylindrica* Host, *A. vavilovii* (Zhuk.) Chennav., *A. biuncialis*, *A. tauschii* Coss., *A. umbellulata* Zhuk., *A. triuncialis*, *A. triaristata*). Коллекция включает в себя дикие виды, разновидности, формы и культивируемые сорта из 87 стран мира. Преобладающее большинство образцов пшеницы в коллекции по происхождению из стран Европы, как региона наиболее схожего с РБ по климатическим ресурсам. Европейский генетический материал наиболее часто используется в селекционном процессе при создании высокопродуктивных, устойчивых к болезням и полеганию отечественных сортов. Особое внимание уделяется сохранению отечественного генофонда. Всего в коллекции 21% образцов белорусского происхождения.

Базовая коллекция пшеницы насчитывает 1 242 шт., охватывает генофонд белорусского происхождения, лучшие зарубежные сорта, наиболее ценные уникальные либо редкие образцы. Основана коллекция в 2015 г.

Активная коллекция пшеницы предназначена для обмена отечественных и зарубежных исследователей, насчитывает 1 319 шт. Основана коллекция в 2007 г.

Коллекция семян исходного образца пшеницы насчитывает 4 004 шт., предназначена для справочных целей, сравнительного анализа морфологических признаков или генотипа последующих поколений. Основана коллекция в 2000 г.

Озимая пшеница является стратегической зерновой культурой для РБ, зерно которой используется на продовольственные и кормовые цели. В последние годы посевные площади под этой культурой в РБ установились на уровне 530–550 тыс. га., а под урожай 2019 г. посевная площадь увеличилась до 569,9 тыс. га. В настоящее время в Государственный реестр РБ (2019) включено 82 сорта озимой пшеницы, созданных в Беларуси, Польше, Германии, России, Франции, Чехии и Украине. При этом 31 сорт (38%) белорусской селекции и 51 (62%) иностранной. Несмотря на такое соотношение последние несколько лет удельный вес отечественных сортов в посевах РБ вырос с 50% (2015) до 63% (2019).

Семенная коллекция генетических ресурсов пшеницы озимой (*Triticum L.*) насчитывает 1 955 образцов, она представлена 18 видами, 106 разновидностями из 55 стран мира. В коллекции хранятся источники селекционно-ценных признаков: зимостойкости – Gaoyou 9409 и Yangmai 11 (Китай), Bona Dea, Astella, Genoveva, Alacris и Sarlota (Словакия), Gordovyta (Украина), Немчиновская 17 (Россия), Густав, Бононза (Германия), Балитус



Рисунок 2.1. – Рабочая коллекция образцов пшеницы озимой (*Triticum* L.), 2018 г.

(Австрия); скороспелости – Gaoyou 9409 и Jing 9428 (Китай), Йоана (Болгария), Gordovyta (Украина), Балитус (Австрия), Bona Dea и Sarlota (Словакия); короткостебельности – Густав (Германия), Gaoyou 9409 (Китай); высокобелковости – Yangmai 11, Gaoyou 9409 (Китай), Немчиновская 17 (Россия); высокопродуктивности – Bona Dea, Sarlota, Alacris, Genoveva (Словакия), Юнак, Йоана (Болгария), Густав (Германия); высокой устойчивости к снежной плесени – Yangmai 11, Jing 9428 (Китай), Astella, Sarlota и Alacris (Словакия), Йоана (Болгария). Ежегодно в коллекционных питомниках изучается 120–250 сортов и образцов озимой пшеницы различного эколого-географического происхождения.

На основании анализа результатов комплексного изучения сортов и образцов озимой пшеницы по селекционно-ценным признакам (зимостойкость, устойчивость к основным болезням, полегание, стрессовые факторы окружающей среды и др.) установлено, что в целом сорта и образцы белорусской коллекции более адаптивны к почвенно-климатическим условиям Беларуси по сравнению со всеми другими изучаемыми образцами, а также более устойчивы к доминирующему составу фитопатогенов по сравнению с иностранными формами. При изучении мировых коллекций большое внимание уделяется качественным показателям: содержание сырого протеина, содержание и качество клейковины, стекловидность, аминокислотный состав и др. На сегодняшний день изучен обширный генофонд образцов озимой пшеницы и выделены формы с содержанием сырого протеина в зерне от 14% до 25% и сырой клейковины 32–45%. Регулярно ведутся работы по изучению показателей качества муки: белизна, ВПС, объем хлеба из 100 г муки. В итоге проводится общая хлебопекарная оценка на основании результатов пробной выпечки хлеба (рис. 2.2).

В Государственный реестр сортов включены следующие сорта пшеницы озимой селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»: Капылянка,



Рисунок 2.2. – Результаты пробной выпечки хлеба 4 образцов озимой пшеницы

Гармония, Былина, Легенда, Саната, Спектр, Узлёт, Сюита, Канвеер, Уздым, Ода, Элегія, Сакрэт, Капэла, Августина, Баллада, Мроя, Набат, Гирлянда, Этюд, Амелия.

Коллекция генетических ресурсов пшеницы яровой (*Triticum L.*) сохраняемая в генбанке насчитывает 2 049 образцов, 15 видов из 73 стран мира. В семенной коллекции яровой пшеницы хранятся источники комплекса селекционно-ценных признаков белорусского происхождения: Виза – устойчивый к полеганию, поражению мучнистой росой и септориозом, с высоким содержанием белка и клейковины; Ростань – устойчивый к поражению мучнистой росой, септориозом и бурой ржавчиной, с высоким содержанием белка и клейковины; Дарья – высокопродуктивный, устойчивый к полеганию, поражению мучнистой росой, с высоким содержанием белка и клейковины; Рассвет – высокопродуктивный, устойчивый к полеганию, поражению мучнистой росой, бурой ржавчиной и септориозом, носитель идентифицированных генов устойчивости *Pm3d*, *Pm4b*, с высоким содержанием белка и клейковины; Белорусская 80 – носитель идентифицированных генов устойчивости *pm1*, *pm2*, *pm3*, *pm4*, *pm5*, *pm6*, *pm8*, *pm16*, *pm17*, *pm18*, *pm19*, *pm21*, *pm22*, *pm23*, *pm24*; Тома – высокопродуктивный, устойчивый к полеганию, поражению мучнистой росой и септориозом; Сабина – устойчивый к поражению мучнистой росой и бурой ржавчиной, с высоким содержанием белка и клейковины; Василиса – устойчивый к мучнистой росе, крупносемянный; Ласка – устойчивый к мучнистой росе; Любава – устойчивый к мучнистой росе, септориозу, с высоким качеством зерна; Сударыня – устойчивый к полеганию, мучнистой

росе и стеблевой ржавчине, по качеству зерна отнесен к ценным пшеницам; Славянка – ценный по качеству, хлебопекарного назначения, обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе; Монета – среднеранний, крупнозерный, продовольственного использования, устойчивый к мучнистой росе. Сорты иностранного происхождения: Yumai 34, Yanzhan No 1, long fu 20, ke han 21, hechun11hao, heichun3hao (Китай), SW Kronjet (Швеция), Mane Nick (Испания), Chrismar (Франция), Бухус 10 (Ирак), Mochis F 73 (Мексика), RIL-181 (США), Mayon 1 (Сирия), Arrino (Австралия) – источники короткостебельности; Набат и Лютесценс 540 (Россия), Flambar (Франция), L.A.1417 (Мексика), Kenbei-2, longfu89-70649 и longfu87-50072 (Китай) – устойчивы к полеганию; Manu (Финляндия), Long Chun 8 (Китай), Odeta (Чехия), Туймаада, Ленса 3, Тулунская 50 (Россия), Мах (Германия), Norin 42 (Япония), Ромре (Швеция) – группа скороспелости; Robijs (Латвия), Janus (Германия), Ke Han no.8 (Китай), Skirne (Норвегия) Алтайская 105 (Россия), Fiorina, Quarna (Швейцария), Серенада (Польша) – источники высокопродуктивности; Китри и Libertina (Чехия), Bastian (Норвегия), Божена (Украина), 16/93-01-8 (Казахстан), KWS Jetstream, Trappe (Германия), Furio (Франция), Sparrow (Великобритания), Вајка (Польша), Pasteur (Нидерланды), Banks (Австралия), Эстивум 155 (Россия) – с комплексной устойчивостью к грибным болезням; Кайыр, Астана 2 (Казахстан), Marfed FIS 1 (США), Ke Zhuang (Китай), T. aestivum 935 (Туркмения), Harvest, Alikat, Gunner (Канада), Bihar 116 (Индия), Ostby, Borsum (Норвегия), Катерва (Дания), Рико (Россия) – источники высокобелковости семян.

История селекции яровой пшеницы в Беларуси берет свое начало с 1934 г. на Белорусской селекционно-опытной станции (д. Зазерье, Пуховичского района, Минской области). В довоенные и первые послевоенные годы на полях республики возделывались местные: Лядовка, Тереховка, Хойникская и российские сорта Цезиум 111, Люцестенс 62. Их урожайность в госсортоиспытании находилась на уровне от 8 до 17 ц/га. Первые отечественные селекционные сорта этой культуры: Белорусская 525 (1952), Белорусская 15 (1953) и Минская (1956) были созданы под руководством профессора Н.Д. Мухина методом отбора из образцов коллекции ВИР и местных популяций. Сорт Минская в свое время был достижением белорусской селекции и широко возделывался не только в БССР, но и был районирован в РСФСР.

Второй этап селекции яровой пшеницы в Беларуси (1962–1982) связан с доктором сельскохозяйственных наук В.Е. Росенковой, принявшей эстафету от Н.Д. Мухина. На основе метода гибридизации, в том числе яровых форм пшеницы с озимыми, были созданы сорта Белорусская 12 (1980) и Белорусская 80 (1985), первый из них был районирован в трех областях

России и семи областях Украины, а второй – в Беларуси и четырех областях России. Урожайность этих сортов в опытах достигла 6 т/га. Однако производство яровой пшеницы в 80-е гг. XX столетия в Беларуси оказалась не конкурентноспособным из-за поставок в республику высококачественного и более дешевого зерна сильных пшениц из других регионов СССР. Как результат, селекция яровой пшеницы в Беларуси была прекращена и возобновилась только через 10 лет в 1993 г. академиком С.И. Грибом. Сохранившийся к этому времени генофонд сортов яровой пшеницы явно устарел и не соответствовал современным требованиям селекции и производства. По существу селекцию пришлось открывать заново [21].

В настоящее время в коллекционном питомнике пшеницы яровой ежегодно изучается 400–500 образцов, представленных разными агроэкотипами и отличающимися по морфологии своего развития. Изучение коллекции позволило выявить генетические источники наиболее важных хозяйственно-ценных признаков для использования в селекционном процессе.



Рисунок 2.3. – Рабочая коллекция образцов пшеницы яровой (*Triticum* L.), 2018 г.

Среди них источники высокой продуктивности: Munk, Triso, Quattro (Германия), SW 32470 (Швеция), Koksa, Kontessa, Nawra, Helia (Польша) и др; источники высокого качества зерна: Manu, BOR 24471 (Финляндия), Munk (Германия), SW 32470, Torca, Vombona (Польша), Этюд, Струна Мироновская (Украина); короткостебельности: Munk (Германия), Чеплис (Литва), Nawra (Польша); скороспелости: BOR 24471, BOR 25191, BOR 25115 (Финляндия), Meri (Эстония), Злата (Россия); устойчивости к мучнистой росе: Виза, Ростань, Дарья, Тома, Сабина (Беларусь), Munk (Германия), Jasna, Koksa (Польша), Рассвет (Беларусь) (последний с идентифицированными двумя генами устойчивости *Pm3d* и *Pm4b*); септориозу белорусской популяции: Quattro, Fasan (Германия), Nawra, Koksa (Польша), Рассвет, Тома, Ростань, Виза (Беларусь); бурой ржавчине: Ростань, Рассвет, Сабина (Беларусь) и др. [22].

Выделенные источники ценных признаков и свойств служили базовыми компонентами для разнообразных типов скрещиваний в объеме более 1100 комбинаций. В гибридизации преобладают простые внутривидовые скрещивания. На ряду с ними весьма широко используются беккроссы (более 200 комбинаций), гибридизация яровых форм пшеницы с озимыми, межвидовая гибридизация мягкой пшеницы с твердой для повышения качества зерна и др.

В результате интенсивной селекционной работы, организации системы комплексных исследований, привлечения современного генофонда, использования экологического фактора в разных регионах Беларуси и России и молекулярно-генетических методов в короткий срок нами создано 17 высокопродуктивных с потенциальной урожайностью 8–10 т/га зерна сортов пшеницы яровой, 6 из которых (Дарья, Рассвет, Тома, Любава, Сударыня, Славянка) отнесены в группу ценных по качеству, что несомненно, является крупным достижением белорусской селекции.

Удельный вес белорусских сортов яровой пшеницы в структуре посевных площадей в 2018 году составил 82%. Максимальную площадь посева из них занимали сорта Василиса (20%), Рассвет (12%), Дарья (13%), Ласка (12%). Особый интерес представляют сорта, одновременно включенные в Госреестр Беларуси и России: Дарья и Сударыня (совместной селекции с Владимирским НИИСХ), которые занимают большие площади и пользуются высоким спросом. В Государственный реестр сортов в 2018 г. включены следующие сорта пшеницы мягкой яровой: Ростань, Дарья, Рассвет, Тома, Сабина, Василиса, Ласка, Любава, Сударыня, Славянка, Монета Мадонна и Награда, созданные на основе коллекции генбанка яровой пшеницы.

2.1.2. Рожь (*Secale cereale* L.)

Коллекция ржи озимой, сохраняемая в условиях генбанка, насчитывает 351 коллекционный образец, 8 разновидностей из 13 стран мира, включает многообразие культурных, сорно-полевых видов, яровых и озимых форм, диплоидных и тетраплоидных сортов, а также мутантных и гибридных образцов – доноров важнейших хозяйственно полезных признаков и свойств. Особое значение имеют выделенные новые генетические источники и доноры, обеспечивающие развитие актуальных направлений в селекции ржи на короткостебельность, толерантность к поражению грибными болезнями, высокое качество зерна. В коллекции хранятся образцы источников селекционно-ценных признаков озимой ржи: (Зарница x Голубка, ПД-5 x ПД-4, ТПР-5 x 2733/5/86 x ПГФ, Искра x Верасень, Верасень x Тим-2, Росана, Пуховчанка x Зарница тетра), короткостебельности (Тетра корот-

кая, Фернандо тетра, Влада, КС-5, КС-10), зимостойкости (Синтетик х Каупо, Величень х Каупо, Водолей х Амило х Лота, КС-3, КС-4, Пралеска х Верасень, Веснянка, Искра х Верасень, Верасень х Тим-2, Верасень х Веснянка, Рек-4), крупнозерности (ПД-5 х ПД-3, ПД-5 х ПД-4, Юбилейная х (СК х Зубровка), Саратовская-7, Камея 16, Верасень х Юбилейная, Белая Вежа х Верасень), устойчивости к листовым болезням (Тим-2), кормовых (Союзная) и хлебопекарных качеств (Бамбышева).

Многолетнее изучение мировой коллекции ржи в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» позволило выявить высокую зимостойкость и морозостойкость местных и селекционных сортов Сибири и Забайкалья. Донорами устойчивости по признаку морозостойкости могут служить сорта Вятка, Вятка-2, Камалинская-4, Омка, Ситниковская, Якутская. Повышенную зимостойкость имеют также сорта Финляндии (Тоиво, Ensi, Jo 090), Австрии (Lassaer, Oberkarcher), некоторые сорта Канады. К сортам, сочетающим высокую зимостойкость, продуктивность, выносливость к поражению снежной плесенью следует отнести Вятка -2, Волхова, Ильмень, Чулпан, Чулпан-3, Таловская-12, Таловская-15, Пурга, Крона (Россия), Харьковская-55, Харьковская-78 (Украина), Радзіма, К-71/86 (Беларусь) и другие. Большинство сортов западноевропейской селекции (Польша, Германия) оказались менее зимостойкими и более восприимчивыми к выпреванию и поражению снежной плесенью. Гибель растений у этих сортов в отдельные годы превышала 45–60% [23].



Рисунок 2.4. – Рабочая коллекция образцов ржи (*Secale cereale* L.), 2018 г.

Из мировой коллекции ВИР выделены устойчивые к мучнистой росе и бурой ржавчине сортообразцы озимой диплоидной ржи К-10439, К-10440, К-10420, К-10390, Иммуная-1, Иммуная-4, Санім. В белорусских сортах озимой диплоидной ржи Ясельда, Зуброўка, гибридных комбинациях Дія х

Нива, Дія х Зуброўка, Дія х Талисман содэрыцца ад 2,0 да 5,0% генатывоў са слабай ступенню паражэння стэблевай ржавчынай. В якасцэ істочнікоў скораспеласці выдзелены сорты Vila ranca de aguijar (Партугалія), Rheidol (Англія), фінскія мясцныя сорты (К-10954, К-10955, К-11051, К-10953), у якіх пачало наступлення фаз вегетацыі наступала на 3–5 суткоў раньшэ.

В тое жэ час выяўлены і адрыццельныя ўласцівасці скораспелых сортоў озимой ржы: па сваёй прадукцывнасці яны уступалі сярэдне- і позднеспелым сортам, больш мелказерны, высокостэбелыны, менш устойчывы к полеганню.

Сярод генофонда сусветнай калекцыі ржы выдзелены высокабелковыя сортообразцы. Садэрганне белка 12,0–14,0% мелі сорты заападносібірскай і восточносібірскай экалагічэскіх груп Расіі: Куставка (К-7161), Веселоподолянская (К-9548), Безенчукская жольтэзерная, Омка, Удінская і др. Із сортоў заападнеўрапейскай селекцыі выдзеліліся Dankowskie złote, Zeelandskie (Польша), Nordost, Hersdorfer, Johannies (ГДР), Loosdorfer (Аўстрыя), Onny II (Фінляндыя), мясцныя образцы із Югаславіі (К-9519, К-9476) і др. Неіспользаваным да нашасяга часу істочнікам для селекцыі высокабелковых сортоў озимой ржы можа служыць сорна-полевая рожь. Скораспелы адналетні вид *Secale silvestre* прадстаўляе апрадэленны інтэрес для селекцыі ржы на ўстойчысць к прарастанню зэрна в коласе і высокія хлебопекарныя якасці. Выяўлены сорты, абладаючыя павышэннай ўстойчысцю к прарастанню зэрна в коласе в ўмовах Беларусі. Лучшыя сярод іх: Вятка, Вятка-2, Омка, Камалінская 13, Альфа, Рушнік, Эстафета Татарстана, Радонь, Тантана (Расія), Petkus Normalstroh, Varo (Германія), Otello, Bjorn ol (Швэцыя), Onrill, Jo 090, Harman (Фінляндыя), Tempo, Turbo, Amilo (Польша).

В рэзультате іспользавання в селекцыі дамінантнага істочніка кароткостэбелнасці EM-1 створаны кароткостэбелныя (1,2–1,3 м) сорты озимой дыплоіднай ржы (Радзіма, Зуброўка, Талисман, Нива, Юбілейная, Алькора, Офелія, Павлінка), высоказімостойкія, прадукцывныя, ўстойчывыя к полеганню. На базе сортоў заападнеўрапейскай селекцыі (полігенная рэцэсіўная кароткостэбелнасць) створаны сорты дыплоіднай ржы Калінка, Ясельда, Жнівная, Зарніца, Бірюза, Лота, Голубка, гібрыды F₁-Лобел-103, Галінка, Пліса. Для іспользавання на зяленую масу в Государственный реестр сортоў Беларусі ўключен новы сорт озимой дыплоіднай ржы Вердэна.

Селекцыя тетраплоіднай ржы в свеце не атрыла шырокага развіцця. Найбольшае распаўсюджанне атрылі сорты тетраплоіднай ржы толькі в Беларусі, некаторых рэгіёнах Расіі, в Украіне і Латвіі. В 1960–1970 гг.

в западноевропейских странах в производстве имели место сорта тетраплоидной ржи Tetra Grun (ГДР), Petkusser Tetra (ФРГ), Vadetra (Голландия), Everest (Франция), Tetra Grorzow, Bor Kowskie (Польша), Svalef Double Steel (Швеция), Tetraploider Mutter Kornroggen (Австрия) и некоторые другие. В этот период в странах бывшего СССР были созданы сорта Вайве, Старт, Ленинградская тетра, Полесская тетра, Безенчукская, Харьковская-70, Вятка тетра, Днепровская, Верхнячская, Житомирская, Украинская тетра, Тетра короткостебельная, Защита, Влада. Были созданы и рекомендованы производству сорта зеленоукосного направления – Утро, Кормовая 51, Савала тетра (Россия), Tetra Grun (ГДР), Tetrahell (ФРГ) и др. [24, 25].

Сорт Белта был первым белорусским сортом тетраплоидной ржи, районированным сначала в Беларуси (1969), затем в РСФСР, Украине, Молдавии, и занявшим, впоследствии, площади более 1,2 млн га [26]. Этот сорт стал важным генетическим источником, который длительное время широко использовался в селекционных исследованиях. Селекция озимой тетраплоидной ржи в Беларуси сохранила свое актуальное значение до настоящего времени. В период с 1982 по 2018 гг. в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» было изучено 428 сортообразцов озимой тетраплоидной ржи разного эколого-географического происхождения, что позволило выявить сорта и селекционные сортообразцы, представляющие интерес для селекции. В их числе зимостойкие и выносливые к снежной плесени (Вятка тетра, Омка тетра, Кировская тетра, Удинская тетра, Житкинская тетра, Antelope tetra, Тетра короткая, Вятка Бреславец, Верасень, Крыжачок, Игуменская, Рокот, Новосибирская, Добрыня тетра, SCW12233 тетра, Зарница тетра, Заречанская зеленоукосная тетра, Рапид тетра, Юбилейная тетра и др.); скороспелые (Antelope tetra, Caribon tetra); устойчивые к полеганию (Тетра короткая, Рокот, Шатиловская тетра, Немчиновская-32, Искра, Харьковская-70, НТ-32, Защита, Верасень, Крыжачок); по выносливости к поражению листовыми болезнями (*P. dispersa*, *P. graminis*, *E. graminis*) – (Ringsroggen x Danae) x MR, (Danae x Karsten) x MR; гибридные комбинации отечественной селекции (Рокот-85 x Dankowskie złote x MR); с высоким содержанием белка в зерне (Antelope tetra, Caribon tetra, Tetra gibrid, Waza II, Vanoise tetra, Волжанка тетра, Удинская тетра и др.).

Лучшие диплоидные сорта западноевропейской селекции (Kustro, Muro, Dankowskie złote, Turbo, Borellus, SCW-12233 и др.) в наших исследованиях переведены на тетраплоидный уровень и служат источниками высокой продуктивности, относительной низкостебельности, качества зерна.

Изучение коллекции сортообразцов в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» и использование ее в селекционном процессе позволило создать сорта озимой тетраплоидной ржи Пуховчанка, Жнівень, Крыжачок,

Верасень, Игуменская, Сяброўка, Завея-2, Дубинская, Полновесная, Спадчына, Зазерская 3, Пламя, Пралеска, Белая Вежа, Росана, которые включены в Государственный реестр сортов Беларуси. В Государственный реестр сортов России по 2 и 3 регионам включены сорта озимой тетраплоидной ржи Веснянка и Жнейка. Сорта озимой ржи селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» занимают в РБ более 320 тыс. га – 98,5% площадей, отводимых под рожь в Беларуси. Среди диплоидных сортов урожайность зерна, достигнутую в процессе сортоиспытания на уровне 7,5–8,5 т/га, показывают сорта Зарница, Офелия, Паулінка, Голубка, Лота. К лучшим тетраплоидным сортам, с уровнем урожайности 6,5–7,5 т/га и выше следует отнести сорта Пламя, Пралеска, Зазерская 3, Белая Вежа, Росана. Высокой урожайностью 8,0–9,0 т/га и выше отличается гибридная рожь белорусской селекции Лобел-103, Галинка, Плиса.

2.1.3. Тритикале (*Triticosecale* Witt.)

Селекционная работа по тритикале в Белорусском НИИ земледелия была начата в 1975 г. доктором сельскохозяйственных наук В.Е. Росенковой. Внедрение культуры тритикале в производство в Беларуси началось с районирования в 1989 г. первого отечественного сорта Дар Белоруссии (авторы – В.Е. Росенкова, М.В. Мастепанова, С.И. Гриб, Л.В. Кучинская, Е.Л. Полякова). Дальнейший селекционный прогресс связан с организацией в 1990 г. под руководством академика С.И. Гриба лаборатории тритикале, которой с 2000 г. заведует В.Н. Буштевич.

На начальном этапе селекции тритикале в Беларуси был собран и изучен генофонд тритикале, имеющийся в ВИРе и селекционных учреждениях России, Украины, Польши, Венгрии и других стран. За период 1976–1980 гг. было собрано и изучено более 3 тыс. образцов озимого и ярового тритикале из 20 зарубежных стран и 18 селекционных учреждений. Основными недостатками генофонда этого периода были морщинистость и невыполненность зерновки, недостаточная озерненность колоса, плохая его вымолачиваемость, высокорослость. Лучшим среди сортообразцов коллекции озимого тритикале в то время был АД-206 из Украинского НИИ растениеводства им. Юрьева, который, обладая комплексом хозяйственно-ценных признаков, служил стандартом и был основным компонентом в гибридизации.

Начиная с 1981 г. на основе международного сотрудничества с Институтом селекции и акклиматизации растений (Польша) в селекционный процесс были широко включены сортообразцы и гибридные популяции селекционной станции Малышин вышеназванного института. Этот генофонд характеризовался высокой продуктивностью колоса, выполненностью

зерновки, способностью формировать плотный продуктивный стеблестой, устойчивостью к полеганию. Уязвимым местом нового селекционного материала оставалось недостаточно высокая зимостойкость, источниками повышения которой служили сортообразцы из Украины и России.

Основными компонентами скрещиваний в 1990–2000 гг. были сортообразцы генофонда польского происхождения.

В период 2001–2018 гг. генофонд тритикале существенно обновлен и пополнен новым ассортиментом современной селекции из Симмит (Мексика), селекционных центров и фирм России, Украины, Польши, Германии, Франции, Швеции, Чехии, Канады и др.

Исключительно важным источником обновления и пополнения генофонда тритикале служит научная кооперация и организация экологического сортоиспытания с ведущими селекционными учреждениями России (Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко, Верхневолжский ФАНЦ, Татарский НИИСХ), Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины, фирмой Danko Hodowla Roślin и др.

В настоящее время в генбанке растений семенная коллекция тритикале (*Triticosecale* Witt.), представлена 559 образцами ярового тритикале из 25 стран мира и 543 образцами озимого тритикале.



Рисунок 2.5. – Рабочая коллекция образцов тритикале (*Triticosecale* Witt.), 2018 г.

Ежегодно ведется оценка коллекционных образцов, различающихся по эколого-географическому происхождению, уровню ploидности, скорости спелости, устойчивости к болезням и вредителям, устойчивости к предуборочному прорастанию и другим хозяйственно-ценным признакам.

В состав коллекции входят лучшие образцы гибридного происхождения, созданные в лаборатории тритикале. В коллекции хранятся источники селекционно-ценных признаков, образцы тритикале ярового белорусского происхождения: Nk 25С Т-295-Э-2008, Браво – источники высокой озерненности колоса) и образцы зарубежного происхождения (09-104 Т80-15, 05-243 ЯТ-8, Ярик (Россия), Осто Неха (Мексика), Гусар харьковский (Украина), отличающиеся скороспелостью (92–94 дня); Г-1243 Э-4334, Россия являются источниками короткостебельности; образцы Виктория (Украина), Доброе, Узор, Лотас (Беларусь), Ярик и Кунак (Россия) – источники высокой продуктивности [28].

В результате многолетнего изучения генофонда коллекции озимого и ярового тритикале выделены ценные генетические источники хозяйственно полезных признаков, которые широко используются в системных скрещиваниях.

Среди изученных 1102 образцов тритикале высокой селекционной ценностью характеризуются сорта озимого тритикале Grenado, Moderato, Baltico (Польша), Валентин 90, Михась (Беларусь) и др. Среди образцов ярового тритикале – сорта Матейко, Нагано (Польша), Узор, Лотас (Беларусь) [29].

Из 12 сортов ярового тритикале, созданных в лаборатории тритикале РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» за последние пятнадцать лет, более половины высокопродуктивных яровых сортов созданы с участием генофонда озимого тритикале. К их числу относятся Ульяна, Лотас, Доброе, включенные в Государственный реестр сортов России, Садко – в Беларуси. Таким образом, в селекции ярового тритикале расширение генетического разнообразия в значительной мере осуществляется путем использования для внутривидовой гибридизации озимых форм и отобранных из них трансформантов с яровым типом развития. В Государственный реестр сортов в 2018 г. включено 29 сортов озимого и 9 сортов ярового тритикале, из них 18 отечественной селекции.

Результатом селекционной работы за период с 2000 по 2018 гг. в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» стало создание 17 сортов озимого: Рунь, Сокол, Кастусь, Жыцень, Антось, Импульс, Прометей, Амулет, Руно, Динамо, Свислочь, Благо, Бета, Березино, Заречье, Устье, Ковчег, и 9 сортов ярового тритикале: Лана, Узор, Садко, Гелио, Аморе, Лотас, Норманн, Ульяна, Доброе, Заозерье включенных в Государственный реестр сортов Беларуси и России, характеризующихся потенциалом урожайности 9,0-10,0 т/га, высоким уровнем устойчивости к полеганию и качеством зерна.

Вышеназванные сорта озимого тритикале в 2018 г. возделывались в Беларуси на площади 280,0 тыс. га и занимали 58% в сортовом составе.

При этом наибольшая доля отмечена у белорусских сортов Прометей, Импульс – соответственно 27 и 14%, а также польского сорта Динаро – 17%.

В Государственный реестр сортов включено 4 отечественных (Лана, Узор, Садко, Гелио) и 5 польских сортов ярового тритикале (Карго, Матейко, Дублет, Милькаро, Андрус), а посевные площади под культурой в 2018 г. составляли 18,3 тыс. га. В структуре сортов в настоящее время доминируют польский сорт Дублет (48%) и сорт РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию – Узор (39%).

В коллекции озимого тритикале хранятся источники селекционно-ценных признаков: с высокой урожайностью – Динамо (Беларусь), Свитязь, Реалист и Раритет (Украина), Капрал и Сколот (Россия); короткостебельности – Л-18338, Завет, Скиф, Брат, Сколот, Легион и Кроха (RUS), Аякс, Пшеничне (Украина); с высоким числом зерен в колосе – АД 805, Квазар и Корнет (Россия); с высокой массой зерна колоса – Свитязь, Интерес (Украина), Дозор, АД 805, Корнет, Брат, Капрал, Квазар (Россия); с высокой массой 1000 зерен – Свитязь и Ратне (Украина), Дозор, Брат, Лидер и Святозар (Россия). Выделены сорта с комплексом хозяйственно полезных признаков: Свитязь (Украина), Сколот, Корнет, Квазар, Дозор, Брат, Капрал и АД 805 (Россия).

2.1.4. Ячмень (*Hordeum L.*)

Ячмень традиционно является важной для Беларуси сельскохозяйственной культурой. Полученное зерно широко используется на корм скоту, в пивоварении и для производства круп.

В начале тридцатых годов прошлого века В.В. Суворов собрал на территории Беларуси и передал на сохранение во Всесоюзный институт растениеводства им. Н.И. Вавилова более 100 местных образцов ярового ячменя.

В 1963 г. около 1000 образцов различного происхождения из коллекции ВИР были использованы для начала селекционной работы с яровым ячменем В.А. Семеновым [30].

С 1972 по 1992 гг. при Белорусском научно-исследовательском институте земледелия существовал опорный пункт ВИР, где под руководством Н.С. Ивановой изучалась и поддерживалась коллекция ярового ячменя, включающая около 14,6 тыс. номеров, которые широко использовались в селекционных программах. К сожалению, к началу 2000-х гг. коллекционный фонд был утерян.

Основными источниками восстановления коллекции ярового ячменя в начале нынешнего века были образцы иностранных генбанков, в первую очередь ВИРа.

В настоящее время коллекция включает: 1149 образцов *Hordeum vulgare*, из них 835 яровых образца и 314 озимых, из них 8 образцов *H. spontaneum* и образцы видов *H. lechleri*, *H. marinum*, *H. roshevitzii*, *H. bogdani*, *H. bulbosum*, *H. jubatum*, *H. marinum*, *H. horsfordianum*, *H. brachyantherum*.

Вид *Hordeum vulgare* представлен 42 разновидностями: *var. abissinicum*, *var. africanum*, *var. ancoberense*, *var. breviaristatum*, *var. coeleste*, *var. compositum*, *var. copticum*, *var. deficiens*, *var. dundar*, *var. erectum*, *var. glabricoeleste*, *var. gracilius*, *var. griseinigrum*, *var. hangaicum*, *var. hypatherum*, *var. inerme*, *var. medicum*, *var. neogenes*, *var. nigrescens*, *var. nigritonsum*, *var. nigritonsum*, *var. nudum*, *var. nutans*, *var. pallidum*, *var. parallelum*, *var. rikotense*, *var. rubrum*, *var. steudelii*, *var. submedicum*, *var. subzeocrithym*, *var. tonsum*, *var. trifurcatum*.

Местом первоначального сбора (создания) образцов, представленных в коллекции генбанка, являются 50 стран, включающих все континенты. Значительная часть коллекции ярового ячменя состоит из образцов белорусского происхождения. В первую очередь это созданные в Беларуси и включенные в разные годы в Государственный реестр сорта.

Широкое использование мирового генофонда культуры ярового ячменя позволило создать ряд уникальных сортов, широко известных за пределами Беларуси. Например, рекордный в СССР урожай зерна ярового ячменя в производственных условиях – 101,4 ц/га показал сорт Зазерский-85. Сорт был допущен к использованию в Беларуси, России (2,3,4,7 регион), странах Прибалтики с 1985 г., занимал посевные площади более 1 млн га и до настоящего времени возделывается в ряде регионов Российской Федерации.

В результате всесторонней оценки коллекции ярового ячменя выделены образцы, представляющие интерес в селекционных программах в качестве источников скороспелости, устойчивости к полеганию, высокой продуктивности, устойчивости к основным листовым болезням.

Большой теоретический и практический материал представляют 84 изо- и аллопразматических линий, созданные в Институте генетики и цитологии [31]. В коллекции представлены полученные белорусскими исследователями мутантные линии, удвоенные гаплоиды, вторичные источники устойчивости к *Ustilago nuda* и *Pyrenophora teres*, высокопродуктивные линии с различными аллелями гена *Bmy1* – высокотермостабильной β -амилазы, а также ряд селекционных линий.

В состав семенной коллекции генбанка входят созданные и районированные сорта ярового ячменя различных групп спелости: скороспелые (Верас, Вежа, Гастинец); среднеспелые (Гонар, Тутэйшы, Бурштын); среднепоздние (Прима Белоруссии, Березинский, Визит, Сябра, Сталы, Дзівосны, Атаман, Талер, Фэст, Радзимич). В Государственный реестр сортов включены следующие сорта ярового ячменя селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси

по земледелию» с 2000–2017 гг.: Якуб, Бровар, Зубр, Батька, Ладны, Водар, Магутны, Фэст, Радзимич, Добры, Мустанг, Аванс. В 2019 г. были районированы новые сорта ярового ячменя Рейдер, Куфаль, Адамант (голозерный).

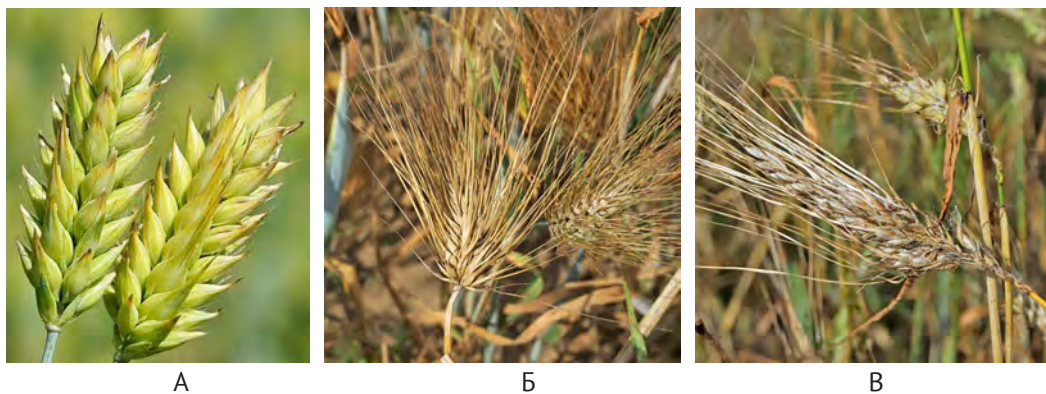


Рисунок 2.6. – Коллекция мутантных образцов ячменя (*Hordeum L.*), (А – Marret awnless, var. *tonsum*, Б – Трехостый мутант из с. Айхал, var. *parallelum*, В – H.2682 Coll. Gembloux, var. *compositum*)

Ежегодно в коллекционном питомнике оценивается более 100 образцов, различающихся по эколого-географическому происхождению, скорости созревания, устойчивости к болезням, содержанию белка и другим хозяйственно-ценным признакам.

В коллекции сохраняются сорта, выделенные по ряду селекционно-ценных признаков: высокая продуктивная кустистость, масса зерна с растения и устойчивость к полеганию – Brennus (Франция); высокая устойчивость к полеганию – Despina (Германия), Serbinetta (Австрия); Sebastian (Чехия), Торгалл (Франция), Stratus (Польша), низкое содержание белка в зерне – Philadelphia, Ханаду (Германия), Зазерский-85, Талер, Бровар (Беларусь).

Активно ведется работа по изучению коллекции озимого ячменя. В коллекции хранятся 4 сорта белорусской селекции озимого ячменя (Густ, Купал, Олимп, Паніч) и источники селекционно-ценных признаков, в том числе с повышенной зимостойкостью: Борисфен, Зимовий, Манас (Украина), Sebeco 79415 (Нидерланды), Fallon (Великобритания), Metro (Франция), Партизан (Югославия), Уши (Германия).

2.1.5. Овес (*Avena L.*)

Семенная коллекция генетических ресурсов овса представлена 855 изученными, паспортизированными коллекционными образцами овса, которая включает 50 разновидностей, 18 видов *A. sativa L.*, *A. nuda L.*, *A. byzantina C. Koch*, *A. strigosa Schreb.*, *A. sterilis L.*, *A. fatua L.*, *A. abyssinica Hochst.*, *A. barbata Pott ex Link*, *A. brevis Roth*, *A. longiglumis Durieu*, *A. murphyi Ladiz.*, *A. prostrata*

Ladiz., *A. vaviloviana* (Malzev) Mordv, *A. Agadiriana* Baum et Fedak, *A. damascena* Rajh. et Baum, *A. hirtula* Lagas, *A. ludoviciana* Durieu, *A. magna* Murphy et Terr. из 65 стран мира. Коллекция представлена лучшими образцами гибридного происхождения, созданными лабораторией овса, сортами из Польши, России, Чехии и Германии. Эти образцы, изученные и выделенные по комплексу или отдельным хозяйственно полезным признакам, используются для рекомбинации новых селекционных форм и создания более ценных сортов. Сохраняются сорта овса селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»: Буг, Полонез, Стралец, Багач, Вандроўнік, Юбіляр, Запавет, Крепыш, Золак, Гоша, Факс, Лидия, Дебют, Фристайл, Королек, Мирт. Источники селекционно-ценных признаков овса – высокопродуктивности (Tikal, Kanton, Ivory, Unisignum (Германия), Lorenz (Канада), Mara, Arta (Латвия), Bingo, STN-4287, STN-5125, Borowiak, (Польша) Bruno (Франция), Аргмак, Привет, Теремок, Кировец, Соми (Россия), Буг, Полонез, Золак, Факс, Фристайл, Мирт (Беларусь)). Образцы Pennlo (США) и STN– 814 (Польша) являются источниками короткостебельности; коллекция генотипов *A. sterilis* устойчивы к корончатой ржавчине (EN 2145 (Алжир), CI 8387, PI 287211, F 169, F 290 (Израиль); CI 8081 (Португалия); CW 486 (Тунис)).

Селекционная работа и научные исследования по технологии возделывания овса в Беларуси были начаты в отделе зерновых и крупяных культур в 1964 г. под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.Д. Мухина. На первом этапе селекционных работ по созданию белорусских сортов овса проводилось накопление и изучение исходного материала, осваивались селекционно-генетические методы, создавался и испытывался новый селекционный материал. В сельскохозяйственных предприятиях республики в это время возделывались преимущественно сорта зарубежной селекции. Значительное углубление селекционного процесса по овсу обеспечило открытие в 1972 г. опорного пункта ВИР по изучению мировой коллекции ячменя и овса в Белорусском НИИ земледелия. За время его функционирования кандидатом сельскохозяйственных наук Н.С. Ивановой было изучено более 5 тыс. коллекционных образцов овса [32].

В 1983–1989 гг. изучались биологические особенности и селекционное значение византийского и голозерного посевного овса в селекции на продуктивность в условиях Белорусской ССР. Эти исследования сформировали основу для создания в последующем высокоурожайных сортов голозерного овса.

Современные белорусские сорта получены различными селекционными методами при активном использовании генетических ресурсов мировой коллекции. Родословная сорта Асилак включает более 10 сортообраз-

цов, в том числе вида *A. byzantina*. Сорты голозерного овса Белорусский голозерный и Гоша были получены методом беккроссов при создании голозерных аналогов пленчатого сорта Saturn c.s. (ЧССР). В качестве донора голозерности использовался сорт Цезарь (ФРГ). Сорт Крепыш был создан методом межсортовой гибридизации с участием четырех образцов, в том числе зимующего сорта овса и мутантного образца. При использовании простых парных скрещиваний получены новые высокоурожайные сорта: Дебют, Лидия, Мирт, Факс, Фристайл, Шанс. Потенциальная урожайность созданных сортов овса в Государственном сортоиспытании достигала 9,0–10,0 т/га.

Для создания нового селекционного материала овса и пополнения генофонда культуры ежегодно в коллекционных питомниках изучается 100–150 сортообразцов обладающих селекционно-ценными признаками – скороспелостью, короткостебельностью, устойчивостью к болезням и полеганию, высокой урожайностью и качеством зерновой продукции.

По признаку скороспелость выделены образцы посевного овса *A. sativa* – Donald (Канада), Yilgarn (Австралия) и песчаного овса *A. strigosa* Schreb. – Местный К-4482 (Великобритания), CI 186614 (США).

На их основе создан новый исходный материал. В 44 гибридных популяциях F₂-F₃ с участием привлеченных источников скороспелости выделено 240 линий. Оценка скороспелых образцов в селекционных питомниках позволила выделить 57 образцов овса, сочетающих скороспелость и высокую продуктивность.

В 2016–2018 гг. проведено изучение коллекции источников короткостебельности овса, которые обладают устойчивостью к полеганию. Озерненность метелки у короткостебельных форм ниже, чем у стандарта, что обуславливает более низкую продуктивность растений. Выделены сортообразцы сочетающие короткостебельность с повышенной продуктивностью метелки и хорошим качеством зерна: Flämingskurz (Германия), STN-814 (Польша), Pennline 6571, Pennlo (США), Pallinup (Австралия). Проведена гибридизация источников короткостебельности с высокопродуктивными сортами и селекционными образцами.

Созданный гибридный материал используется в селекционном процессе по овсу для формирования высокопродуктивных короткостебельных сортов овса устойчивых к полеганию. В Национальный банк генетических ресурсов передана признаковая коллекция из 10 короткостебельных образцов с высоким уровнем урожайности.

Для селекционного процесса большой интерес представляют источники устойчивости к болезням. Выделены образцы с минимальным поражением красно-бурой пятнистостью: овса посевного пленчатого – Rosette (Вели-



Рисунок 2.7. – Рабочая коллекция образцов овса (*Avena sativa* L.), 2018 г.

кобритания), овса византийского Ombrone (Италия), овса посевного голозерного Vicar (Канада), ОА 504-5 (Канада). Отсутствие либо минимальное поражение корончатой ржавчиной отмечено у образцов: овса посевного пленчатого 741-Н-4-5, Факир (Россия), Donald (Канада), Arta (Латвия), Reise Sejet (Дания), Mitika (Австралия); овса посевного голозерного ОА 504-6 и Vicar (Канада).

Комплексным показателем хозяйственной полезности сортообразца является урожайность зерна. Среди изученного материала максимальная урожайность установлена у образцов: овес пленчатый Аргмак, Кировец, Привет (Россия), Фристайл (Беларусь), Kanton (Германия), Lorenz (Канада), Mara (Латвия); овес посевной голозерный Salvius (Германия).

За период 2016–2018 гг. изучения коллекции были выделены: низкопленчатые образцы Шанс (Беларусь), Alf, Ivory (Германия), Bingo, Чакал, СТН-4287 (Польша), Rise Sejet (Дания); по крупности зерна выделены сортообразцы Тульский (Россия), Ivory, Kanton (Германия); сорта с повышенным числом зерен в метелке Аргмак (Россия), Фристайл (Беларусь), Mara, Arta (Латвия).

Для расширения генетического разнообразия проведена межвидовая гибридизация диплоидных образцов *A. strigosa* ($2n=14$, AsAs) и гексаплоидных *A. sativa* ($2n=42$, AACDD). Получена 71 комбинация скрещиваний. Для преодоления постгамной несовместимости в культуре *in vitro* было высажено 274 зародыша, из которых получено 9 зеленых растений-регенерантов. Получено 14 гибридных популяций *A. sativa* × *A. sterilis*. В них отобрано 120 линий с «культурным типом» колосков в метелке, без остей и опушения зерновок, проявляющие повышенную устойчивость к красно-бурой пятнистости и корончатой ржавчине [33].

Селекционный процесс по созданию сортов овса в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» направлен на повышение урожайности, качественных показателей зерна, устойчивости к болезням и полеганию. Высокая конкурентоспособность отечественных сортов позволила им занять максимальный удельный вес в посевах овса РБ – 99,1%. В работе активно используются коллекционные генетические источники и доноры ценных признаков и свойств, устойчивости к неблагоприятным факторам возделывания овса, а также сорта отечественной селекции адаптированные к условиям республики.

За период 2000–2018 гг. в Государственный реестр сортов включено 9 высокоурожайных сортов овса РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» – Юбиляр, Запавет, Золак, Факс, Лидия, Дебют, Фристайл, Мирт (пленчатые) и Королек (голозерный) [34].

2.1.6. Кукуруза (*Zea mays* L.)

Кукуруза в настоящее время стала главной кормовой культурой Беларуси, заняв первое место по площади посева на уровне 1 млн га. Селекционная и семеноводческая работа по кукурузе начата в Беларуси сравнительно недавно [35]. Однако за относительно короткий период времени были получены определенные достижения: в Госкомиссии по сортоиспытанию на данный момент находится 10 гибридов кукурузы отечественной селекции и около 20 гибридов совместной селекции. Следует отметить, что отечественные гибриды по потенциальной продуктивности не уступают зарубежным аналогам, что подтверждается данными Госкомиссии по сортоиспытанию. С развитием селекционных работ планируется углубление исследований по созданию гибридов целевого направления (силосный с ФАО от 180 до 240, зерновой кормовой и крахмало-паточный), повышения холодостойкости и интенсивности роста, устойчивости к болезням и др.

В Полесском институте растениеводства с 1995 г. поддерживается рабочая коллекция самоопыленных линий кукурузы. Рабочая коллекция константных линий кукурузы представлена образцами зарубежной селекции и селекции Полесского института растениеводства.

Результатом целенаправленной работы по изучению генофонда кукурузы является издание «Каталога генетических ресурсов кукурузы», включающего полные сведения о 200 коллекционных образцах кукурузы белорусской селекции: географическое происхождение образца, идентификационные морфо-биологические признаки, хозяйственные признаки, генетические паспорта образцов и др. Большая работа проводится по созданию и поддерживанию признаковых полевых коллекций кукурузы



Рисунок 2.8. – Рабочая коллекция образцов кукурузы (*Zea mays* L.) Полесского института растениеводства, 2018 г.

(источники холодостойкости, засухоустойчивости, высокой семенной продуктивности и др.), что очень важно при реализации целевых селекционных программ по созданию гибридов кукурузы различного направления использования.

В рамках обмена генресурсами поддерживаются тесные связи с научными учреждениями ближнего и дальнего зарубежья. В рамках данного направления реализуются селекционные программы по созданию совместных гибридов для возделывания в Беларуси. Благодаря обмену генетическим материалом коллекция генетических ресурсов кукурузы значительно пополнена ценными образцами, которые вовлечены в селекционный процесс, что имеет огромное значение для повышения эффективности гетерозисной селекции кукурузы.

Обобщая все результаты проведенной работы по изучению генофонда кукурузы, стоит отметить, что обеспечено рациональное использование коллекционных образцов в селекционном процессе. С использованием коллекционных образцов в РНДУП «Полесский институт растениеводства» за последние 5 лет создано более 20 отечественных и совместных гибридов кукурузы, 8 гибридов кукурузы белорусской селекции включены в Государственный реестр сортов РБ [36].

Семенная коллекция генетических ресурсов кукурузы (*Zea mays* L.) сохраняется в условиях генбанка, включает в свой состав 625 коллекционных

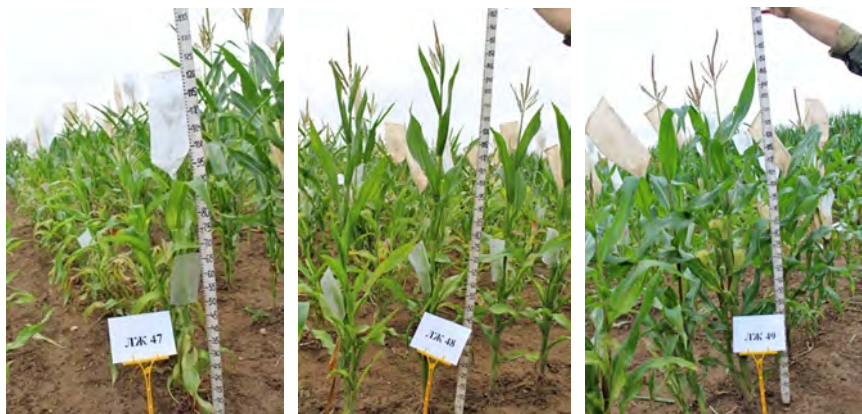


Рисунок 2.9. – Рабочая коллекция линий кукурузы РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», 2018 г.

образца из 13 стран мира. Год основания коллекции – 2014-й. В состав коллекции входят гибриды кукурузы совместной селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»: Бемо 172 СВ, Берег МВ, Берест МВ, Белиз, Адонис 180 СВ, Адонис 224 СВ, Бемо 182 СВ, Бемо 235 СВ, Полесский 212 СВ, МОС 182 СВ, МЕЛ 272 МВ, ВАР 330 МВ, Полесский 195 СВ, ТАР 349 МВ, Кремень 200 СВ, Лювена, Ушицкий 167 СВ, Белкос 250 МВ, Днепроvский 257 СВ, Вираз 178 МВ, Полтава, Зелещицкий 191 СВ, Коло МС 280, Союз, Мрия МС, Мара МС, Бестселлер 287 СВ, Днепроvский 221 МВ, Батурин 287 МВ, ДН Пивиха, ДН Галантея. В 2018 г. коллекция пополнилась 147 образцами белорусского происхождения. В коллекции хранятся источники селекционно-ценных признаков линий кукурузы: *с высокой полевой всхожестью (более 95%)* – СП5/18, СП6/18, СП9/18, СП10/18, СП11/18, СП13/18, СП14/18, СП16/18, СП18/18, СП19/18, СП21/18, СП22/18, СП23/18, СП25/18, СП28/18, СП29/18, СП32/18, СП34/18, СП49/18, СП61/18, СП76/18, СП79/18, СП94/18, СП95/18, СП100/18, СП103/18, СП104/18, СП109/18, СП112/18, СП116/18, СП120/18, СП125/18, СП132/18 и ЛЖ 40, ЛЖ 45, ЛЖ 47; *с высотой растений (более 210 см)* – СП9/18, СП16/18, СП24/18, СП25/18, СП26/18, СП27/18, СП28/18, СП30/18, СП31/18, СП32/18, СП34/18, СП36/18, СП37/18, СП38/18, СП40/18, СП54/18, СП57/18, СП58/18, СП59/18, СП68/18, СП72/18, СП76/18, СП77/18, СП78/18, СП79/18, СП80/18, СП83/18, СП96/18, СП97/18, СП98/18, СП99/18 и ЛЖ 25, ЛЖ 42, ЛЖ 57; *с коротким периодом всходы – цветение метелки и початка (менее 70 дней)* – СП29/18, СП39/18, СП40/18, СП44/18, СП53/18, СП73/18, СП77/18, СП78/18, СП90/18, СП91/18, СП104/18 и ЛЖ 6, ЛЖ 32, ЛЖ 33, ЛЖ 34, ЛЖ 36, ЛЖ 39, ЛЖ 40, ЛЖ 42, ЛЖ 43, ЛЖ 45, ЛЖ 46; *с типом Stay Green* – СП1/18, СП10/18, СП26/18, СП35/18, СП46/18, СП53/18, СП57/18, СП58/18, СП59/18, СП60/18, СП61/18, СП63/18, СП72/18, СП91/18

и ЛЖ 14, ЛЖ 29, ЛЖ 37; с высокой массой 1000 зерен (более 336 г) – СП50/18, СП 53/18, СП 72/18, СП75/18, СП79/18, СП29/18, СП31/18 и ЛЖ 53; с высоким выходом зерна (более 88%) – СП46/18, СП90/18, СП29/18, СП44/18, ЛЖ 32, ЛЖ 38, ЛЖ 39, ЛЖ 40, ЛЖ 48. В 2018 г. 77 линий кукурузы включены в гибридизацию [37].

2.2. ЗЕРНОБОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Семенная коллекция генетических ресурсов зернобобовых культур (горох посевной, горох полевой (пелюшка), вика посевная яровая, люпин желтый, люпин узколистный, соя, бобы кормовые) включает 3 083 оригинальных образцов из 46 стран мира. Коллекция зернобобовых культур включает также и другие виды: вигна, чина, нут, фасоль и чечевица. Основана коллекция в 1972 г. Главная ценность зернобобовых культур заключается в большем количестве белка, содержащемся в семенах (20–55%) и в зеленой массе (16–27%). **Семенная коллекция генетических ресурсов сои (*Glycine max* (L.) Merr.)** включает 213 образцов, 3 вида из 33 стран мира. Основана коллекция в 2005 г. **Семенная коллекция генетических ресурсов бобов кормовых (*Vicia faba* L.)** включает 313 образцов одного вида и 3 разновидности из 33 стран мира. Основана коллекция в 2005 г.

2.2.1. Люпин (*Lupinus* L.)

Люпин в настоящее время рассматривается как наиболее энергоресурсоэкономная, природу щадящая, азотфиксирующая, высокобелковая культура [38]. **Семенная коллекция генетических ресурсов люпина** объединяет 1 030 образцов, включает 19 видов (*L. angustifolius* L., *L. albus* L., *L. aridus* L., *L. atlanticus* L., *L. cosentinii* Guss., *L. digitatus* L., *L. douglasii* L., *L. elegans* L., *L. hilarianus* Benth., *L. hybridus* L., *L. lindleyanus* Agardh., *L. linifolius* L., *L. luteus* L., *L. mutabilis* L., *L. paniculatus* Desr., *L. pubescens* L., *L. subcarnosus* Hook., *L. termis* Forsk., *L. perennis* L.) и 48 разновидностей из 29 стран мира. Основана коллекция в 1986 г. Создана уникальная коллекция люпина, отражающая его культигенез. Она включает дикую форму из Средиземноморья (ГБГ-13), а также серию кормовых сортов, созданных в Беларуси в ходе селекции и имеющих различную морфофизиологическую структуру.

В коллекцию включены отечественные сорта **люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.)** Миртан, Ашчадны, Першацвет, Митан, Глатко, Владлен, Хвалько, Гуливер, Михал, Прывабны, Дзіўны, Ян, Добрыня, Жодзінскі, Ранні, Кармавы, Геркулес, Василек, Талант, Ванюша, Гусяр и **люпина желтого (*Lupinus luteus* L.)** Жемчуг и Владко. В коллекции хранятся источники

селекционно-ценных признаков люпина узколистного: По высоте растений: Кормовой 344 (LTU), Stevens (ZAF), М-1 (BLR), к-189 (DEU), имеющие высоту более 60 см; по количеству бобов с центральной кисти, имеющие больше 10 шт.: 12 84SO67-67-6-6ExLR2RQ, 13 84SO67-67-6-11ExLR2RQ, 84SO65-47-1-1ExLR2RQ (AUS); по количеству бобов с боковых ветвей: к-189(DEU, Stevens (ZAF), Кормовой 344 (LTU), 84SO36-24-1ExLR2RQ (AUS); по наибольшему количеству семян в бобе: 12 84SO67-67-6-6ExLR2RQ (AUS), Stevens (ZAF); масса 1000 семян более 170 г.: 12 85A176-3ExLI2RT, 11 84SO67-52-6-2ExLR2RQ, 84SO65-26-7-3ExLR2RQ, 84SO67-67-4ExL12RQ (AUS), к-3798 (DEU), Снежить (RUS). В коллекции хранятся источники селекционно-ценных признаков люпина узколистного: образец Нейтра-ФТ-РШЛ-1 (BLR) – термонейтральность, быстрый темп начального роста (6 баллов), розовая окраска цветков, серо-шелковая окраска семян; Нейтра-ФТ-РЧР-1 (BLR) – фототермонейтральность, очень быстрый темп начального роста (8 баллов), розовая окраска цветков, черная окраска семян; Нейтра-ФТ-СЧР-1 (BLR) – фототермонейтральность, очень быстрый темп начального роста (8 баллов), синяя окраска цветков, черной окраски семян; Нейтра-ФТ-РБЖ-1 (BLR) – фототермонейтральность, очень быстрый темп начального роста (8 баллов), розовая окраска цветков, бежевая окраска семян; Нейтра-ФТ-СШЛ-1 (BLR) – фототермонейтральность, очень быстрый темп начального роста (8 баллов), синяя окраска цветков, серо-шелковая окраска семян; Нейтра-ФТ-РЧР-2 (BLR) – термонейтральность, очень быстрый темп начального роста (7 баллов), розовая окраска цветков, черная окраска семян; ЛАН 89 ГБГ 11 (BLR) – источник признака высокого содержания белка в семенах 39–41% и ксероморфной структуры листа типа «Фрост»; ЛАН 96 ГБГ 7 (BLR) – красная окраска семян, крупносемянность и устойчивость к фузариозной корневой гнили; ЛАН 99 ГБГ 10 (BLR) – источник комплекса признаков отличимости: оранжево-ржавой окраски семян и наличие на них двух серпиков (дужек); ЛАН 96 ГБГ 13 (BLR) – чисто белая окраска цветков и семян, крупность семян, устойчивость к фузариозным корневым гнилям и фузариозному увяданию; Глат-ксеро (BLR) – ксероморфный лист, щитковидный типа генеративной сферы, устойчивость к фузариозным корневым гнилям; Першацвет (BLR) – колосовидный типа генеративной сферы, устойчивость к растрескиваемости бобов, к фузариозным корневым гнилям, антракнозу; ГБГ–4 (BLR) – бело-розовая окраска цветков, белые семена с редким коричневым рисунком без треугольного пятна и полосы под рубчиком, устойчивость к растрескиваемости бобов, фузариозным корневым гнилям [39].

В последние годы в изучаемой коллекции люпина узколистного большее доленое участие приходилось на коллекционные образцы происхождением из Беларуси (74%), Австралии (13,0%) и России (7,0%) (рис. 2.10).

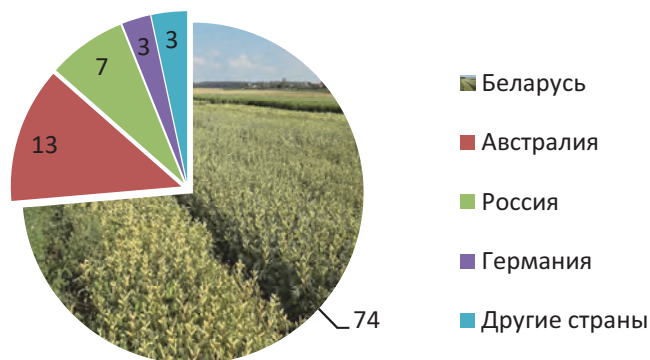


Рисунок 2.10. – Распределение образцов люпина узколистного в коллекционном питомнике по странам %, 2018 г.

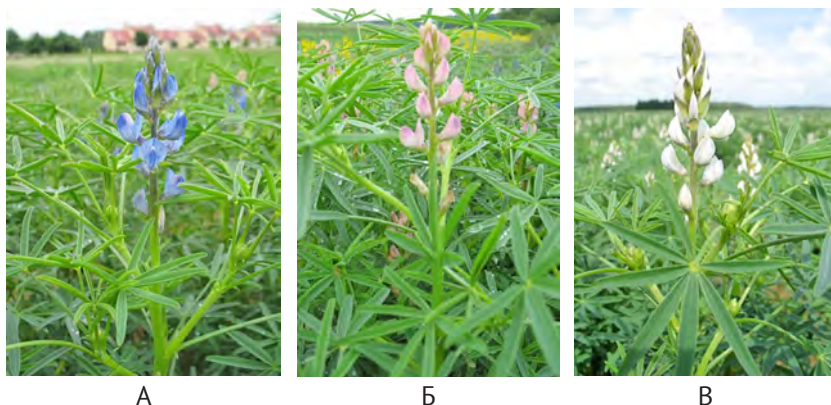


Рисунок 2.11. – Коллекционные образцы имеющие различные морфологические признаки по окраске цветка: А – синяя, Б – розовая, В – белая

Особого внимания заслуживает уникальная коллекция люпина, отражающая его культигенез – ПЭЛ (питомник эволюционной лестницы). Она включает дикие формы из Средиземноморья, а также серию кормовых сортов, созданных в Беларуси в ходе селекции и имеющих различную морфофизиологическую структуру.

Создан биологический банк генов (ББГ) люпина узколистного, который обеспечивает закладку, хранение, транспортировку и воспроизводство колоссального генетического разнообразия (на уровне вида) в минимальном количестве его образцов. Использование генетического разнообразия ББГ в практической селекции позволило в короткий срок вывести ряд интенсивных сортов люпина узколистного (Данко, Миртан, Першацвет и др.). В последние пять лет в Государственный реестр сортов в 2018 г. включены следующие отечественные сорта люпина узколистного и желтого: Талант, Ванюша, Гусяр, Альянс, Владко и Алтын, а также 2 сорта проходят Государственное испытание.

Районированные сорта широко используются в сельскохозяйственном производстве РБ, являются основой базовой коллекции.

2.2.2. Горох (*Pisum L.*)

Семенная коллекция генетических ресурсов гороха (*Pisum L.*). Количество коллекционных образцов **гороха**, изученных, паспортизированных, – 1030. Она включает 5 видов (*P. sativum L.*, *P. arvense L.*, *P. Fulvum* Sibth. & Sm., *P. elatius* M.Bieb.), 12 разновидностей, из 47 стран мира. Коллекция представлена лучшими образцами гибридного происхождения, созданными лабораторией зернобобовых культур, лучшими сортами из Польши, России, Чехии и Германии. В коллекции имеются также образцы из США, Швеции, Австрии, Перу и других стран. Основана коллекция в 1986 г. Ежегодно в коллекционном питомнике оценивается свыше 50 образцов, различающихся по эколого-географическому происхождению, скороспелости, устойчивости к болезням и вредителям, содержанию белка и жира и другим хозяйственно-ценным признакам. В коллекцию включены следующие сорта **гороха посевного (*Pisum sativum L.*):** Белус, Миллениум, Довский Усатый, Фацет; **гороха полевого (пелюшка) (*Pisum arvense L.*):** Агат, Свитанак, Алекс, Зазерский усатый, Резон, Тесей, Армеец, Фаэтон, Марат. В коллекции хранятся источники селекционно-ценных признаков гороха посевного: высокорослые – Кабан (RUS), Винець (UKR); полукарликовые – Царевич, Олеко, Полтавец (UKR), Jogeva varajene 22 и Valma (EST), Кировский (RUS), Toledo (CAN), ID 29301147 (AUS), SH 95-29F03M03, SH 95-24-17F03M03, SH 92-89-3-1-4-5F06, SH 95-23F03M03 (BGR), Topoliansky (FRA), NLEP af,tl (USA), Джекпот (DNK); скороспелый – Джекпот (DNK); неосыпаемость семян – Царевич, Вицень, Полтавец (UKR), Seko (EST), NLEP af,tl (USA); высокая масса 1000 семян: Верде (MDA), 283/96 (275g), Seko (EST), Ramto (261g), xantha (wα-0971 (RUS), Джекпот (DNK), NLEP af,tl (USA), SH 94-2-2-1-7F04, SH 95-23F03M03, SH 92-79-3-3-1-1F06, SH 92-89-3-1-4-5F06, SH 95-29F03M03, SH 93-25-1-2-2-3 (BGR), Полтавец, Олеко, Винець, Царевич (UKR), Valma (EST), Оплот, Глянц (UKR).

Горох в республике является основной зернобобовой культурой, и именно с ним связывают решение проблемы кормового белка в животноводстве. Зерно гороха представляют собой концентрированный корм для животных, аминокислотная структура белка которого характеризуется высоким содержанием ряда незаменимых аминокислот, а зеленая масса может быть использована для заготовки сена, сенажа, силоса, травяной муки. В зерне гороха в зависимости от сорта содержится от 22 до 28% белка, 1,5–2% жира, 48–58% безазотистых экстрактивных веществ [40, 41].

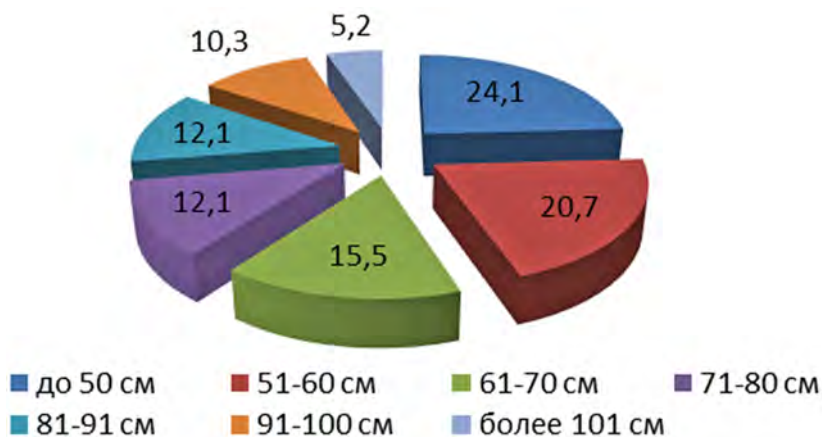


Рисунок 2.12. – Распределение коллекционных образцов гороха по длине стебля, %

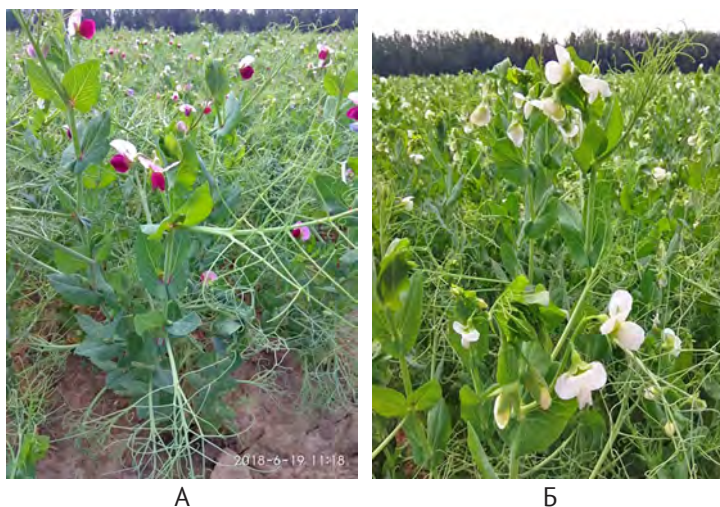


Рисунок 2.13. – Коллекционные образцы гороха усатого морфотипа (*Pisum* L.):
 А – *Pisum arvense* L., В – *Pisum sativum* L.

Исследуемые нами коллекционные образцы имеют разное эколого-географическое происхождение – более чем из 21 страны. Однако наибольшее количество образцов имеют страну происхождения – Россия (33%). Что касается морфотипа листа, то преимущество отдается листочковому типу (64%), это связано с тем, что горох с листочковым морфотипом более изучен, чем усатый. Если просматривать по странам, то некоторые страны ведут селекцию только по одному морфотипу листа. Так, Польша, Финляндия, Австралия и Швеция предпочтение отдают образцам с усатым морфотипом листа; Болгария – листочковым, Россия и Нидерланды – занимаются изучением гороха с разным морфотипом листа.

Распределение новых коллекционных образцов гороха по длине стебля показано на *рисунке 2.12*. Высокорослые образцы составляли всего лишь 5,2% от всей коллекции, среднерослые – 40%, а на долю низкорослых образцов пришлось наибольшее количество – 54,8%. Самой продуктивной в коллекции оказалась группа среднерослых образцов, которая превзошла высококорослые образцы на 14,6%.

В последние годы создано ряд сортов гороха с использованием коллекции и источников ценных признаков: зернофуражного направления: Зазерский усатый, Марат, Довский усатый, Презент, Фаэтон; зернового направления: Миллениум, Фацет.

2.2.3. Вика (*Vicia L.*)

Семенная коллекция генетических ресурсов вики яровой (*Vicia L.*). Количество коллекционных образцов вики яровой изученных, паспортизированных – 328, коллекция включает 2 вида (*V. sativa L.*, *V. villosa Roth*), 2 подвида из 43 стран мира. Основана коллекции в 1986 г.

В коллекцию включены следующие отечественные сорта вики посевной яровой: Натали, Чарауница, Мила, Удача, Ивушка, Надежда, Людмила, Белорусская 8, Милада, Венера, которые широко используются в сельскохозяйственном производстве РБ, являются основой создания Национальной базовой коллекции. Все коллекционные образцы **вики посевной яровой** хранятся в генбанке, как в рабочей, так и в активной коллекциях, по всем образцам сформирован страховой фонд.

Белорусская коллекция вики ежегодно пополняется новым исходным материалом со всех континентов мира, что требует всестороннего ее изучения и оценки. Основная задача изучения коллекции вики посевной – всесторонняя характеристика сего мирового разнообразия вида с целью выделения ценных образцов для селекции [42, 43].



Рисунок 2.14. – Рабочая коллекция образцов вики яровой (*Vicia L.*), 2018 г.

При изучении коллекции вики обращается внимание на поиск источников признаков для основных направлений селекции: повышение семенной продуктивности (потенциальная урожайность, вики яровой семян – 3,8–4,2 т/га, зеленой массы – 380–450 ц/га); создание зернофуражных сортов вики яровой путем улучшения биохимического состава семян и в первую очередь за счет снижения цианосодержащих гликозидов, трипси-на (ТИА) и химотрипсина (ХИА); выведение сортов вики с комплексной устойчивостью к основным болезням.

2.3. КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Семенная коллекция генетических ресурсов крупяных культур (гречиха, просо и просовидные) включает 712 оригинальных образцов, включающая 2 семейства, 5 рода, 9 видов и 16 разновидностей из 26 стран мира. Основана коллекция в 2000 г.

2.3.1. Гречиха (*Fagopyrum Mill.*)

В условиях генбанка сохраняется коллекция гречихи: 205 коллекционных образцов 2 видов (*F. Esculentum* Moench, *F. tataricum* (L.) Gaertn) из 22 стран мира. В силу перекрестного опыления коллекция носит ограниченный характер. Наиболее интенсивно используются в селекционном процессе диплоидные и тетраплоидные образцы по признакам детерминантности, одностебельности, крупноплодности по урожайности и нектаропродуктивности. Отечественные сорта **гречихи** широко используются в сельскохозяйственном производстве РБ. В условиях генбанка сохраняется коллекционные образцы, источники селекционно-ценных признаков гречихи (табл. 2.1).

В Беларуси гречиха является одной из основных крупяных культур, которую используют в различных направлениях: пищевом, медицине, как ме-доносную культуру и т. д.

В комплексе мероприятий, обеспечивающих повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур, важная роль принадлежит сорту и его наследственным свойствам. Благодаря работе селекционеров постоянно повышается генетический потенциал урожайности сортов, улучшаются хозяйственно ценные признаки.

В настоящее время в Государственный реестр сортов внесен 21 сорт гречихи, в основном отечественной селекции. В сортовой структуре доминируют сорта РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» (18 сортов), которые в последние годы занимают 99,4–99,7% посевных площадей этой культуры в республике.

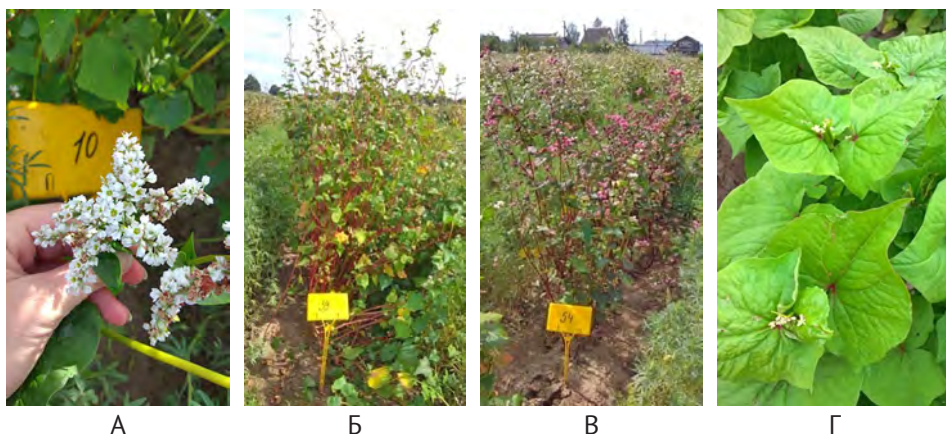


Рисунок 2.15. – Рабочая коллекция гречихи (*Fagopyrum Mill.*), (окраска цветков: А – белая, Б – бело-розовая, В – розовая, Г – зеленая), 2018 г.

За последние пятнадцать лет производству было предложено 13 сортов отечественной селекции, различающихся по морфологическим признакам и плоидности. При создании этих сортов использовался коллекционный материал различного эколого-географического происхождения, обладающий рядом хозяйственно полезных признаков (табл. 2.1).

Таблица 2.1. – Источники морфологических и хозяйственно полезных признаков гречихи

Признак	Сорт, сортообразец
1. Плоидность:	
– 2n	Лакнея, Кармен, Сапфир, Дождик, Влада, Крупинка и др.
– 4n	Александрина, Анастасия, Марта, Танюша, Лена и др.
2. Морфотип:	
– индетерминантный	Анита Белорусская, Аметист, Александрина, Анастасия, Марта, Танюша и др.
– детерминантный	Лакнея, Кармен, Сапфир, Дождик, Влада, Крупинка, Лена и др.
– одностебельный	Агата 1, Агата 2
3. Короткостебельность	Ружа, Омега, Альфа, Диалог, Темп
4. Скороспелость	Ружа, Наташа, Никольская, Шортондинская I, Шортондинская II, Шортондинская крупнозерная, Саулык, Черемшанка, Каракитянка, Диалог, Темп
5. Устойчивость к полеганию	Кармен, Влада, Сапфир, Феникс, Лакнея, Купава, Темп, Диалог, Дизайн, Лена, Альфа
6. Окраска цветков:	
– белая	Черноплодная, Анита Белорусская, Аметист, Сумчанка и др.
– розовая	ГК-218 роз., Рубра, Башкирская красностебельная

Признак	Сорт, сортообразец
– зеленая	Зеленоцветковая 90, Маликовская, Дизайн
7. Окраска зерна	
– коричневая или серая	Влада, Купава, Сапфир, Лакнея, Анита Белорусская и др.
– черная	Смуглянка, Кармен, Черноплодная, Черноглазка
8. Высокая продуктивность	Лена, Ружа, Альфа, Свитязянка, Марта, Анастасия, Илия, Танюша, Омега, Смуглянка, Купава, Лакнея, Влада, Аметист, Диалог, Дизайн, Темп, Дождик, Девятка, Шортандинская I и др.
9. Высокие технологические качества зерна:	
– выравненность	Сапфир, Девятка, Феникс, Купава, Ружа, Свитязянка, Лена, Омега, Альфа и др.
– низкая пленчатость	Черноглазка, Жняярка, Черноплодная, Абос, Темп, Шортандинская II, Виктория, Тройка и др.
– крупность	Лена, Анастасия, Альфа, Омега, Кармен, Кара-Даг, Дизайн и др.
10. Высокое содержание рутина	Кармен, ГК-218 роз., Рубра

Следует отметить, что отечественные сорта гречихи (Аметист, Анастасия, Влада, Жняярка, Илия, Купава, Лакнея, Лена, Марта, Сапфир) включены в Перечень сортов, имеющих наиболее ценные показатели качества зерна. Одним из наиболее лучших сортов гречихи, созданных с использованием выявленных источников хозяйственно полезных признаков, является Купава, включенный в Государственный реестр сортов с 2014 г. для возделывания по всем областям Беларуси, а также в Государственный реестр сортов России с 2017 г. по Западно-Сибирскому региону.

2.3.2. Просо (*Panicum L.*)

Просо посевное (*Panicum miliaceum L.*) – культура универсального применения. Зерно, солома, зеленая масса и отходы, которые образуются при производстве крупы, используются для кормления сельскохозяйственных животных.

Многоплановость использования проса предполагает наличие сортового разнообразия, поскольку для зернофуражных или кормовых целей нужны сорта с одними свойствами, для крупяных – с другими. Для производства пшена в первую очередь нужны крупносемянные сорта с высокими технологическими свойствами зерна, основными из которых являются выход и качество пшена. При использовании проса на кормовые цели необ-

ходимы сорта с высоким содержанием сырого протеина, обеспечивающие стабильную урожайность зеленой массы независимо от погодных условий.



А

Б

В

Рисунок 2.16. – Рабочая коллекция проса (*Panicum L.*), (форма метелки: А – развесистая, Б – комовая, В – раскидистая), 2018 г.

Селекция проса ведется в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», а также на трех опытных станциях: Минской, Гомельской и Брестской. Результатом этой работы явилось создание целого ряда новых сортов данной культуры для возделывания на различные цели.

В настоящее время в Государственный реестр сортов внесено 14 отечественных сортов проса для производства пшена, зернофуража и зеленых кормов. Все они относятся к среднеспелой группе. В сортовой структуре белорусскими сортами занято 96,5% посевных площадей этой культуры в республике. Потенциальная урожайность отечественных сортов проса по данным Государственного сортоиспытания достигает 69 ц/га зерна и 188 ц/га сухого вещества. За прошедшие годы селекционерами РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» созданы 8 сортов проса и внесены в Государственный реестр сортов. Для их создания использовались выявленные источники морфологических и хозяйственно полезных признаков различного эколого-географического происхождения (*табл. 2.2*).

Таблица 2.2. – Источники морфологических и хозяйственно полезных признаков проса

Показатель (признак)	Источник признака (сортообразец)
Скороспелость	Днепровское, Белир, Быстрое, Галинка, IBO 11986, IBO 11976, IBO 11963, IBO 11977, IBO 11961, IBO 11957, Слобожанське, Веселоподолянское 311, Воронежское 897
Короткостебельность и устойчивость к полеганию	IBO 11966, IBO 11961, IBO 11974, Линия 568, Полиплоид из ВНИИЗБК 1545, am 129 №2
Длинностебельность	Жодинское, Белорусское, Гомельское, ДОЖ, Изумруд, Дублон, Довское, Белир, Баганское 88, Воронежское 98

Показатель (признак)		Источник признака (сортобразец)
Тип метелки	развесистая	Галинка, Гомельское, Днепровское, Жодинское, Изумруд, ДОЖ, Дублон, Довское, Белир, Свитязянское, Знічка, Быстрое и др.
	раскидистая	Белорусское, Вольное, Воронежское 897, Орловский карлик, Олитан, LD-2596 и др.
	сжатая	Аскольдо, Баганское 88, Благодатное, IBO 11957, IBO 11966, Вітрило, Горлинка, Данила, Золушка, Золотистое 10
Длинная метелка		ДОЖ, Жодинское, Изумруд, Дублон, Довское, IBO 11986, IBO 11961, IBO 11963, IBO 11985, IBO 11977, IBO 11970, Золотисте, Веселоподолянское 534, Олитан
Высокая озерненность метелки		Дружба 2, IBO 11970, IBO 11974, IBO 11983, Смолевичское, Галинка, Гомельское, Днепровское, ДОЖ, Жодинское, Изумруд, Дублон, Довское, Белир, Быстрое, Свитязянское, Белорусское, Западное, Крупноскорое 2, Быстрое, Юбилейное, Радуга, Вітрило, Янтарное, Омрияне и др.
Высокая продуктивность метелки		Белорусское, Гомельское, ДОЖ, Жодинское, Изумруд, Дублон, Довское, Галинка, Смолевичское и др.
Окраска цветочных пленок	красная	Огонек, ДОЖ, Изумруд, Дублон, Довское, Белир, Западное, Дружба 2, Быстрое, Доброе, Бахетле, Спутник, Оренбургское 20, Золушка и др.
	желтая	Гомельское, Галинка, Днепровское, Жодинское, IBO 11958, IBO 11961, IBO 11966, IBO 11968, IBO 11979, Кинельское, Княжеское, Юбилейное и др.
	коричневая	IBO 11977, IBO 11980, Fertodi 6
Крупность зерна		Дублон, Изумруд, Жодинское, ДОЖ, Довское, Белорусское, Гомельское, Огонек, Славянское, Бахетле, Горлинка, Данила, Крупноскорое
Низкая пленчатость зерна		Галинка, Днепровское, Славянское, Дублон, Гомельское
Высокий выход крупы		ДОЖ, Жодинское, Изумруд, Дублон, Свитязянское, Довское, Западное, Белорусское
Высокое содержание сырого протеина в зеленой массе		Галинка, Днепровское, Аскольдо, Баганское 88, LD-2495, Киевское 87, Веселоподолянское 403, Воронежское 968, Блестящее
Направление использования	только на зеленую массу	Днепровское, Довское, Веселоподолянское 403, Золотисте, Киевское 95, Лилове, Мироновское 51
	только на зерно	ВНИИЗБК 1545, Золушка, Оренбургское 20, Полиплоид 1190, Харьковское 22, Харьковское 57, Харьковское 86, Янтарное, Мутант 83-8322, К-8404, К-8447, К-8582, К-8683, К-8581, Зоряне, Омрияне
	универсальное	Галинка, ДОЖ, Аскольдо, Уральское 109, Чаривне, Fertodi 6, К-8407, К-8580, К-8701/1, К-8704, К-8724, К-8829

Кроме того, отечественные сорта проса Галинка, Гомельское, Жодинское, Знічка, Свіцязянскае, Славянское включены в Перечень сортов, имеющих наиболее ценные показатели качества. Одним из наиболее распространенных сортов проса, созданных с использованием коллекционного материала, является Галинка. За период 2000–2018 гг. собрана коллекция проса (*Panicum* L.) и просовидных культур (507 образцов, из 16 стран мира), которая сохраняется в условиях генбанка.

2.4. МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Семенная коллекция генетических ресурсов масличных культур (рапс озимый, рапс яровой, редька масличная, сурепица озимая, горчица белая, горчица сарептская, подсолнечник). Год основания коллекции – 2000-й. Коллекция включает 1151 оригинальных образцов и состоит из 4 родов (*Brassica*, *Raphanus*, *Sinapis* и *Helianthus*), 6 видов (*B. napus* L., *R. sativus* L., *S. alba* L., *B. campestris* L., *B. juncea* L., *Helianthus annuus* L.) 5 разновидностей из 33 стран мира.

2.4.1. Рапс (*Brassica napus oleifera ibernalis (biennis)*, Metzger)

Рапс – основная масличная и наиболее продуктивная техническая культура РБ.

Семенная коллекция генетических ресурсов рапса озимого (*Brassica napus* L.) уникальна. Количество коллекционных образцов изученных, паспортизированных – 477, из 18 стран мира. Основана коллекция в 2000 г. В Государственном реестре сортов, допущенных к использованию по состоянию в 2018 г, включены следующие сорта **рапса озимого**: Козерог, Лидер, Добродей, Прогресс, Зорный, Арсенал, Капитал, Мартын, Маяк, Днепр F₁, Прометей, Александр, Август, Империял, Витовт, Зенит и Оникс селекции отдела масличных культур НПЦ НАН Беларуси по земледелию. С 2019 г. районирован новый сорт рапса озимого Золотой.

В коллекции озимого рапса хранятся источники селекционно-ценных признаков: зимостойкость – Артога (Франция), Н 9090464, Н 9090423, Инспирацион, Дельфи, Раффинесс, Энштейн, СЛМ 1355(Германия) и др.; высокая семенная продуктивность – CWH 242, DMH 225, CWH 246, CWH 249 D, DGC 175, CWH 278 (США), Атензо (Франция); короткостебельность – DK Impression, ВРХ 436 (Германия). Районированные сорта широко используются в сельскохозяйственном производстве РБ, являются основой создания Национальной базовой коллекции. Все коллекционные образцы **рапса озимого хранятся** в активной коллекции, сформирован страховой фонд оригинальных семян.

Семенная коллекция генетических ресурсов рапса ярового (*Brassica napus oleifera aestiva (annua)*, Metzger) уникальна. Количество коллекционных образцов изученных, паспортизированных – 369, из 23 стран мира. Основана коллекция в 2000 г. В Государственном реестре сортов в 2018 г. включены следующие сорта **рапса ярового**: Явар, Смак, Антей, Гранит, Неман, Гермес, Янтарь, Водолей, Магнат, Кромань, Алмаз F₁, Рубин F₁, Прамень, Гедемин, Скиф, Олимп 15, Геракл F₁, Герцог, Амур, Титан 17, Топаз. С 2019 г. районирован новый сорт рапса ярового Яровит. В коллекции хранятся источники селекционно-ценных признаков: высокая семенная продуктивность – DLE 15801С, DLE 15802С, DLE -1352 С (Германия), ЛК-173/11, Новик, Форвард, ЛК-625/06 (Россия); короткостебельность – Surpass 600 ТТ, Surpass 400, AGT 103, I 1318 CL, Surpass 300 ТТ, Surpass 400 nonH (Австралия), Миракел F₁ (Германия), Титан (Украина); с низким уровнем содержания глюкозинолатов – Surpass 501 ТТ, I 1318 CL, Surpass 600 ТТ, AGT 103, AGT 111, Surpass 400 (Австралия), Гранит, Ермак, ЛК 953/09, ЛК 951/09 (Россия), Медикус, Миракел F₁ (Германия). Районированные сорта **рапса ярового** НПЦ НАН Беларуси по земледелию широко используются в сельскохозяйственном производстве РБ, являются основой создания Национальной базовой коллекции.

Семенная коллекция генетических ресурсов редьки масличной, сурепицы, горчицы белой, горчицы сарепской. Количество коллекционных образцов изученных, паспортизированных – 207, из 25 стран мира. Основана коллекция в 2000 г. В Государственном реестре сортов в 2018 г. включены следующие сорта **редьки масличной (*Raphanus sativus L.*)**: Ника, Ивея; **сурепицы озимой (*Brassica camprestis L.*)** Вероника, Держава, Грация; сорта **горчицы белой (*Sinapsis alba L.*)**: Ярынка, Аресса, Елена; **горчицы сарепской (*Brassica juncea Czern.*)** Славия. Все сорта широко используются в сельскохозяйственном производстве РБ, являются основой создания базовой коллекции.

Наличие разнообразного генофонда имеет огромное значение для селекции любой культуры, и поэтому селекционная работа начинается с ее сбора и изучения. До 1986 г. в Беларуси исходный материал (местный и районированный) для селекции озимого и ярового рапса практически отсутствовал, а на полях республики возделывались интродуцированные высокоэруковые (технические) сорта. Так, под урожай 1990 г. в БССР возделывались сорта озимого рапса типа «0», со средним содержанием эруковой кислоты 12,8%, а на 11,8% площадей возделывались сорта озимых крестоцветных культур с содержанием эруковой кислоты от 40,6 до 54,5% (Агротехнический отчет, 1989).

В коллекции 1980-х гг. практически не было скороспелых, продуктивных и одновременно качественных и зимостойких сортообразцов рапса. Содержание эруковой кислоты в сортообразцах ярового рапса в это время колебалось от 0,7 до 42,6% при среднем содержании 8,2%, масличность – от 35,6 до 43,2%, а у образцов озимого рапса содержание эруковой кислоты изменялось от 0,3 до 54,5%, при этом они не отличались высокой зимостойкостью: только 12% были низкоэруковыми ($\leq 2\%$) и еще меньше было низкоглюкозинолатных сортов (≤ 30 мкМоль/г) [44].

В коллекционном и экологическом питомниках на созданных инфекционно-провокационных фонах отдела масличных культур РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» за последнее десятилетие было изучено свыше 500 сортов и сортообразцов ярового и озимого рапса, что позволило ранжировать исходный материал по комплексу хозяйственно полезных признаков, создать рабочую коллекцию и разместить многие из них на хранение в Белорусский генбанк, передать в ВИР. Ежегодно от 50 до 70 сортов и сортообразцов озимого и ярового рапса из коллекции НПЦ НАН Беларуси по земледелию изучаются и используются в селекционном процессе. Практически каждый год являлся селектирующим по тому или иному признаку.

Многолетние исследования исходного материала из мировой коллекции ВИР и учреждений-оригинаторов различного эколого-географического происхождения, а также селекционный материал ярового и озимого рапса, созданный в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию с привлечением различных методов селекции на провокационных и инфекционных фонах, позволили выделить источники и доноры ценных свойств рапса: по семенной продуктивности и крупности семян, скороспелости, зимостойкости, полеганию и осыпанию, толерантности к поражению бактериозом и альтернариозом, устойчивости к листовым болезням, показателям качества, представляющих интерес для селекции по основным хозяйственно ценным признакам в условиях Беларуси.

Установлено, что наиболее ценным исходным материалом для селекции ярового и озимого рапса по отдельным признакам и их комплексу для условий Беларуси являются современные сорта и сортообразцы западно-европейской, скандинавской, канадской, российской и белорусской селекции [45].

По комплексу хозяйственно-ценных признаков и свойств за последние годы выделены сортообразцы рапса различного эколого-географического происхождения: рапса озимого – Кодиак, Фенсер, Минерва (Германия), Си Сабео (Швейцария), Кристалл, Бонззай, ES Нептун (Франция); рапса ярового – ФНИИСХ-4, Купол, Форвард, ЛК-625/06, ЛК-173/11 (Россия),



Рисунок 2.17. – Рабочая коллекция образцов рапса (*Brassica napus* L.), 2018 г.

Surpass 400nonHR, I 1318 C, Surpass 600 TT (Австралия), Миракел F1, Менталь, Брендер, Медикус (Германия), Титан (Украина).

Всего за три десятилетия (1986–2018) в отделе масличных культур РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» созданы и внесены в «Государственный реестр сортов» более 50 сортов масличных крестоцветных культур, в том числе 21 сорт и 1 гибрид озимого рапса, 20 сортов и 3 гибрида ярового, а также по 3 сорта озимой сурепицы и горчицы белой, 2 сорта редьки масличной и один сорт горчицы сарептской. Из них 7 сортов и 1 гибрид районированы в России. Сорта и гибриды озимого и ярового рапса отечественной селекции в «жесткой» конкуренции с зарубежными фирмами (в Госреестр внесено 110 иностранных сортов и гибридов рапса) за последнее 2007–2018 гг. занимали в среднем более 90% посевных площадей этой культуры.

2.4.2. Подсолнечник (*Helianthus* L.)

Динамическое развитие производства масличных культур обусловливается тенденцией роста пищевого и промышленного потребления растительных масел. Среди масличных культур подсолнечник является наиболее

распространенной культурой. Его доля в мировом объеме производства составляет 70%, а в общем объеме производства растительных масел – 80%. Производство подсолнечного масла за последние годы достигло 14–15 млн тонн, а товарных семян – свыше 32 млн тонн.

Потребление растительного масла в республике составляет около 230 тыс. тонн в год, в том числе на пищевые цели – 174 тыс. тонн в год. Обеспечение населения данным продуктом решается в основном за счет пищевого рапсового масла. В свою очередь подсолнечное масло, употребляемое населением республики в пищу, полностью импортируется из-за рубежа. А ведь подсолнечник по сравнению с другими масличными культурами дает наибольшее количество высокоценного масла, которое по калорийности, усвояемости и биологической полноценности занимает одно из первых мест, а по сбору протеина (320–380 кг/га) превосходит даже многие бобовые. При переработке подсолнечника на масло получают около 35% шрота или 33% жмыха, которые являются ценным концентрированным высокобелковым кормом для животных.

Чтобы решить проблему импортозамещения ввозимых в РБ растительного масла и белка с 2006 г., на полях Полесского института растениеводства реализуется селекционная программа по созданию отечественных сортов и гибридов.

При создании гибридов подсолнечника используются традиционные методы селекции: гибридизация, отбор, инбридинг, тестирование и др. В комплексе мероприятий по увеличению производства подсолнечника огромную роль играет селекция, одной из основных задач которой в последнее время является создание новых высокопродуктивных конкурентоспособных сортов и гибридов, устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды, дающих наивысшие сборы масла и белка с единицы площади, и пригодных для возделывания в различных почвенно-климатических условиях. Успешное решение этой задачи невозможно без создания качественно нового исходного материала подсолнечника, основой для которого являются как наиболее продуктивные сорта – популяции масличного и типа, так и лучшие гибридные комбинации [46].

Результатом данной работы является включение в Государственный реестр сортов гибридов подсолнечника Везувий, Орион и Гелиос. Отличительной особенностью данных гибридов является стабильная продуктивность и надежное семеноводство.

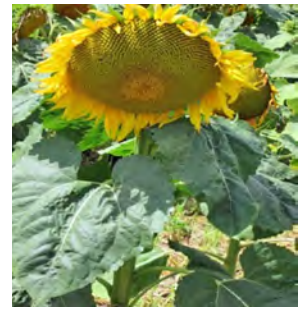
Результаты исследований, полученные в длительных стационарных опытах, позволили разработать технологический регламент возделывания подсолнечника на семена и маслосемена, агропаспорта по возделыванию новых гибридов подсолнечника.



А



Б



В

Рисунок 2.18. – Гибриды подсолнечника селекции РНДУП «Полесский институт растениеводства»: А – Орион; Б – Везувий; В – Гелиос

Основными задачами семеноводства гибридов подсолнечника являются поддержание на высоком уровне генетической чистоты самоопыленных линий, сохранение их типичности и однородности по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам в процессе репродуцирования, обеспечение полной гибридности при получении гибридов первого поколения.

Современное гибридное семеноводство подсолнечника по своей сложности существенно отличается от семеноводства кукурузы. Это вызвано энтомофильным характером опыления и связанной с этим сложностью поддержания высокого уровня генетической ценности и биологической чистоты семян первого поколения гибридов и их родительских форм. Гибридное семеноводство подсолнечника предполагает использование таких сложных генетических систем как явление цитоплазматической мужской стерильности и восстановителей фертильности пыльцы.

Результатом работы по данному направлению является выделение в исходном материале подсолнечника источников и доноров скороспелости и хозяйственно полезных признаков, разработка рекомендаций по подбору родительских форм подсолнечника для получения скороспелых гибридов с высоким содержанием масла.

В результате идентификации селекционного материала по жирнокислотному составу выделены линии с повышенным содержанием олеиновой кислоты Эн – 41 (67,96%), Ов – 98 (70,12%). По устойчивости к основным болезням выделены источники устойчивости к альтернариозу корзинок (ЛВ-636В, Лв-2533, М-780), к ржавчине ЛВ-713В и ЭЛЗ-19 и ЛВ-636В к ложной мучнистой росе. Донорами высокой устойчивости к ложной мучнистой росе в гибридных комбинациях являются самоопыленные линии ЛВ-636В и ЛВ-437В, к ржавчине – ЛВ-636В, ЛВ-631В, Дн/636, к альтернариозу корзинок – ЛВ-692В.

В настоящее время перед селекцией подсолнечника ставится ряд узкоспециализированных задач, решение которых невозможно без широко-



А



Б



В



Г

Рисунок 2.19. – Коллекционные образцы коллекции подсолнечника (*Helianthus L.*):
А – HA-124; Б – HA – 336; В – RHA-298; Г – RHA-299

го использования всего генетического потенциала вида, а результативность всего селекционного процесса зависит в первую очередь от генетической ценности исходного материала и его широкой изменчивости.

Успех селекционной работы во многом зависят 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.

Развитие и сохранение генофонда культуры – одно из главных условий высокой результативности селекционной работы. Изучение биологических и хозяйственных признаков и свойств, для дальнейших селекционных исследований, знание типа наследственных признаков позволяет селекционерам сознательно планировать гибридологическую работу по синтезу форм, совмещающих желаемые признаки.

По результатам изучения генофонда подсолнечника (2011–2018) в генбанк на средне- и долгосрочное хранение передано 70 самоопыленных линий подсолнечника различного географического происхождения (Россия, Украина, США, Франция, Беларусь) из рабочей коллекции РНДУП «Полесский институт растениеводства» с описательной и паспортной БД. По результатам изучения генофонда сформированы целевые признаковые коллекции подсолнечника по приоритетным признакам для создания конкурентоспособных, высокопродуктивных сортов и гибридов и подготовлен каталог национальной коллекции генетических ресурсов подсолнечника.

Для повышения эффективности селекционных работ в перспективе большую актуальность 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 подсолнечника и других хозяйственно полезных растений позволит сохранить полученный к настоящему времени генофонд и повысить эффективность его использования.

2.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ

2.5.1. Лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L. *elongatum* Vav. et Ell.)

Семенная коллекция льна (*Linum*) насчитывает 883 коллекционных образцов, из которых 67,8% составляет лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L. *elongatum* Vav. et Ell.), 32,2% – лен-межеумок (*Linum usitatissimum* L. *convar. intermedium* Czernom).

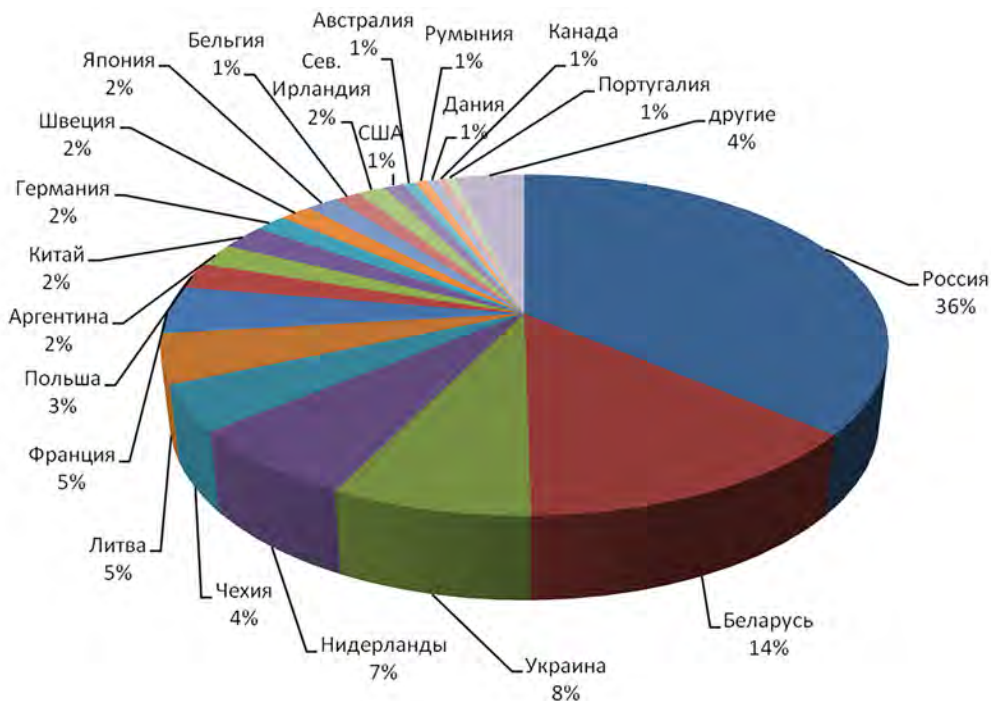


Рисунок 2.20. – Генофонд льна-долгунца по странам происхождения (относительная доля образцов по состоянию на 2018 г.)

Богатый генофонд культуры льна сосредоточен во Всероссийском научно-исследовательском институте растениеводства им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург) и Всероссийском научно-исследовательском институте льна (г. Торжок). Во ВНИИ льна сосредоточено более 7 тыс. образцов рода *Linum* из 76 стран мира, что позволяет создавать сорта, отвечающие всем требованиям селекции.

Участие РУП «Институт льна» в ГП «Генофонд растений» послужило стимулом дальнейшего активного пополнения исследовательской базы образцами мирового генофонда льна-долгунца.

По состоянию на 2018 г. национальный генофонд этой прядильной культуры состоял из 599 образцов, что в 4 раза превышает уровень 1996 г.

По происхождению генофонд представлен образцами из 34 стран мира (рис. 2.20). 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%).

Лен-долгунец – двудольное растение. От посева до созревания он проходит несколько последовательных фаз вегетации (фенологические фазы),

связанных с морфологическими изменениями в строении органов и образованием новых органов или частей (листья, стебли, генеративные органы). У льна-долгунца различают следующие фазы роста: всходы (рис. 2.21 А), «елочка», бутонизация, цветение (рис. 2.21 Б) и созревание (рис. 2.21 В).

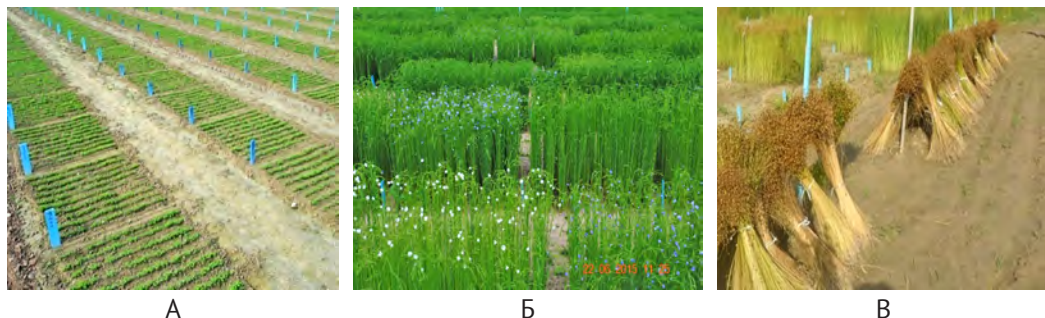


Рисунок 2.21. – Рабочая коллекция образцов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L. *elongatum* Vav.et Ell.) в различные фазы онтогенеза: А – всходы, Б – цветение, В – ранняя желтая спелость, 2018 г.

У льна-долгунца выделяют более 30 морфо-биологических и хозяйственно полезных характеристик. Но наиболее значимыми, являются признаки, характеризующие агрономическую ценность культуры льна-долгунца: продолжительность вегетационного периода, урожайность основных видов продукции (тресты, семян, волокна), устойчивость к полеганию и болезням, содержание и качество волокна. Эти показатели являются основой любой селекционной программы (рис. 2.22).

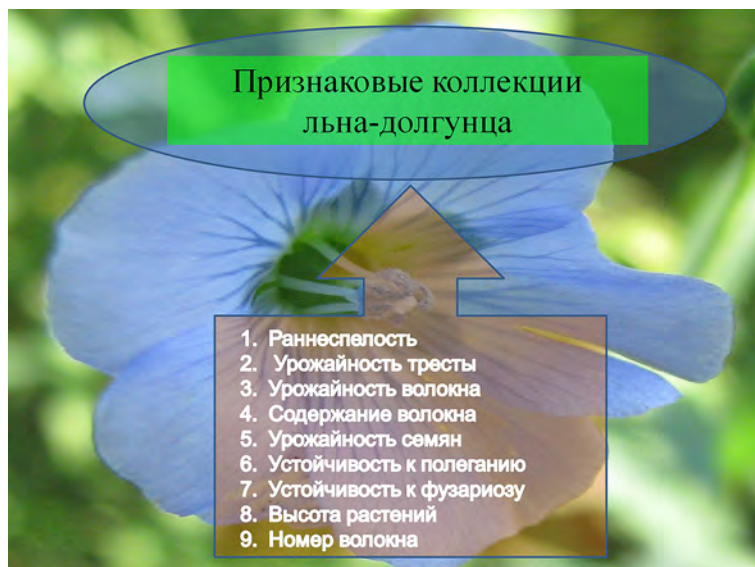


Рисунок 2.22. – Признаковые коллекции льна-долгунца

В результате изучения образцов коллекции были выделены источники раннеспелости, у которых продолжительность вегетационного периода была значительно короче, чем у раннеспелого сорта-контроля Ярок (табл. 2.3).

Таблица 2.3. – Источники скороспелости образцов льна-долгунца (среднее в 2011–2013 гг.)

№ по каталогу генбанка	Название образца	Страна происхождения	Вегетационный период	
			дней	+/- к ст.
ВН05000175	Ярок (к.)	Беларусь	75	-
ВН05000452	363-4	Франция	66	-9
ВН05000226	nameless (К-3919)*	Нидерланды	66	-9
ВН05000220	nameless (К-2726)*	Россия	67	-8
ВН05000269	И-9	Россия	67	-8
ВН05000456	Сел. Альтгаузена	Россия	67	-7
ВН05000215	nameless (К-1013)*	Россия	68	-7
ВН05000379	D-1444-66	Украина	68	-7
ВН05000203	nameless (К-158)*	Россия	68	-7
ВН05000311	Tekirdag Narlkara 14/8/6	Турция	68	-7
ВН05000336	Г-4496	Россия	68	-7
ВН05000238	nameless (К-4535)*	Россия	68	-7
ВН05000315	Hylkema - 1871	Нидерланды	68	-6
ВН05000236	Дальневосточный кряж	Россия	68	-6
ВН05000037	Manchurian	Литва	69	-6
ВН05000292	Haeskorgaard 76/16	Дания	70	-5
ВН05000221	Печерский кряж	Россия	70	-5
ВН05000248	Велижский кряж	Россия	70	-5
ВН05000390	T-10 x Тверца	Россия	70	-5
ВН05000339	Koket	Литва	71	-4
ВН05000387	П-359 x Т-9	Россия	71	-4

Примечание: номер по каталогу ВИР

Источниками высокой продуктивности льнотресты служат сорта украинской селекции (Глиnum, Поліській 5, Глазур и другие), западноевропейские сорта Drakkar (Франция), Suzanne (Нидерланды), Silva (Франция) и другие. В подавляющем большинстве выделенные источники урожайности льнотресты – это позднеспелые образцы. Косвенным показателем продуктивности стеблей является их высота. Большинство источников высокой урожайности тресты характеризуются высокой линейной длиной растений (85 см и выше).

В качестве источников высокой урожайности льноволокна могут служить современные сорта белорусской и западноевропейской селекции

(Веста (Беларусь), Drakkar (Франция), Suzanne (Нидерланды)) (табл. 2.4). Следует отметить, что ряд сортов выделены в качестве источников с высокой потенциальной урожайностью длинного волокна (Глілум (Украина), Alizee (Франция), С-108 (Россия) 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 белорусские сорта Ярок и К-65.

Таблица 2.4. – Образцы льна-долгунца – источники продуктивности волокна и его содержания (среднее в 2011–2013 гг.)

Внутр. номер	Название образца	Происхождение	Группа спелости	Урожайность волокна, г/м ²		Содержание волокна, %	
				общего	длинного	общего	длинного
436	Ярок (к.)	Беларусь	Ранняя	193,0	148,2	32,6	27,3
379	Алей (к.)	Беларусь	Средняя	179,3	132,3	29,6	24,0
250	Могилевский (к.)	Беларусь	Поздняя	182,1	131,4	30,2	23,7
459	Drakkar	Франция	Поздняя	243,7	202,0	36,2	30,0
453	Suzanne	Нидерланды	Поздняя	191,6	159,0	34,1	28,3
224	Веста	Беларусь	Средняя	182,4	158,3	33,9	29,0
31	Rod 829	Чехия	Поздняя	184,5	150,0	31,0	25,3
458	Глілум	Украина	Ранняя	192,3	165,6	32,7	28,2
452	Alizee	Франция	Поздняя	179,8	148,0	34,5	28,4
100	С-108	Россия	Средняя	167,2	145,0	32,2	27,9
214	Bertelin	Германия	Поздняя	171,1	142,2	32,0	26,7
19	Silva	Франция	Средняя	173,2	140,0	30,8	25,0
57	Гамма	Беларусь	Средняя	162,1	132,8	29,8	24,2

Высокой устойчивостью к полеганию характеризуются сорта и образцы белорусского происхождения Ярок, Веліч, Призыв 2, Ника, Прамень и другие; российские образцы – Кром, Надежный; образцы западноевропейской селекции – Madonna, Noblesse, Laura, Marina (Нидерланды), Versailles с (47-4) 80 (Франция); образцы из США – Rust Resistant, Dilleman.

Существенный недобор урожая, резкое ухудшение качества волокна и семян льна могут вызывать болезни. Среди болезней льна-долгунца фузариозное увядание является одной из самых вредоносных и встречается во всех регионах льносеяния. Источниками устойчивости являются 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 (Чехия), Rina (Чехия), Atena (Польша), Melina (Франция) и другие).

Высоким средним номером волокна характеризуются образцы Гамма (Беларусь), Hercules (Швеция), Мрія (Украина), К-07-107, Л-1120, ВНИИЛ-9 (Россия) и другие. Волокно этих образцов 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 [47, 48, 49].

На 2019 г. в Государственном реестре сортов находится 46 сортов льна-долгунца, в т.ч. 34 - отечественной и 12 – зарубежной селекции.

Шесть сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна» (Василек, Пралеска, Грант, Ласка, Веста, Левит 1) включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации. По результатам Государственного сортоиспытания данные сорта льна-долгунца обеспечили среднюю урожайность тресты 56,5–66,0 ц/га, длинного 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.

2.5.2. Свекла сахарная (*Beta vulgaris L. ssp. vulgaris*)

Коллекция генетических ресурсов свеклы сосредоточена на РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» и составляет более 300 образцов. Данные образцы относятся к трем видам: *Beta vulgaris L.*, *Beta trigyna*, *Beta corolliflora*.

Коллекция свеклы постоянно пополняется за счет создания нового селекционного материала 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.

До 2012 г. генофонд был представлен главным образом сортообразцами Восточного (русского) и Центрального (украинского) лесостепных экотипов, полученными из материалов Белоцерковской, Ялтушковской, Веселоподолянской, Немерчанской, Межотненской и Львовской опытных станций, ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова, ВИРа.

Основным источником пополнения коллекции после 2012 г. стал 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*). Состав коллекции по стране происхождения представлен на *рисунке 2.23*.

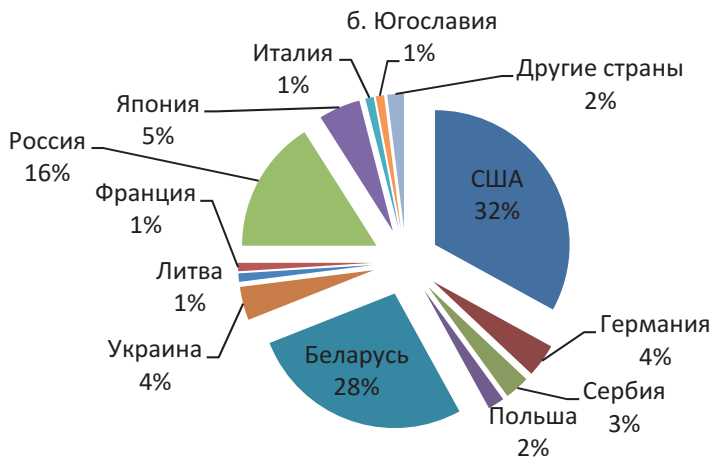


Рисунок 2.23. – Относительная доля образцов различных географических регионов в коллекции сахарной свеклы, 2018 г.

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 и России. По всей коллекции подготовлена паспортная БД в соответствии с едиными паспортными дескрипторами EURISCO.

В селекции сахарной свеклы основным направлением является создание гибридов с высоким эффектом гетерозиса. Развитие гибридной селекции стало возможным благодаря открытию цитоплазматической мужской стерильности. Для практических целей создана рабочая коллекция в составе 50 МС-линий и закрепителей стерильности различного происхождения: линии белорусской селекции, а также линии из России, США, Польши, Сербии, Англии. Размножение коллекционных образцов свеклы второго года проводится с учетом строгой изоляции на пространственно изолированных участках, в посевах озимых зерновых культур, а также в изоляционных кабинах. В период начала цветения растений коллекция односемянных образцов проходит оценку по стерильности, фертильности, односемянности.

Помимо визуальной оценки по признаку стерильность/фертильность, проведен анализ с использованием ДНК – маркеров цитоплазматических органелл (выполнен ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»). Были подобраны праймеры, позволяющие оценить варианты двух митохондриальных генов – *atpA* и *atp6* – в образцах ДНК индивидуальных растений.

В результате проведенных исследований выявлен линейный материал мужскостерильных форм, белорусского и американского происхождения, который наиболее целесообразно использовать в гетерозисной селекции. Данный метод оценки позволил четко различать стерильные (с фракцией митохондрий, характерных для S-типа цитоплазмы) и фертильные растения сахарной свеклы [50].

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 (прямого и обратного) для микросателлитных локусов *Vmb6*, *Sb6*, *Sb7*, *Sb9*, *Sb11*, *Sb13*, *Sb15*, *Ct4*, *Gcc1*, *Gtt1*, *Bvm1*. В результате была создана коллекция образцов ДНК индивидуальных растений диплоидных линий сахарной свеклы отечественной селекции. На основании проведенных исследований были выделены образцы, у которых в результате инцухтирования и бекроссирования была достигнута гомозиготность по 9 локусам из 11 изученных.

В настоящее время основным биотическим фактором потерь урожая сахарной свеклы в период вегетации являются болезни, из которых наиболее вредоносны вирусы и гнили корнеплодов.

Помимо визуальной оценки поражения корнеплодов гнилями корнеплода, проведен и молекулярно-генетический анализ генетической плазмы свеклы на наличие генов устойчивости.

Для выявления устойчивых селекционных образцов сахарной свеклы на основании сравнительного анализа 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 (ВТС) 1, ген 5,8S рРНК, ВТС 2 и фрагмент гена 28S рРНК (выполнен ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»). В результате были выделены и рекомендованы образцы для дальнейшей селекционной работы по признаку устойчивости к грибным заболеваниям, они представлены номерами белорусского, сербского, американского происхождения.

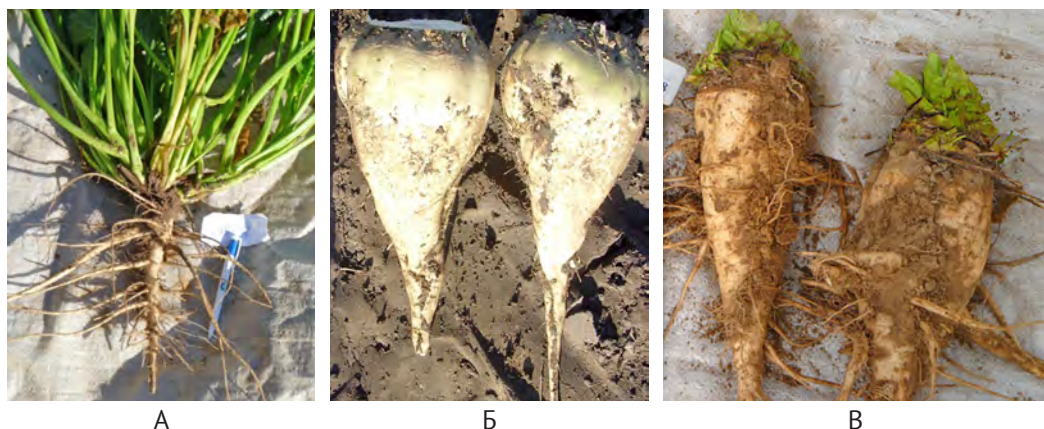


Рисунок 2.24. – Дикий вид свеклы *Beta maritima* (А);
корнеплод возделываемой сахарной свеклы *Beta vulgaris* (Б);
межвидовой гибрид между *Beta maritima* и сахарной свеклы *Beta vulgaris* (В)

В лаборатории фитопатологии проведен ИФА с помощью спектрофотометра на устойчивость к вирусу мозаики сахарной свеклы (*BMV*) и вирусу слабого пожелтения сахарной свеклы (*BMVYV*). Для определения *BMVYV* использовали тест-наборы фирмы *Loewe* (Германия), а для идентификации *BMV* – фирмы *Neogen* (Великобритания).

Таким образом, методом ИФА среди анализируемых 28 образцов выделено 76% образцов (22 шт.), которые не имели инфекцию вируса слабого пожелтения сахарной свеклы и 90% (25 шт.) которые не имели инфекцию вируса мозаики.

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 и высокую зимостойкость и засухоустойчивость.

Селекционеры с опасением относятся к скрещиванию с дикими видами свеклы. Многие нежелательные признаки от дикой свеклы были приобретены интрогрессией вместе с созданной отбором устойчивостью к болезням. Среди нежелательных признаков от дикой свеклы: однолетний жизненный цикл, красный пигмент в корнеплоде, крючковатые или ветвящиеся корни, удлиненные или множественные розетки листьев и низкая концентрация и извлекаемость сахарозы. Необходимо проводить несколько циклов отборов, чтобы восстановить урожайность и форму корнеплода.

На *рисунке 2.24* показан корнеплод дикого вида свеклы *Beta maritima*, корнеплод возделываемой сахарной свеклы *Beta vulgaris* и межвидовой

гибрид, который уже прошел три этапа отбора по форме корнеплода и сахаристости. Данный образец еще представляет промежуточную стадию и не является подходящим для использования в селекционных программах, так как все еще имеет много особенностей диких материалов, необходимо проведение улучшающих отборов по форме корнеплода.

Необходимо отметить, что межвидовые гибриды характеризуются низким технологическим качеством. Содержание калия, натрия и альфа-азота выше в 1,5–3 раза, чем у селекционных образцов сахарной свеклы.

Другой проблемой использования межвидовой гибридизации является то, что при скрещивании с дикими видами наследуется склонность к цветущности. В наших опытах у межвидовых гибридов увеличилось количество цветущих растений по сравнению с исходными формами.

Дикий вид свеклы *Beta maritima*, имел очень высокую степень цветущности – 63%. Селекционные образцы сахарной свеклы либо не имели цветущих растений либо имели не более 1%, у межвидовых гибридов данный показатель составил 12–17%.

Однако все 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 у сахарной свеклы к болезням.

Когда появились болезни, такие как нематода свеклы (*Heterodera schachtii*) или некротическое пожелтение жилок – ризомания (*Beet necrotic yellow vein virus – BNYYV*), представление относительно потенциальной пользы использования экзотической гермплазмы стало более актуально. Много селекционных линий было проверено, но генов устойчивости к болезни против этих важных вредителей и болезней 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* увеличился во всем мире.

Значительное поражение растений ризоманией становится причиной снижения урожайности на 90% и более, при этом сахаристость корнеплодов уменьшается с 16–18 до 10%. Единственным эффективным методом защиты на зараженной территории является использование устойчивых гибридов. Поэтому основное внимание в борьбе с этим заболеванием отводится селекционно-генетическим методам.

На основании проведенного молекулярно-генетического типирования SSR-локусов составлены мультилокусные генетические портреты образцов сахарной свеклы, анализ которых позволил выделить биотипы устойчивые к ризомании. Проверка данного селекционного материала и

гибридов проводилась также в условиях инфекционного фона Ровенской области (Украина). Методом ИФА среди анализируемых 29 образцов выделено 86% образцов, которые не имели заражения ризоманией. Выделенные образцы без скрытой вирусной инфекции представляют интерес для селекционной работы. Поэтому, несмотря на возникающие трудности в использовании данного метода, необходимо вовлекать дикие виды в селекционные технологии для создания устойчивых материалов сахарной свеклы, что станет основой для создания новых высокопродуктивных гибридов.

В ходе выполненных исследований собраны, изучены генетические ресурсы сахарной свеклы по комплексу морфологических, фенологических, биологических и хозяйственных признаков, важных для создания новых гибридов.

В результате использования коллекции были созданы и районированы совместные белорусско-польские гибриды Полибел, Белполь и Алиция; белорусско-сербские гибриды Смежо и Конус. Они включены в Государственный реестр сортов РБ в 2014–2019 гг.

2.6. КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Семенная коллекция кормовых культур (многолетних злаковых трав, бобовых трав, свеклы кормовой) включает 2 801 оригинальных образца из 45 стран мира. Удельный вес семенной коллекции кормовых культур составляет 16,6% от коллекционного фонда генетического банка, 2018 г. Коллекционные образцы кормовых культур находятся на хранении в Национальном генетическом фонде хозяйственно полезных растений, как в рабочей, так и в активной коллекции сформирован страховой фонд по всем образцам. Отдел многолетних трав начал функционировать в БелНИИЗ как самостоятельное структурное подразделение в 1956 г.

На первом этапе селекции ставилась задача изучить местные популяции для дальнейшего улучшения сортов. В результате отборов сформировали синтетическую популяцию клевера лугового – сорт Цудоўны.

На следующем селекционном этапе ставилась задача создать сорта интенсивного типа – многолетние, зимостойкие, устойчивые к болезням и высокопродуктивные. Методы селекции усложнились, создавались сложногобридные популяции. Широко применялся индивидуально-семейственный отбор, оценка комбинационной способности методом поликросса, мутагенез и полиплоидия.

В 1970-е гг. научно-исследовательскими работами по селекции руководил доктор сельскохозяйственных наук, профессор А.Л. Семенов и кан-

дидат сельскохозяйственных наук К.С. Власова. В результате селекционно-семеноводческой работы по многолетним травам районированы три сорта злаковых трав: ежа сборная Магутная, райграс пастбищный Пашавы и овсяница луговая Зорка.

Для решения проблем качества кормов и дефицита белка была поставлена задача выведения сортов трав с урожайностью сена клевера 60–90 и люцерны 90–100 ц/га, тимopheевки луговой, ежи сборной, овсяницы луговой и райграса пастбищного – 80–90 ц/га (руководители – доктор сельскохозяйственных наук А.Л. Семенов и кандидат сельскохозяйственных наук К.С. Власова, кандидат сельскохозяйственных наук Е.П. Чаев);

Недостаточная семенная продуктивность сдерживала развитие многолетних трав в 1990-е гг. В результате исследований хода формирования семенной продуктивности клевера лугового была разработана морфологическая модель растения клевера лугового с ограниченным ветвлением побегов и высокой семенной продуктивностью (П.П. Васько). Работа по созданию *sin*-популяций на основе морфотипов с ограниченным ветвлением стеблей и высокой ОКС, сочетающие высокую кормовую, семенную продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, завершилась созданием сорта клевера лугового Витебчанин с повышенной семенной продуктивностью (канд. с.-х. наук Е.И. Чекель).

Создан ряд сортов многолетних трав, включенных в Государственный реестр: бобовые (14 сортов) и злаковые (8 сортов), которые позволяют охватить все почвенные разности республики и повысить продуктивность многолетних трав в среднем на 25%. В государственном сортоиспытании изучаются сорта райграса пастбищного, фестулолиума, тимopheевки луговой, клевера лугового

Под руководством кандидата биологических наук П.П. Васько на основе способа отбора растений клевера ползучего на повышенную семенную продуктивность по уровню аттрагирующей способности соцветий, создана система одновременно созревающих сортов клевера ползучего: позднеспелый – Духмяны (2000), среднеспелый – Матвей (2010), раннеспелый – Чародей (2005), среднеспелый Константа (2015), характеризующиеся высокой семенной продуктивностью.

С 2000 г. для решения проблемы растительного белка и качества корма селекционный процесс направлен на создание межвидовых и межродовых гибридов многолетних трав, которые характеризуются высокой интенсивностью ростовых процессов, содержанием обменной энергии и белка.

Созданы сорта межродового овсянично-райграсового гибрида (фестулолиум морфотипа райграса сорт Удзячны и Метеор), в которых объеди-

нены зимостойкость овсяницы и качества корма райграсов; межвидового гибрида овсяницы тростниковой и луговой с мягкими листьями.

В настоящее время селекционный процесс направлен на создание межродового гибрида фестулолиум морфотипа овсяницы тростниковой и фестулолиум морфотипа овсяницы луговой, обладающие более высокой адаптационной способностью; межвидового гибрида райграса пастбищного и райграса многоукосного с интенсивным отрастанием; межвидового гибрида лисохвоста лугового и лисохвоста вздутого с пониженной осыпаемостью семян; межвидового гибрида житняка с райграсом пастбищным (П.П. Васько, В.А. Столепченко).

2.6.1. Злаковые травы (*Poaceae*)

Семенная коллекция злаковых трав РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» насчитывает – 1 510 коллекционных образцов и включает 20 родов, 33 вида из 38 стран мира. Видовой состав представлен: тимофеевкой луговой *Phleum pratense* L., овсяницей луговой *Festuca pratensis* Huds., овсяницей тростниковой *Festuca arundinacea* Schered., ежой сборной *Dactylis glomerata* L., кострцом безостым *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub., райграсом пастбищным *Lolium perenne* L., мятликом луговым *Poa pratensis* L., мятликом болотным *Poa palustris* L., овсяницей красной *Festuca rubra* L., полевицей гигантской *Agrostis gigantea* Roth., двукисточником тростниковым *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., лисохвостом луговым *Alopecurus pratensis* L., бекманией обыкновенной *Beckmania eruciformis* (L.) Host., райграсо-овсяничными гибридами *Festulolium*, лисохвостом вздутым *Alopecurus ventricorus* Pers. Использование возможностей коллекции многолетних злаковых трав позволяет более широко задействовать все вышеперечисленные виды в различных почвенных условиях республики при разных типах хозяйствования. В Государственный реестр сортов в 2018 г. включены следующие сорта многолетних злаковых трав: двукисточник тростниковый БелРос 76, ежа сборная Магутная, кострец безостый Усходни, Выдатны, овсяница луговая Зорка, овсяница тростниковая Зарница, Таямница, райграс пастбищный Пашавы, Гусяр, бекмания обыкновенная Жодинская, фестулолиум Удзячны, тимофеевка луговая Волна. В 2018 г. районирован новый сорт райграса пастбищного Гаспадар и овсяницы тростниковой Житница. Коллекция в 2018 г. пополнилась 49 новыми сортообразцами белорусского происхождения. В Национальный банк генетических ресурсов растений РБ переданы новые сортообразцы райграса гибридного *Lolium hybridum* Hausskn. для использования в селекции в качестве генетических источников высокой зимостойкости, семенной продуктивности, побегообразо-

вания, интенсивности отрастания после укуса, повышенного накопления сухого вещества, кормовой и семенной продуктивности: ВЕ14000324 – р. гibr.9-5-22, ВЕ14000325 – р. гibr.5-3-3, ВЕ14000326 – р. гibr.22-7-3, ВЕ14000327 – р. гibr.22-7-29, ВЕ14000328 – р. гibr.22-7-27, ВЕ14000329 – р. гibr.22-7-22, ВЕ14000330 – р. гibr.22-7-21, ВЕ14000331 – р. гibr.12-3-15, ВЕ14000332 – р. гibr.11-3-16, ВЕ14000333 – р. гibr.11-3-14) [51].

На базе коллекционных фондов сформирован, изучен, систематизирован и расширен национальный генетический фонд кормовых культур, что явилось основой для эффективного обеспечения исходным материалом селекционного процесса по данной группе культур. Пополнение семенных коллекций новыми коллекционными образцами стало предпосылкой для эффективной работы по созданию конкурентоспособных отечественных сортов кормовых культур.

2.6.2. Бобовые травы (*Fabaceae*)

Семенная коллекция многолетних бобовых трав РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» уникальна. Насчитывает 1 090 коллекционных образцов многолетних бобовых трав, изученных и паспортизированных. Видовой состав представлен 30 видами бобовых трав из 43 стран мира: клевером луговым *Trifolium pratense* L., клевером гибридным *Trifolium hybridum* L., клевером ползучим *Trifolium repens* L., люцерной посевной *Medicago sativa* L., донником белым *Melilotus albus* Desr, лядвенцем рогатым *Lotus corniculatus* L., галегой восточной *Galega orientalis* Lam., люцерной желтой *Medicago falcate* L., донником желтым *Melilotus officinalis*, эспарцетом песчаным *Onobrychis arenaria* [52]. В Государственный реестр сортов в 2018 г. включены следующие сорта многолетних бобовых трав: донник белый Коптевский; клевер гибридный Красавік; клевер луговой Цудоўны, Витебчанин, Янтарный, Устойлівы, Працаўнік, Лев; клевер ползучий Волат, Духмяны, Чародей, Матвей, Константа; люцерна посевная Будучыня; лядвенец рогатый Изис, Изумруд; эспарцет Каупацкі, Караневіцкі; галега восточная Садружнасць; фицелия пижмолистная Медуница. Коллекция в 2018 г. пополнилась 12 новыми сортообразцами белорусского происхождения. Районированные сорта многолетних бобовых трав селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» широко используются в сельскохозяйственном производстве РБ.

2.6.3. Свекла кормовая (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*)

Семенная коллекция свеклы кормовой находится в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» и составляет 201 образец. В основном коллекция

состоит из диплоидных и тетраплоидных сортов европейского происхождения. Значительную часть составляют образцы с повышенным содержанием сухого вещества, источники одностростковости и ЦМС.

Коллекция кормовой свеклы постоянно пополняется за счет создания нового селекционного материала с помощью внутривидовой гибридизации, полиплоидизации, межвалентных скрещиваний, за счет обмена образцами генофонда с национальными генбанками и селекционными учреждениями. По всей коллекции подготовлена паспортная БД в соответствии с едиными паспортными дескрипторами EURISCO.

В селекции кормовой свеклы основным направлением является создание одностростковых гетерозисных гибридов F1 на основе ЦМС. В этой связи в коллекции широко представлены одностростковые образцы с высокой ОКС, формы закрепители стерильности и изогенные с ними ЦМС образцы.

Так как в условиях Беларуси было выявлено явное преимущество по продуктивности триплоидных гибридов над диплоидными, в коллекции имеется значительное количество тетраплоидных образцов, являющихся потенциальными опылителями при создании триплоидных гибридов.

Тетраплоидные формы поступают в коллекцию как по обмену с другими селекционными организациями, так и путем создания новых селекционных образцов с помощью межвалентных скрещиваний. Исследования показали, что наиболее эффективно получать мейотические тетраплоиды при гибридизации диплоидных форм в качестве материнской формы с тетраплоидами с последующим переопылением полученных триплоидов. Использование триплоидных гибридов показало свою бесперспективность. Несмотря на довольно большое количество возникающих эуплоидных форм в цитоплазме в обязательном порядке присутствует фактор стерильности S , а также рецессивные гены x и z в гомозиготной и гетерозиготной форме. Такие растения всегда являются стерильными и полустерильными. И хотя существует теоретическая возможность получения генотипов с генами X и Z , в реальности частота их появления близка к 0 из-за элиминации нежизнеспособных анеуплоидных форм.

Размножение коллекционных образцов свеклы второго года проводится с учетом строгой изоляции на пространственно изолированных участках, в посевах озимых зерновых культур, а также в изоляционных кабинах. В период начала цветения растений коллекция проходит оценку по стерильности, фертильности, одностростковости.

В ходе выполненных исследований собраны, изучены генетические ресурсы кормовой свеклы по комплексу морфологических, фенологических и хозяйственно полезных признаков, важных для создания новых гибридов.

В результате использования коллекции были созданы и включены в Государственный реестр сортов сорта Даринка и Лада, а также гибриды F₁ на основе ЦМС Милана и Купава.

Заключение

РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» координирует работу в стране по сбору, изучению и сохранению генофонда растений, являясь ведущим научным учреждением в области растениеводства, где сконцентрирована селекция более 40 сельскохозяйственных культур. На его основе создан Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений (генбанк), который позволяет сосредоточить растительное разнообразие страны в одном месте, гарантировать безопасность его сохранения, обеспечить возможность целенаправленного изучения, расширить доступность к использованию генетических ресурсов растений для отечественных и зарубежных ученых. Генетические ресурсы растительного происхождения, сохраняемые и поддерживаемые на базе РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» насчитывают 41,7 тыс. коллекционных образцов, из них 97% предназначены для производства продовольствия и сельского хозяйства.

В генбанке сохраняются коллекции семян генетических ресурсов растений: зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных, технических, овощных культур, а также лекарственных и пряноароматических культур, диких родичей природных популяций хозяйственно полезных видов; в их состав входят: селекционные сорта, селекционный исследовательский материал, гибриды, мутанты, генетические линии, местные, стародавние сорта, дикие родичи природных популяций растений, целевые признаковые, стержневые коллекции, и коллекционные образцы, не имеющие аналогов в мире; 46% коллекции – образцы белорусского происхождения, 54% – других стран мира.

В 2018 г. в коллекционном фонде генбанка в условиях среднесрочного и долгосрочного хранения сохраняется 38,7 тыс. образцов, 47 культур, 356 родов, 702 вида, из них: активная коллекция – 1 1602 шт.; базовая коллекция – 8 246 шт.; коллекция семян исходного образца – 18 558 шт. Базовая коллекция – 8 246 шт., охватывает генофонд белорусского происхождения, лучшие зарубежные сорта, наиболее ценные уникальные либо редкие образцы сохраняются в количестве 2 000 семян в режиме долгосрочного (до 40 лет) хранения (-18°C). Активная коллекция предназначена для обмена отечественных и зарубежных исследователей, сохраняется в режиме среднесрочного хранения (до 15 лет) при t 0 = +4°C, насчитывает

6 634 шт. в количестве 10–15 тыс. семян; 4 968 шт. в количестве 0,5–1,5 тыс. всхожих семян. Коллекция семян исходного образца (18 588 шт.) сохраняется в регулируемых условиях при $t = +4^{\circ}\text{C}$, предназначена для справочных целей, сравнительного анализа морфологических признаков или генотипа последующих поколений соответствующего образца (20–100 семян).

Разработана современная структура генбанка генетических ресурсов растений в РБ, которая включает: ДРКР, сорно-полевые популяции, редкие ботанические формы, генетические линии различных категорий, местные и староместные сорта и популяции, селекционные сорта и гибриды, доноров и генетические источники хозяйственно ценных признаков.

С целью повышения надежности и системного учета, коллекционных образцов в Национальном банке генетических ресурсов растений создана система компьютерного учета коллекционного материала ИС «Генофонд растений Беларуси», которая обеспечивает оптимальное размещение и оперативный поиск образцов в национальном хранилище, в «полевых коллекциях», мониторинг состояния семян и вегетирующих коллекционных образцов; отбор образцов по хозяйственно-биологическим характеристикам, быстрый и удобный обмен информацией между учреждениями системы генетических ресурсов растений РБ и учреждениями за рубежом.

Коллекции, сохраняемые в генбанке, являются стратегическим ресурсом и основой устойчивого производства сельскохозяйственных культур в РБ, необходимы для создания новых высокопродуктивных отечественных сортов и гибридов, а их сохранение и эффективное использование обеспечит продовольственную безопасность как в настоящем, так и в будущем. Собранный генофонд ресурсов растений РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», разработанные современные методы селекции и полученные на их основе сорта обеспечивают надежный фундамент успешного развития растениеводства в стране. За 2000–2018 гг. с использованием генофонда коллекций в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» создано 239 сортов (зерновых, зернобобовых, кормовых и масличных культур), только в 2018 г. передано в государственное сортоиспытание 34 сорта, 20 сортов включены в Государственный реестр сортов.

Список использованной литературы

1. Дзюбенко, Н.И. Генетические ресурсы культурных растений – основа продовольственной и экологической безопасности России / Н.И. Дзюбенко // Вестник Российской академии наук. – 2015. – Т. 85. – № 1. – С. 3–8.

2. Вавилов, Н.И. Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции. Опыт агроэкологического обзора важнейших полевых культур / Н.И. Вавилов ; отв. ред. т. д. с.-х. н., проф. Ф.Х. Бахтеев. – М., Л. : Изд-во АН СССР, 1957. – 462 с. : ил., карты, фот.

3. Грыб, С.І. Праблема генафонду раслінных рэсурсаў / С.І. Грыб // Вес. Нац. акадэміі навук Беларусі. – Сер. біял. навук. – 1996. – № 1. – С. 56–59.

4. Жученко, А.А. Мобилизация генетических ресурсов растений на основе их идентификации и систематизации / А.А. Жученко. – М., 2012. – 584 с.

5. Второй глобальный план действий по генетическим ресурсам растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства / Комиссия по генетическим ресурсам для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства // Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций ФАО. – Рим, 2011. – 107 с.

6. Дмитриева, С.А. Генетические ресурсы растений природной флоры Республики Беларусь / С.А. Дмитриева // Национальный банк генетических ресурсов растений – первооснова продовольственной, природоохранной и биологической безопасности Республики Беларусь : прил. к науч.-практ. журн. № 4 «Земледелие и защита растений» ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Прилуки : Земледелие и защита растений, 2016. – С. 12–14.

7. Привалов, Ф.И. Генетические ресурсы растений для развития приоритетных направлений селекции в Республике Беларусь / Ф.И. Привалов, С.И. Гриб, И.С. Матыс // IV Международная научно-практическая конференция «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве»: школа молодых ученых по эколого-генетическим основам северного растениеводства, Киров, 3–5 апреля 2018 г. // Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого ; редкол.: Г.А. Баталова [и др.]. – Киров, 2018. – С. 50–54.

8. Кадыров, М.А. Организационная основа работы с генетическими ресурсами растений в Европе и Беларуси / М.А. Кадыров, В.В. Горелик // Генетические основы селекции растений. В 4-х томах. Т. 1. Общая генетика растений (Науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск : Бел. навука, 2008. – С. 455–487.

9. Privalov, F.I. The Crop Genebank in the Republic of Belarus / F.I. Privalov, S.I. Grib, I.S. Matys // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2013. – Vol. 3, N1. – P. 12–16.

10. Состояние биоразнообразия для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию // Страновой доклад. – Минск, 2016. – 137 с.

11. Matys, I. The National Bank of Plant Genetic Resources of Belarus // Plant breeding: Science for agricultural development: International Scientific Conference / Akademija, Kedainiai distr., Lithuania, 19–20 June, 2017. – P. 22.

12. Privalov, Fiodor Conservation management and use of plant genetic resources in the Republic of Belarus/ Prof. Fiodor Privalov, Prof. Stanislav Grib, Dr. Irina Matys// 'Crop Diversification in a Changing World: Mobilizing the green gold of plant genetic resources', Montpellier, France, 8–11 May 2017. – P. 365.

13. Привалов, Ф.И. Мобилизация генетических ресурсов растений в Республике Беларусь и их использование в народном хозяйстве/ Ф.И. Привалов, С.И. Гриб, И.С. Матыс // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 6–7 июля 2017 г., г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – С. 210–214.

14. Привалов, Ф.И. Этапы формирования национальной коллекции генетических ресурсов растений в Республике Беларусь / Ф.И. Привалов, С.И. Гриб, И.С. Матыс // Примене-

ние удобрений в современной земледелии : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 110-летию со дня рождения академика В.И. Шемпеля; 6 июля 2018 г., г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – С. 182–187.

15. Формирование, сохранение и изучение коллекции генетических ресурсов растений *ex situ* (методические рекомендации) / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2018. – 44 с.

16. Pryvalau, F. National Collection of Plant Genetic Resources of the Republic of Belarus / Fiodar Pryvalau, Stanislav Grib, Iryna Matys, Alesia Launikevich // International Conference “135 Years Agricultural Science in Sadovo and 40 Years Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo” 29 and 30 May 2017, Plovdiv. – P. 51.

17. Каталог генетических ресурсов растений базовой коллекции *ex situ* / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2018. – 172 с.

18. Гриб, С.И. Генофонд полевых культур Республики Беларусь и системный подход его использования в селекции / С.И. Гриб, И.С. Матыс, Ф.И. Привалов // Генофонд и селекция растений : доклады и сообщения I Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 8–12 апреля 2013 г. : в 2 т. / Сибир. науч.-исслед. ин-т растениеводства и селекции ; ред.: И.Е. Лихенко, Г.В. Артемова, В.В. Пискарев. – Новосибирск, 2013. – Т. 1. Полевые культуры. – С. 130–137.

19. Гриб, С.И. Генофонд растительных растений в Республике Беларусь и его использование в селекции / С.И. Гриб, Ф.И. Привалов, И.С. Матыс // Генофонд и селекция растений : тезисы докладов III Междунар. конф. посвящ. 130-летию Н.И. Вавилова, 28–30 марта. – Новосибирск, 2017. – С. 16–17.

20. Матыс, И.С. «Коллекции *ex situ* генетических ресурсов растений в Республике Беларусь» / И.С. Матыс // IV Вавиловская междунар. конф. «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире», посвящ. 130-летию со дня рожд. акад. Н.И. Вавилова, 20–24 ноября, 2017. – ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (ВИР), Санкт-Петербург. – 2017.

21. Гриб, С.И. Новый этап в селекции яровой пшеницы в Беларуси / С.И. Гриб, Л.В. Кучинская // От классических методов генетики и селекции к ДНК-технологиям: 9-й съезд Белорус. о-ва генетиков и селекционеров : материалы Междунар. науч. конф., Гомель, 2–5 октября 2007 г. / Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси, Ин-т леса НАН Беларуси, Общественное об-ние «Белорусское общество генетиков и селекционеров». – Минск, 2007. – С. 22–23.

22. Гриб, С.И. Генофонд и его использование в селекции мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) в Беларуси / С.И. Гриб, И.К. Коптик // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н.И. Вавилова. – СПб., 2009. – Т. 166. – С. 65–72.

23. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания. – Минск : Беларуская навука, 2009. – 269 с.

24. Дубинин, Н.П. Теоретические вопросы и достижения при использовании полиплоидии в селекции растений / Н.П. Дубинин, В.К. Щербаков // Полиплоидия и селекция. – М.-Л., 1965. – С. 8–42.

25. Мухин, Н.Д. Эффективность метода полиплоидии в селекции озимой ржи на устойчивость к полеганию / Н.Д. Мухин, С.Д. Лаврукович // Земледелие и растениеводство в БССР : сб. науч. трудов БелНИИЗК. – Мн. : Ураджай, 1981. – Вып. 24. – С. 6–10.

26. Бреславец, Л.П. Полиплоидия в селекции растений : обзор литературы / Л.П. Бреславец. – М., 1986. – С. 119.

27. Гриб, С.И. Генофонд, методы и результаты селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб // Весці Нац. акад. навук Беларусі. – Сер. аграр. навук. – 2014. – № 3. – С. 41–45.

28. Гриб, С.И. Проблемы и задачи в селекции ярового тритикале и источники хозяйственно-ценных признаков : сб. ст. науч. сотрудников и асп. Белорус. науч.-исслед. ин-та земледелия и кормов / С.И. Гриб, С.Н. Куликович // Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – Минск, 2001. – С. 148–155.

29. Гриб, С.И. Генофонд, методы и приоритеты селекции ярового тритикале в Беларуси : коллективная монография / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич, Е.Л. Полякова, Т.В. Углик, Ж.С. Пилипенко, С.Е. Скатова // Инновационные сорта и технологии возделывания ярового тритикале. – Владимир : ФГБНУ ВНИИОУ; Иваново : ПресСто, 2017. – С. 59–79.

30. Семенов, В.А. Биологическая и хозяйственная характеристика различных агроэко-типов ячменя в условиях Белоруссии и их использование в селекции : дисс. на соискание уч. ст. канд. с.-х. наук / В.А. Семенов // Министерство сельского хозяйства БССР. – Белорусский научно-исследовательский институт земледелия. – Минск. – 316 с.

31. Sychjova, I.M. The collection of allo- and isoplasmic barley lines with PDRF-studied mitochondrial DNA / I.M. Sychjova, S.O. Tribush, N.G. Danilenko, O.G. Davydenko. – Barley Genetics Newsletter 28: 9–11, 2008

32. Халецкий, С.П. Основные направления и результаты селекции овса / С.П. Халецкий, А.Г. Власов, З.В. Шемпель, А.А. Трушко // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», 5–6 июля 2017 г., г. Жодино / РУП «Научно-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – С. 262–265.

33. Дубовец, Н.И. Характеристика по комплексу признаков исходного материала для селекции овса посевного *Avena sativa* L. методом отдаленной гибридизации / Н.И. Дубовец, Е.А. Сычева, Н.И. Дробот, Е.Б. Бондаревич, Л.А. Соловей, С.П. Халецкий // Молекулярная и прикладная генетика : сб. науч. тр. / Ин. Генетики и цитологии НАН Беларуси ; редкол. : А.В. Кильчевский (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2017. – Т. 23. – С. 40–49.

34. Халецкий, С.П. Новые сорта и технология возделывания овса / С.П. Халецкий, А.Г. Власов, А.А. Трушко, З.В. Шемпель // Земледелие и защита растений, 2019. – Приложение к № 1. – С. 19–23.

35. Шиманский, Л.П. Полесская кукуруза: сделано для себя. / Л.П. Шиманский, В.И. Кравцов // Белорусское сельское хозяйство, № 6, 2014 г. – С. 43–46.

36. Шиманский, Л.П. Новые белорусские гибриды кукурузы – уверенный шаг на север / Л.П. Шиманский, В.И. Кравцов // Земледелие и защита растений // Кукуруза: оптимизация возделывания в Беларуси. – 2017. – С. 41–44.

37. Шиманский, Л.П. Корреляционные связи у самоопыленных линий кукурузы / Л.П. Шиманский, В.И. Кравцов, Т.М. Говор // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. научн. трудов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 2017. – Вып. 53. – С. 362–369.

38. Купцов, Н.С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н.С. Купцов, И.П. Такунов // Брянск, Клинцы : ГУП «Клинская городская типография». – 2006. – 576 с.

39. Привалов, Ф.И. Унифицированный классификатор рода *Lupinus* L. / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс [и др.] // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2013. – 63 с.

40. Гвоздова, Л.И. Результаты изучения коллекции гороха посевного в условиях Беларуси / Л.И. Гвоздова, М.Н. Крицкий, В.Ч. Шор, А.А. Козловский, Е.В. Карпович, Т.В. Тихомирова, Е.В. Семенова // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2018. – Вып. 54. – С. 291–300.

41. Унифицированный классификатор гороха *Pisum L.* / И.С. Матыс, Ф.И.Привалов [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2012. – 47 с.

42. Кукреш, Л.В. Вика яровая: биология и культогинез / Л.В. Кукреш. – Мн. : Навука і тэхніка, 1991. – 222 с.

43. Унифицированный классификатор *Vicia L.* / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс, [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2012 – 57 с.

44. Пилюк, Я.Э. Рапс: результаты и перспективы селекции / Я.Э. Пилюк // Земледелие и защита растений : приложение к журналу № 1. – 2018. – С. 4–7.

45. Пилюк, Я.Э. Генофонд рапса и его использование в селекции / Я.Э. Пилюк, О.А. Пикун, А.В. Бакановская, Н.Н. Бобко // Земледелие, растениеводство в Беларуси : сб. науч. трудов, г. Минск, 2013. – С. 138–141.

46. Бобовкина, В.В. Изучение генетических ресурсов подсолнечника в РНДУП «Полесский институт растениеводства» / В.В. Бобовкина, О.В. Наумовец // Технологии и приемы производства экологически безопасной продукции растениеводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию со дня создания Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию (14–15 апреля 2016 г., г. Жодино) / РУП «Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – С. 208–209.

47. Иванова, Е.В. Исходный материал льна-долгунца для селекции на качество волокна // Е.В. Иванова, М.А. Литарная // Льноводство: реалии и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (27–28 июня 2013 г.). – Могилев, 2013. – С. 60–63.

48. Никитинская, Т.В. Особенности анатомического строения стеблей льна культурного (*Linum usitatissimum L.*) / Т.В. Никитинская, А.П. Яцевич, В.З. Богдан, В.Г. Лугин, В.В. Титок. – Труды БГТУ. – Сер. IV. Химия и технология органических веществ. – 2007. – Вып. XV. – С. 208–211.

49. Шушкин, А.А. Технологическая оценка селекционных сортов льна: способы и основные результаты / А.А. Шушкин. – Москва : Изд-во научно-технической литературы, 1962. – 110 с.

50. Свирщевская, А.М. Микросателлитный анализ линейного материала сахарной свеклы / А.М. Свирщевская, С.В. Малышев, О.М. Щербина, Л.В. Милько, А.В. Кильчевский // Генетика и биотехнология XXI в. Фундаментальные и прикладные аспекты : материалы Междунар. науч. конф., 3–6 дек. 2008 г., г. Минск ; редкол.: Н.П. Максимова (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2008. – С. 160–162.

51. Каталог источников селекционно-ценных признаков сельскохозяйственных культур / И.С. Матыс, С.И. Гриб, Ф.И. Привалов [и др.] ; под ред. Ф.И. Привалова // Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2014. – 72 с.

52. Каталог Национального генетического фонда зерновых, зернокармливых, зернобобовых, крупяных, крестоцветных, кормовых культур. Вып. II / Ф.И. Привалов, С.И. Гриб, И.С. Матыс [и др.] // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2015. – 273 с.

СБОР, СОХРАНЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИЙ КАРТОФЕЛЯ, ОВОЩНЫХ, ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ, КУЛЬТУР И ВИНОГРАДА

3.1. КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM L.*) РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ ПО КАРТОФЕЛЕВОДСТВУ И ПЛОДООВОЩЕВОДСТВУ»

Картофель – одна из ведущих продовольственных культур в мире. По распространенности занимает второе место среди культур, выращиваемых для обеспечения человечества питанием, и четвертое – по валовому сбору урожая. История культуры насчитывает около 7 000 лет. Его domestифицированные формы впервые начали выращивать в Южной Америке (Боливия, Перу). В Европу картофель завезли в XVI в. (около 1570 г.), а культивировать начали с XVII в. Из Европы он попал в другие части света. В настоящее время картофель возделывают в 149 странах от 65° северной до 50° южной широты [1]. В мире в производстве возделываются сорта культурного картофеля и полукультурные формы, которые адаптированы для выращивания при длинном летнем дне равнин умеренных широт, коротком летнем дне высокогорных районов, коротком зимнем дне равнин тропиков и субтропиков.

РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» создал генетический банк картофеля в рамках государственной программы «Генофонд растений», сформированной в 2000 г. по поручению Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.12.1999 г.), и обеспечивает его сохранность, пополнение, изучение, комплексное и рациональное использование. Республиканский генетический банк картофеля Постановлением Президиума Совета Министров Республики Беларусь № 726 от 28 сентября 2017 г. включен в список научных объектов, составляющих национальное достояние Республики Беларусь.

3.1.1. История создания генетических коллекций картофеля (*Solanum L.*) в Беларуси и их использование в практической селекции

В Республике Беларусь работа по созданию коллекций сортов и диких видов картофеля начата в 1928 г. с момента организации Центральной картофельной станции. За один год была собрана коллекция, насчитывающая 528 сортов картофеля. Массовое обследование посадок картофеля в республике позволило выявить более 60 местных сортов, которые также были включены в коллекцию. Лучшие сортообразцы скрещивали между собой. За год выполнено 60 567 комбинаций скрещиваний, из которых 20.7% были успешными. Результатом начатой селекционной работы явилось выведение первого белорусского сорта Белорусский 5780 который был получен от двух коллекционных сортов Модель и Альма.

В тоже время начато изучение диких и культурных видов картофеля с целью выделения среди них источников хозяйственно ценных признаков и вовлечения их в селекционный процесс. Изучением развития в условиях Белоруссии 8 диких видов картофеля, полученных из ВИРа от С.М. Букасова, занимались сотрудники станции Ф.В. Крынкина и Н.Д. Данончик. С 1929 г. селекционно-генетические исследования с морозостойкими и фитофтороустойчивыми видами проводились Т.Д. Нестеровичем. Им были получены отдельные гибриды с видом *S. andigenum*, содержащие до 25% крахмала и равные по урожаю стандартным сортам [2].

Первый межвидовой сорт картофеля Белорусский 746-36 был получен от скрещивания культурного вида *S. andigenum* и гибрида Центифолия x Юбель.

Большую селекционную работу с дикими и культурными видами и, прежде всего, с *S. demissum* и *S. andigenum* проводил Петр Иванович Альсмик. Успешному интродуцированию и использованию вида *S. demissum* в селекции картофеля в 30-х гг. XX ст. способствовали его высокая устойчивость к фитофторозу и высокая урожайность последовательных поколений бекроссов. П.И. Альсмиком разработана оригинальная схема селекции, в которой, кроме вида *S. demissum*, использовались культурные виды *S. andigenum* и *S. phureja*. Были получены трехвидовые гибриды (*S. tuberosum*, *S. demissum*, *S. andigenum*), которые характеризовались высокой устойчивостью к болезням, хорошими качественными показателями клубней и значительно превышали сорта-стандарты по урожайности. Кроме того, Петр Иванович, в отличие от большинства селекционеров того времени, показал, что гибриды с *S. demissum* можно использовать не только в качестве материнских, но и отцовских форм [3]. Созданные им сорта Темп, Лошицкий, Белорусский 3,

Белорусский крахмалистый, Зазерский, Вербя и др. широко возделывались в Советском Союзе и послужили исходными формами для выведения новых сортов картофеля.

Работы по изучению диких и культурных видов и их вовлечению в гибридизацию были развернуты во многих научных учреждениях республики.

С 1935 г. в лаборатории генетики и селекции Института биологии АН БССР под руководством Е.Б. Юркова начата работа по выведению высокоурожайных фитофтороустойчивых сортов картофеля на основе видов *S. demissum* и *S. andigenum*. Созданные сотрудниками этой лаборатории межвидовые гибриды, названные Перспективный, Пионер и Новый, отличались высокой урожайностью, устойчивостью к фитофторозу и имели хорошую форму клубней. Среди этих гибридов по хозяйственно ценным признакам особенно выделялся Пионер. К сожалению, он был утрачен во время Великой Отечественной войны [4].

З.Ф. Сосина на Брестской областной опытной станции также использовала в гибридизации виды *S. demissum* и *S. andigenum*. С участием *S. demissum* были получены гибриды с высокой устойчивостью к фитофторозу, высоким содержанием белка и крахмала и хорошими вкусовыми качествами [5].

На Белорусской сельскохозяйственной опытной станции Всесоюзного научно-исследовательского института спиртовой промышленности, созданной в 1945 г. И.И. Пушкаревым и Л.А. Пантюхиной, было изучено более 40 видов картофеля и отобраны образцы с высоким содержанием крахмала. Использование в гибридизации высококрахмалистых образцов видов *S. demissum*, *S. curtilobum* и *S. leptostigma* позволило получить межвидовые гибриды с содержанием крахмала 20–23% [6].

После перехода И.И. Пушкарева на работу в Белорусский научно-исследовательский институт земледелия, где он возглавил созданный в 1954 г. отдел картофеля, работа по выделению среди диких видов картофеля источников хозяйственно ценных признаков и их вовлечению в селекционный процесс была продолжена, в результате созданы сложные межвидовые гибриды с высокой устойчивостью к фитофторозу и содержанием крахмала до 28% [6].

С образованием в 1956 г. Белорусского научно-исследовательского института плодоводства, овощеводства и картофеля работы по поддержанию, пополнению и использованию коллекции картофеля были сосредоточены в отделе селекции картофеля, возглавляемом П.И. Альсмиком [7].

Большую работу по выделению среди вида *S. demissum* образцов с хозяйственно ценными признаками проводила И.А. Семенова. Ею были изучены более 30 форм и разновидностей данного вида, выделены ценные

образцы, и на их основе получены гибриды с содержанием крахмала до 35% и сырого протеина до 6% [8].

Н.Г. Томчук использовала в гибридизации дикие виды *S. chacoense*, *S. microdontum*, *S. famatinae*, *S. tarijense*, однако основным направлением в работе с дикими и культурными видами стало использование культурного вида *S. andigenum* в селекции на повышенное содержание белка. Ею были получены высокоурожайные гибриды с содержанием сухого вещества до 32,2% и белка до 3,6%, а также нематодоустойчивые гибриды с высокой полевой устойчивостью к фитофторозу [9, 10].

Л.А. Пантюхина наряду с видами *S. demissum*, *S. curtilobum* и *S. leptostigma* широко вовлекала в скрещивания виды *S. chacoense*, *S. subtilius*, *S. tarijense*, *S. microdontum*, *S. velascanum*, *S. brevicaule*, *S. leptophyes*, *S. catarthrum*, *S. vernei*, *S. brevicaule*, *S. famatinae*. Созданные на их основе межвидовые гибриды обладали устойчивостью к нематоду, фитофторозу, характеризовались высокой урожайностью, повышенной крахмалистостью и хорошими вкусовыми качествами [11, 12].

Изучением хозяйственно ценных признаков у культурных видов *S. phureja*, *S. chaucha*, *S. goniocalus*, *S. rybinii*, *S. boyacense*, *S. kesselbrenneri*, *S. curtilobum*, *S. macmillani* занималась С.Н. Купчина. Ею отобраны образцы видов *S. phureja*, *S. kesselbrenneri*, *S. curtilobum*, *S. macmillani* с содержанием сырого протеина до 6%. Большинство полученных с участием этих видов межвидовых гибридов характеризовались высоким содержанием белка. Также были выделены формы с высокой урожайностью и повышенным содержанием крахмала [13]. На основе вида *S. stoloniferum* получены гибриды с высокой устойчивостью к фитофторозу [14].

Я.Д. Демидко изучила более 25 видов картофеля. Ею получены межвидовые гибриды с видами *S. phureja*, *S. rybinii*, виды *S. chacoense*, *S. curtilobum*, *S. kesselbrenneri*, *S. goniocalus* и др., которые широко использовались в селекции картофеля [15].

Белорусскими селекционерами со времени создания Центральной картофельной станции на основе генофонда картофеля выведено более 130 сортов картофеля. В Государственном реестре сортов и древесно-кустарниковых пород Беларуси по состоянию на 2018 г зарегистрировано 47 сортов белорусской селекции. В реестр Российской федерации внесено 18 сортов: Архидея, Атлант, Ветразь, Дельфин, Дина, Здабытак, Журавинка, Живица, Криница, Лазурит, Нептун, Одиссей, Скарб, Лиляя, Бриз, Дубрава, Блакит и Веснянка; Китайской народной республики – Верас, Выток и Орбита; Узбекистана: Дельфин, Явар и Скарб; в Армении – Явар и Скарб, Украины – Дубрава; в странах Евросоюза – Магнат (в Беларуси зарегистрирован как Здабытак).

С организацией в 1989 г. в БелНИИКПО лаборатории исходного материала картофеля (ныне лаборатория генетики картофеля РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»), в ней сосредоточены все работы по сохранению, пополнению, изучению и использованию в селекции коллекций сортов мирового генофонда картофеля, дигиплоидов, диких видов, межвидовых гибридов. Базисная коллекция сортов картофеля белорусской селекции *in vitro* поддерживается в лаборатории ускоренного размножения картофеля.

3.1.2. Состав Республиканского генетического банка картофеля (*Solanum L.*)

Базисная коллекция сортов картофеля белорусской селекции *in vitro*. Картофель относится к числу немногих сельскохозяйственных культур, размножаемых вегетативно. По этой причине сорта картофеля со временем начинают поражаться болезнями и вредителями, снижается продуктивность, биохимические показатели, ухудшается качество клубней. Поддержание сортов в культуре *in vitro*, постоянный контроль современными методами диагностики (ИФА и ПЦР) за наличием вирусных, бактериальных болезней позволяет сохранять их генетический потенциал и способствует ускоренному размножению вне зависимости от времени года.

Введение в культуру *in vitro* предусматривает отбор клонов по визуальной оценке здоровых растений картофеля и сортовой идентификации во время вегетации растений и клубней при уборке с последующим вычлениением индексов и оценкой полученных из них растений на зараженность вирусными и бактериальными болезнями методом ИФА и ПЦР. Выделенные клоны используются для получения здоровых линий (клон-линия) *in vitro*. В стерильных условиях ламинарного бокса экспланты от здоровых клонов вводятся в культуру *in vitro*. Полученные растения подвергаются завершающему комплексному тестированию методами ИФА и ПЦР для перевода в базисную коллекцию и для микроклонального размножения.

В НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству сформирована базисная коллекция сортов картофеля белорусской селекции в культуре *in vitro*, которая включает 61 сорт, из них: 9 – ранние сорта; 9 – среднеранние сорта картофеля; 15 – среднеспелые сорта; 14 – среднепоздние сорта и 14 – поздние сорта картофеля. На рисунке 3.1 представлены сорта белорусской селекции, включенные в базисную коллекцию. Базисная коллекция белорусских сортов картофеля *in vitro* является основой семеноводства картофеля в республике. Она используется для сортообновления, т.е. периодической замены семенного картофеля низких

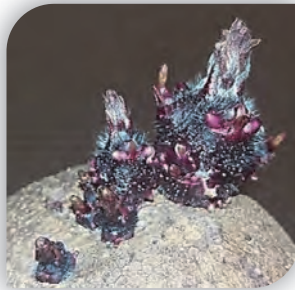
Юлия



Карсан



Гарантия



Рубин

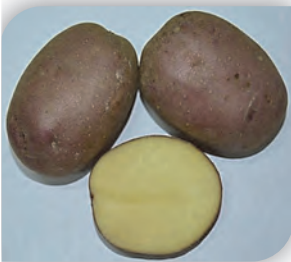


Рисунок 3.1. – Сорты белорусской селекции, включенные в базисную коллекцию

репродукций высококачественным семенным материалом более высоких репродукций, что позволяет повысить урожайность картофеля высших категорий на 50–70%. Ежегодно Центр реализует порядка 300 т семенного картофеля категории суперэлита и до 80 тысяч пробирочных растений. Созданная в стране система семеноводства картофеля полностью удовлетворяет потребности в семенном картофеле.

Использование высококачественного семенного материала позволило повысить урожайность картофеля в республике с 134 ц/га в 2000 г. до 232 ц/га в 2017 г., в том числе в общественном секторе – до 291 ц/га.

Коллекции дикорастущих видов картофеля. В дикой природе картофель произрастает от центральных районов южного Чили до южных штатов США, встречается на высоте до 4 500 м над уровнем моря и входит в состав почти каждого географического сообщества растений в пределах ареала.

По С.М. Букасову все клубнеобразующие виды картофеля объединены в секцию *Tuberarium*, в пределах которой выделяют 25 подсекций. Клубнеобразующие виды картофеля относятся к 32 сериям. В Южной Америке произрастают клубненосные виды 21 серии: *Commersoniana*, *Glabrescentia*, *Yungasensa*, *Tarijensa*, *Circaeifolia*, *Tuberosa*, *Vaviloviana*, *Berthaultiana*, *Cuneolata*, *Simpliciora*, *Transaeguatorialia*, *Andigena*, *Alticolae*, *Megistacroloba*, *Minutifoliola*, *Piurana*, *Olmociana*, *Acaulia*, *Subacaulia*, *Ingaefolia*, *Conicibaccata*. В Северной Америке – виды 11 серий: *Demissa*, *Polyadenia*, *Pinnatisecta*, *Trifida*, *Cardiophylla*, *Bulbocastana*, *Clara*, *Morelliforma*, *Longipedicellata*, *Oxycarpa*, *Borealia* [16].

В объединяющую все видовое разнообразие картофеля систему секции *Petota* рода *Solanum*, разработанную Д. Хоксом включены две подсекции – *Estoloniferum* и *Potatoe*. В пределах первой Хокс выделяет две серии не-клубненосных видов – *Etuberosa* и *Juglandifolia*. Виды остальных 19 серий секции *Potatoe* способны к образованию клубней. Хокс различает 7 культурных видов картофеля, которые относит к одной серии [17, 18].

Д. Спунер, опираясь на полиморфизм цитоплазматических ДНК, предлагает объединить ряд близкородственных видов в единый вид, что позволит значительно снизить их количество. Так, если Коррел к культурным видам картофеля относит 36 видов [19], Хокс – 7 [20], Букасов – 13 [3], Горбатенко – 15 [21], то Спунер, основываясь на анализе цитоплазматических ДНК, выделяет только 1 вид – *S. tuberosum*, объединяющий восемь групп разновидностей, но не придает данным группам ранга *covarietas* [22].

В отношении числа дикорастущих клубнеобразующих видов также нет единого мнения. Ученые, поддерживающие систематику Д. Хокса, полагают, что их насчитывается от 190 до 230. Исследователи, придерживающиеся

систематики С.М. Букасова, считают, что в дикой природе произрастает до 300 видов картофеля. Л.Е. Горбатенко, основываясь на результатах многолетних экспедиций ученых ВИР в страны Латинской Америки, пришла к выводу, что только в Южноамериканском центре происхождения картофеля произрастает более 260 видов [23].

Однако, несмотря на некоторые различия во взглядах по вопросам систематики картофеля, ученые едины в одном: такого генетического разнообразия видов, произрастающих в дикой природе и обладающих большим количеством хозяйственно ценных признаков нет ни у одной другой сельскохозяйственной культуры.

Большинство дикорастущих клубнеобразующих видов картофеля – 73% являются диплоидными видами ($2n = 2x = 24$), триплоиды составляют 4% ($2n = 2x = 36$), тетраплоиды – 15% ($2n = 2x = 48$), пентаплоиды – 2% ($2n = 2x = 60$) и 6% – гексаплоиды ($2n = 2x = 72$).

Большинство диких видов картофеля – растения короткого дня и в Беларуси в полевых условиях не завязывают клубни. Поэтому поддерживать коллекции диких видов клубневым репродукцированием возможно в условиях защищенного грунта или в культуре *in vitro*.

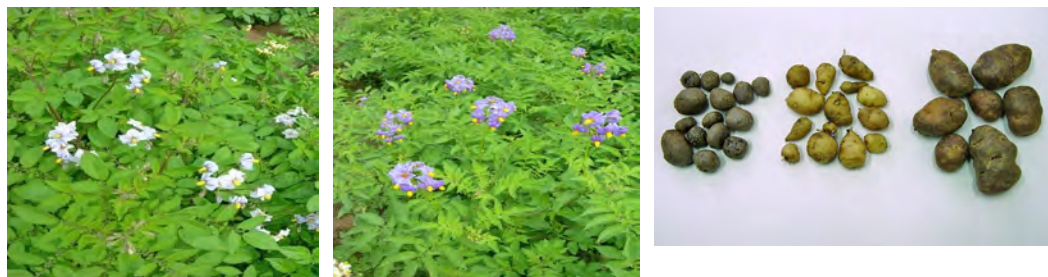


Рисунок 3.2. – Растения и клубни диких видов картофеля

Практически ежегодно коллекции диких видов пополняются новыми образцами из Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР), г. Пушкин, Ленинградская обл.; Института картофелеводства Украинской академии аграрных наук (Институт картофелеводства УААН), п. Немешаево, Киевская область; Немецкого института генетических ресурсов (IPK) г. Гросс-Люзевиц, Германия; Немецко-Голландского Центра генетических ресурсов (CGN), г. Вагенинген, Голландия; Американского генетического банка картофеля США (NSHP-6), г. Стьюджен-Бей.

Коллекция дикорастущих видов картофеля, поддерживаемая в культуре *in vitro*. Коллекция видов *Solanum*, депонируемая *in vitro* включает 56 диких и культурных видов картофеля, представленных 563 образцами (табл. 3.1).

Таблица 3.1. – Состав коллекции дикорастущих видов картофеля, поддерживаемых в культуре *in vitro*

№ п/п	Название вида	Уровень плоидности	Ареал распространения	Количество, шт.
1	2	3	4	5
1	<i>S. agrimonifolium</i> Rydb.	24	Мексика, Гватемала, Гондурас	23
2	<i>S. abancayense</i> Ochoa	24	Перу	9
3	<i>S. acaule</i> Bitt.	48,72	Перу, Боливия, Аргентина, Эквадор	7
4	<i>S. andigenum</i> Juz.et Buk.	24,48	Колумбия, Аргентина, Боливия, Венесуэла, Эквадор, Чили	1
5	<i>S. andreanum</i> Baker	24	Колумбия	32
6	<i>S. berthaultii</i> Hawkes	24	Боливия	4
7	<i>S. boergeri</i> Buk.	24	Боливия, Парагвай, Уругвай, Аргентина, Бразилия	1
8	<i>S. boliviense</i> Dun.	24	Боливия, Аргентина	39
9	<i>S. bulbocastanum</i> Dun.	24	Мексика, Гватемала	15
10	<i>S. cardiophyllum</i> Lindl.	24,36	Мексика	1
11	<i>S. caripense</i> Humb. et Bonpl.	24	Южная Америка	4
12	<i>S. candolleanum</i> Berth.	24	Боливия	24
13	<i>S. chacoense</i> Bitt.	24	Боливия, Парагвай, Уругвай, Аргентина, Бразилия	14
14	<i>S. chapareense</i> Berth.	24	?	6
15	<i>S. circaeifolium</i> Bitt.	24	Боливия	7
16	<i>S. colombianum</i> Dun.	24	Колумбия, Эквадор, Венесуэла	11
17	<i>S. demissum</i> Jeps.	72	Мексика, Гватемала	3
18	<i>S. emmeae</i> Juz.	24	Боливия, Парагвай, Аргентина	1
19	<i>S. etuberosum</i> Lindl.	?	Чили	8
20	<i>S. fendleri</i>	48	Мексика, США	8
21	<i>S. fernandezianum</i> Phil.	24	Южная Америка	2
22	<i>S. gibberulosum</i> Juz. et Buk.	24	Аргентина	1
23	<i>S. guerreroense</i> Corr.	24	Мексика	1
24	<i>S. hjertingii</i> Hawkes	48	Мексика	2
25	<i>S. hondelmannii</i> Hawkes et Hjerting	24	Боливия	9
26	<i>S. hougasii</i> Corr.	48	Мексика	2
27	<i>S. huancabambense</i> Ochoa	24	Перу	8
28	<i>S. infundibuliforme</i> Phil.	24	Боливия	13
29	<i>S. iopetalum</i> (Bitt.) Hawkes	72	Мексика	35
30	<i>S. jamesii</i> Torr.	24	Мексика, США	4
31	<i>S. lignicaule</i> Vargas.	24	Перу	21
32	<i>S. medians</i> Bitt.	24,36	Перу	56

№ п/п	Название вида	Уровень плоидности	Ареал распространения	Количество, шт.
33	<i>S. michoacanum</i> (Bitt.) Rydb.	24	Мексика	1
34	<i>S. microdontum</i> Bitt.	24	Боливия	1
35	<i>S. morelliforme</i> Bitt. et Muench	24	Мексика, Гондурас, Гватемала	1
36	<i>S. neoantipoviczii</i> Buk.	24	Мексика	22
37	<i>S. neocardenasii</i> Hawkes et Hjerting	24	Боливия	20
38	<i>S. oplosense</i> Hawkes	48,72	Боливия, Аргентина	12
39	<i>S. palustre</i> Phil	24	Чили, Аргентина	10
40	<i>S. rybinii</i> Juz. et Buk.	24	Колумбия	3
41	<i>S. piurae</i> Bitt.	24	Перу	1
42	<i>S. pinnatisectum</i> Dun.	24	Мексика	6
43	<i>S. polyadenium</i> Greenm.	24	Боливия	6
44	<i>S. polytrichon</i> Rydb.	48	Мексика	3
45	<i>S. raphanifolium</i> Card. et Hawkes	24	Перу	6
46	<i>S. rickii</i> Corr.	24	Чили	1
47	<i>S. ruiz-cevallosii</i> Cárđ.	24	Боливия	9
48	<i>S. schenckii</i> Bitt.	24	Аргентина	1
49	<i>S. simplicifolium</i> Bitt.	24	Боливия, Аргентина	2
50	<i>S. spegazzinii</i> Bitt.	24	Аргентина	3
51	<i>S. stipuloideum</i> Rydb.	24	Боливия	15
52	<i>S. stoloniferum</i> Schlechtd. et Bche.	36,48	Мексика	7
53	<i>S. tarijense</i> Bitt.	24	Боливия, Аргентина	4
54	<i>S. trifidum</i> Corr.	24	Мексика	35
55	<i>S. vernei</i> Bitt. et Wittm.	24	Аргентина	16
56	<i>S. verrucosum</i> Schlechtd.	24	Мексика	2
57	<i>S. violaceimarmonatum</i> Bitt.	24	Перу, Боливия	7
			Всего	566

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 картофельной нематодe, 30 – к бледной картофельной нематодe, 14 образцов – высокого содержания крахмала (рис. 3.3).

Коллекция дикорастущих видов, поддерживаемая клубневым репродукцированием. Коллекция диких видов, поддерживаемая клубневым репродукцированием насчитывает 377 образцов 58 видов картофеля (табл. 3.2).

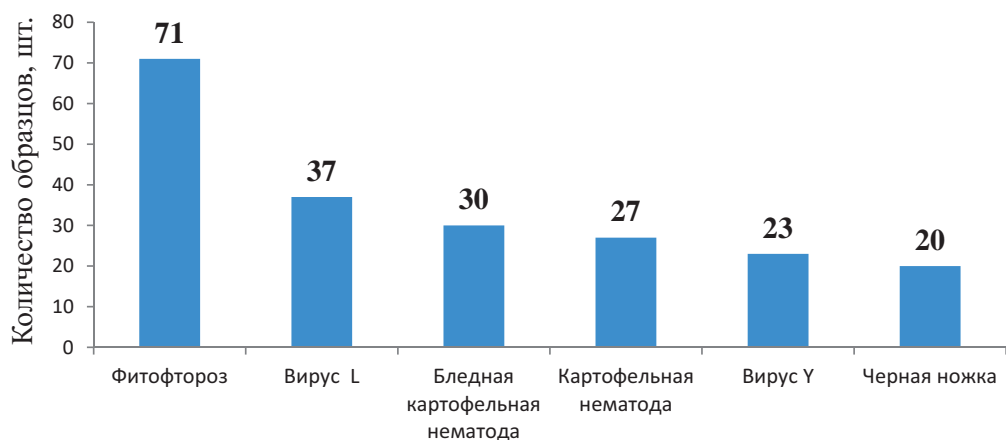


Рисунок 3.3. – Источники хозяйственно ценных признаков, выделенные в коллекции диких видов картофеля, поддерживаемых в культуре *in vitro*

Таблица 3.2. – Состав коллекции диких видов картофеля, поддерживаемой клубневым репродукцированием

№ п/п	Название вида	Уровень плоидности	Ареал распространения	Количество, шт.
1	<i>S. abancaiense</i>	24	Перу	11
2	<i>S. acaule</i>	48,72	Перу, Эквадор, Боливия, Аргентина	3
3	<i>S. agrimonifolium</i>	24	Мексика, Гватемала, Гондурас	1
4	<i>S. alandiae</i>	24	Боливия	5
5	<i>S. andigenum</i>		Колумбия, Аргентина, Боливия, Венесуэла, Эквадор, Чили	36
6	<i>S. arnezii</i>	24	Боливия	6
7	<i>S. avilesii</i>	24	Боливия	3
8	<i>S. berthaultii</i>	24	Боливия	5
9	<i>S. boliviense</i>	24	Боливия, Аргентина	4
10	<i>S. brachycarpum</i>	72	Мексика	1
11	<i>S. brachistotrichum</i>	24	Мексика	13
12	<i>S. bukasovii</i>	24	Перу	1
13	<i>S. cardiophyllum</i>	24, 36	Мексика	1
14	<i>S. chacoense</i>	24	Боливия, Аргентина, Парагвай, Бразилия	38
15	<i>S. clarum</i>	24	Мексика, Гватемала	1
16	<i>S. coelestipetalum</i>	24	Перу	2
17	<i>S. commersonii</i>	24	Уругвай, Парагвай, Аргентина, Бразилия, Парагвай	5
18	<i>S. demissum</i>	72	Мексика, Гватемала	3
19	<i>S. dolichostigma</i>	24	Боливия, Парагвай, Уругвай, Аргентина, Бразилия	1

№ п/п	Название вида	Уровень плоидности	Ареал распространения	Количество, шт.
20	<i>S. doddsii</i>	24	Боливия	1
21	<i>S. famatinae</i>	24	Аргентина	2
22	<i>S. fendleri</i>	48	Мексика, США	2
23	<i>S. garsiae</i>	24	Боливия, Парагвай, Уругвай, Аргентина, Бразилия	1
24	<i>S. gibberulosum</i>	24	Аргентина	37
25	<i>S. gourlayi</i>	24, 48	Аргентина	20
26	<i>S. guerrorense</i>	24	Мексика	1
27	<i>S. hjertingii</i>	48	Мексика	29
28	<i>S. hondelmannii</i>	24	Боливия	2
29	<i>S. incamayoense</i>	48	Аргентина	8
30	<i>S. jamesii</i>	24	Мексика, США	1
31	<i>S. kurtzianum</i>	24	Аргентина	4
32	<i>S. maglia</i>	24	Чили, Аргентина	2
33	<i>S. michoacanum</i>	24	Мексика	1
34	<i>S. microdontum</i>	24	Боливия	3
35	<i>S. neoantipoviczii</i>	2n=24	Мексика	1
36	<i>S. neorosii</i>	2n=24	Аргентина	1
37	<i>S. oplosense</i>	48, 72	Боливия, Аргентина	1
38	<i>S. okadae</i>	24	Боливия, Аргентина	27
39	<i>S. papita</i>	48	Мексика	1
40	<i>S. parodii</i>	24	Боливия, Парагвай, Уругвай, Аргентина, Бразилия	1
41	<i>S. phureja</i>	24	Перу, Боливия	1
42	<i>S. pinnatisectum</i>	24	Мексика	35
43	<i>S. polytrichon</i>	48	Мексика	4
44	<i>S. saltense</i>	24	Боливия, Парагвай, Уругвай, Аргентина, Бразилия	1
45	<i>S. simplicifolium</i>	24	Боливия, Аргентина	2
46	<i>S. sanctae-rosae</i>	24	Аргентина	1
47	<i>S. soukupii</i>	24	Перу	2
48	<i>S. spegazzinii</i>	24	Аргентина	5
49	<i>S. stoloniferum</i>	36, 48	Мексика	6
50	<i>S. subtilus</i>	24	Боливия, Парагвай, Уругвай, Аргентина, Бразилия	1
51	<i>S. sucrense</i>	48	Боливия	1
52	<i>S. tarijense</i>	24	Боливия, Аргентина	2
53	<i>S. trifidum</i>	24	Мексика	1

54	<i>S. vallis-mexici</i>	36	Мексика	1
55	<i>S. vernei</i>	24	Аргентина	20
56	<i>S. verrucosum</i>	24	Мексика	6
57	<i>S. venturrii</i>	24	Аргентина	1
58	<i>S. ugentii</i>	24	Боливия	1
Всего				377

В коллекции выделены источники хозяйственно ценных признаков: пять 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 листьев 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 (рис. 3.4).

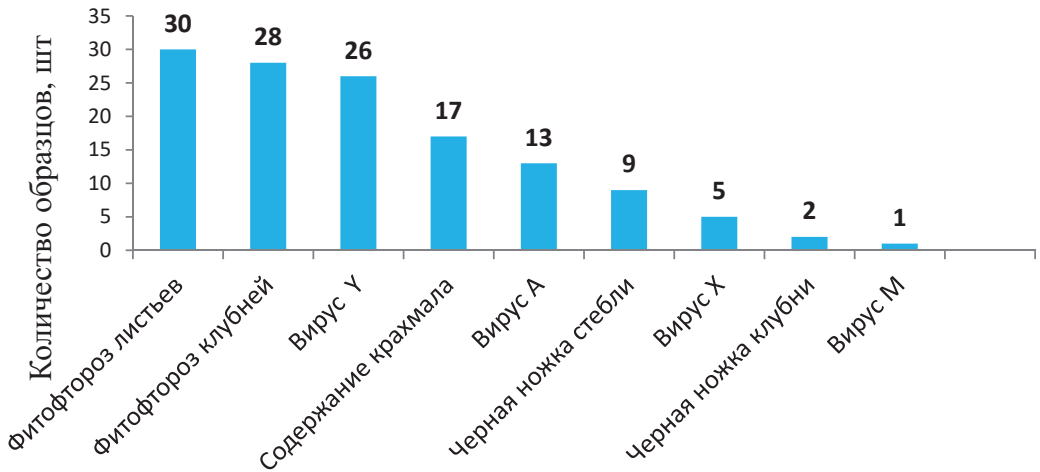


Рисунок 3.4. – Источники хозяйственно ценных признаков, выделенные в коллекции диких видов картофеля, поддерживаемых клубневым репродуцированием

3.1.3. Коллекция сортов мирового генофонда картофеля

За почти двухсотлетнюю историю селекции в мире было создано около 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 тысяч сортов. Они различаются между собой не только по внешнему виду, но и по уров-

ню 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. Перед включением в гибридизацию такие образцы должны пройти комплексную проверку по хозяйственно ценным признакам с учетом сложившихся почвенно-климатических условий.

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 (СIP) Перу, из ВИРа, а также за счет обмена сортами с различными селекционными учреждениями ближнего и дальнего зарубежья.

Коллекционный питомник сортов мирового генофонда картофеля РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» насчитывает 791 сорт и гибрид картофеля из 35 стран мира (рис. 3.5).



Рисунок 3.5. – Распределение коллекции мирового генофонда согласно стран-оригинаторов сортов картофеля

Прежде чем попасть в основную коллекцию, все сорта 4 года проходят изучение в питомнике испытания. Изучаются такие признаки, как цветение, ягодообразование, продуктивность, устойчивость к фитофторозу, альтернариозу, черной ножке, парше обыкновенной, ризоктониозу, вирусным болезням. Определяется содержание крахмала, столовые качества и пригодность к промышленной переработке. Выделившиеся образцы рекомендуются селекционерам в качестве источников хозяйственно ценных признаков для различных направлений селекции картофеля и заносятся в основную коллекцию. За период 2000–2017 гг. 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.

В коллекционном питомнике сортов мирового генофонда выделены источники хозяйственно ценных признаков. *Источники высокой продуктивности*: Albina, Owacja, Базис, Марс, Колобок, Balbina, Triada, Orlan, Donar, Ирбитский, Gala, Rumpel, Monsun, Sekwana, Dania, Reiche, Omulev, Олимп, Петербуржский, Принц, Флоренце, Малиновка, Baszta, Говерла, Белый сувенир, Червона Рута, Промінь, PS-1692, Корона, Волгар, Боровик, Батя, Ромашка 8, Мираж, Боров, Сильвана, Сифра, Лабадия, Agosa, Астана, Никита, Валя, Свенский, Карлик, Находка, Юпитер, Vitesse, Ilse of Jura, Казахстанский, ВК-1, Мангуст, Акжар, Lady Claire, Румба, Ред Анна, Винетта, Маделине, Опал, Bravo, Сибиряк, Гастинец, Нара.

Сорта, имеющие превышение содержания крахмала над сортами-стандартами: Veto 56, Pirol, Белоснежка, Dunajec, Jantar, Barycz, Terrana, Brilljant, Ilse of Jura, Олимп, Петербуржский, Виза, Лакомка, Малиньска біла, Карсайский, Наяда, Букет, Тениз, Божедар, Карлик 04, Аурея, Астана, Находка, Юпитер, Казахстанский, Опал, Верди, Румба, Хозяюшка, Сигнум, Тобол, Бородеяньска рожева, Свитанок киевский, Придесняньска, Дзвін, Сантана, Фиолетик, Алая роза, Алый парус, Сибиряк, Богач.

Сорта с высокой пригодностью к промышленной переработке: Sekwana, Jelly, Tukan, Taebak valley, Vitesse, Опал, Принц, Маделене, Белуха, Сигнум, Находка, Зольский, Хозяюшка, Красавица Брянщины, Деснянский, Елена, Божедар, Верди, Улан, Рамос, Румба, Фиолетик, ВК-1, Сантана, Андо, Валя, Тобол.

Источники высокой устойчивости к фитофторозу по листьям: Sekwana, Reiche, Perricholli, Wolfram, Икар, Свиточ, Борислава, Боров, Тетянка, Лисоня, Гірско-Карпатский, Олимп, Гастинец, Валя, Свенский, Находка, Лель, Carlindford;

по клубням: Carlindford, Малич, Оксамит 99, Любава, Пересвет, Матушка, Находка, Киви, Радуга, Белуха, Деснянский, Гастинец, Лилея, Фальварак, Валя, Carlindford, Гастинец.

Источники высокой устойчивости к черной ножке по стеблям:

Юпитер, Карлик 04, Анжар, ВК-1, Находка, Алый парус, Гастинец, Лель, Астана, Никита, Божедар, Алая роза, Мангуст, Сигнум;

по клубням: Diana, Erntekrone, Isabell, Jasmin, Marfona, Planta, Rita, Assia, Koretta, Leu, Linse Roser, Nora, Pentland Dell, Roxana, Купава, Barbara, Kranich, Lara, Morene, Olga, Remarka, Darwina, Fregata, Gamma, Tabor, Vital, Donella, Elles, Granit, Womaris, Дніпрянка, Полет, Снегирь, СВ82149, Вулкан из Заварте, Снежинка, Сильвана, Сантана, Сифра, Лабадия, Астана, Андо, Хозяюшка, Никита, Нальчинский, Kanderra, Божедар, Красавица Брянщины, Карлик, Матушка, Юпитер, Bonni, Vitesse, Забава, Казахстанский, Алая роза, Rosallind, Тобол, Мангуст, Алдан, Lady Claire, Сигнум, Ривьера, Винета, Опал, Верди, Алый парус, Сибиряк, Гастинец, Волат.

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. Гаплоид – это растение с гаметическим набором хромосом. У картофеля гаплоиды, полученные от тетраплоидов, принято называть дигаплоидами.

Впервые дигаплоид картофеля выделила Е.В. Ивановская в потомстве от опыления тетраплоидного сорта Аврора пыльцой диплоидного культурного вида *S. phureja* ($2n = 24$) [24]. Дигаплоиды также можно получить, опыляя тетраплоидные сорта и гибриды пыльцой диплоидных видов картофеля *S. stenotomum*, *S. kesselbrenneri*, *S. goniocalyx*, *S. canarense* и др. J. Hermsen и J. Verddenius выделили среди культурного вида *S. rybinii* индукторы гаплогенеза IVP35 и IVP48, которые наиболее часто используют селекционеры для получения дигаплоидов. Дигаплоиды можно получить путем андрогенеза в культуре пыльников и микроспор. Однако использование для этих целей генофонда культурных сортов картофеля в значительной степени ограничено низкой андрогенетической способностью большинства из них и нестабильностью полученных дигаплоидов. Возможно получение дигаплоидов при появлении близнецовых растений, выросших из одного семени, а также при использовании ионизирующей радиации. Дигаплоиды отличаются от тетраплоидных форм по морфологическим признакам и больше напоминают дикие виды, чем культурный картофель. Они в основном низкорослые, растут слабо, листовые пластинки значительно меньше и уже чем у тетраплоидных форм. Для них характерно увеличение количества клубней под кустом и значительное снижение массы клубня. Уве-

личивается длина столонов и глубина залегания глазков. Однако именно благодаря дигаплоидам удалось вовлечь в селекцию большинство диких видов картофеля.

Дигаплоиды подразделяются на первичные, полученные непосредственно от тетраплоидных сортов и гибридов, и вторичные, представляющие собой диплоидные гибриды между дигаплоидами и дикорастущими видами. Коллекция дигаплоидов НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству насчитывает 73 образца и включает 20 вторичных дигаплоидов, созданных в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси, 6 первичных дигаплоидов из Украинского НИИ картофельного хозяйства, три первичных дигаплоида из коллекции ВИР и 44 вторичных дигаплоидов собственной селекции.

В коллекции дигаплоидов выделены источники хозяйственно ценных признаков (рис. 3.6, 3.7).



Рисунок 3.6. – Источники хозяйственно ценных признаков, выделенных среди дигаплоидов картофеля



Рисунок 3.7. – Растения и клубни дигаплоидов картофеля

Коллекция межвидовых гибридов картофеля. На основе диких и культурных видов, 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 (рис. 3.8, 3.9).



Рисунок 3.8. – Количество гибридов, рекомендуемых в качестве исходных форм для различных направлений селекции картофеля

В рамках обмена генофондом часть межвидовых гибридов передана селекционерам Российской Федерации, Украины, Казахстана, КНР, Германии для селекции сортов различного народнохозяйственного назначения.



Рисунок 3.9. – Клубни межвидовых гибридов картофеля

Коллекция соматических гибридов картофеля. Межвидовая гибридизация, основанная на традиционных скрещиваниях, не всегда успешна из-за физиологической и генетической несовместимости разных видов [25]. Известны способы преодоления несовместимости при скрещиваниях культурного картофеля *Solanum tuberosum* с дикорастущими сородичами: а) использование видов посредников (*S. acaule*, *S. rybinii*, *S. phureja*); б) гибридизация на диплоидном уровне; в) использование образцов видов, содержащих нередуцированные $2n$ гаметы; г) предварительная полиплоидизация дикого диплоидного вида; д) двойное опыление и т.п. [26, 27]. Слияние протопластов соматических клеток используется для преодоления межвидовых, межродовых, межсемейственных барьеров (рис. 3.10). Соматическая гибридизация позволяет объединить в одном геноме гены культурного картофеля и филогенетически отдаленных, несовместимых диких видов, вплоть до генов не клубненосов. С *S. tuberosum* получены межвидовые внутривидовые, межродовые и межсемейственные соматические гибриды [28, 29].

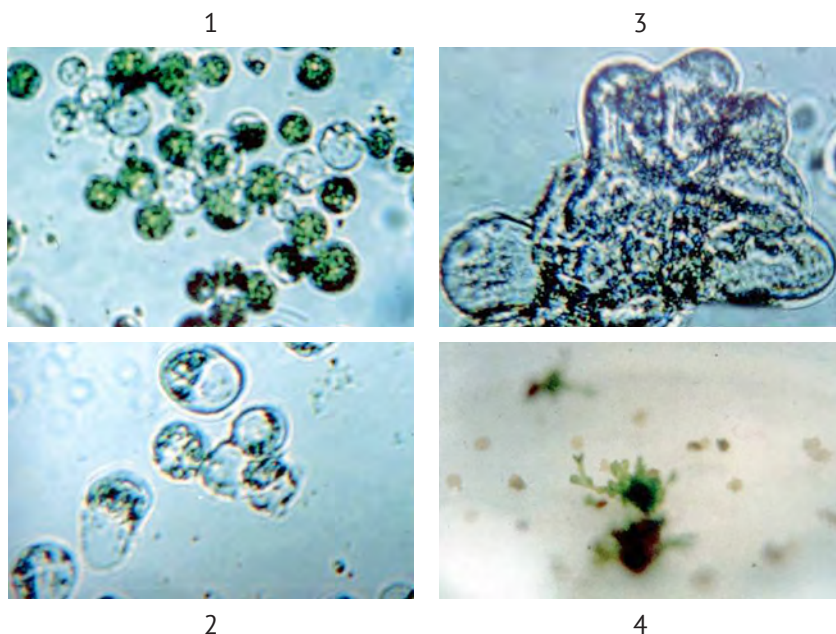


Рисунок 3.10. – Процесс соматической гибридизации

(1 – изолированные протопласты из мезофилла листа; 2 – слившиеся протопласты хлорофиллдефектного мутанта культурного партнера 78563-76cld (светлые) и зеленого партнера (с окрашенным содержимым); 3 – микроколонии; 4 – растение-регенерант на макроколонии)

Соматическая гибридизация не только преодолевает барьеры нескрещиваемости, но и индуцирует в гибридах изменения на молекулярном, геномном и хромосомном уровнях [30]. Преимуществом соматической гибридизации по сравнению с традиционными скрещиваниями является участие в рекомбинационных процессах не только генов ядра, но и цитоплазмы, что обеспечивает создание качественно новых отдаленных гибридов [31, 32]. 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 НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству создана коллекция соматических гибридов картофеля, поддерживаемая в культуре *in vitro*, которая включает 94 соматических гибрида от 14 комбинаций слияния протопластов с дикими видами картофеля, с которыми классическими методами селекции практически не возможно получить семена и которые в полевых условиях практически не завязывают клубни.

Состав коллекции соматических гибридов картофеля, поддерживаемых в культуре *in vitro*:

комбинация слияния протопластов SB: гибрид 78563-76 + *S. bulbocastanum* – 28 образцов;

комбинация DL: дигаплоид сорта Ласунок + *S. bulbocastanum* – 17 образцов;

комбинация F: гибрид 78563-76 + *S. polyadenium* – 4 образца;

комбинация 1D: [86-6 (дигаплоид сорта Ласунок×*S. chacoense*)] + *S. cardiophyllum* – 1 образец,

комбинация 2D: [86-6 (дигаплоид сорта Ласунок×*S. chacoense*)] + *S. etuberosum* – 10 образцов;

комбинация 4D: [86-6 (дигаплоид сорта Ласунок×*S. chacoense*)] + (*S. etuberosum*×*S. brevidens*) – 5 образцов;

комбинация вторичной соматической гибридизации 7D: соматический гибрид D37-4 [(дигаплоид сорта Ласунок×*S. chacoense*) + *S. cardiophyllum*] + соматический гибрид Л30-1-2 [гибрид 78563-76 + *S. caripense*] – 4 образца;

комбинация вторичной соматической гибридизации 10D: соматический гибрид 10D-1 [(*S. etuberosum*×*S. brevidens*) + *S. polyadenium*] – 1 образец;

комбинация вторичной соматической гибридизации P: дигаплоид сорта Ласунок + соматический гибрид 10D-1 [(*S. etuberosum*×*S. brevidens*) + *S. polyadenium*] – 7 образцов;

комбинация вторичной соматической гибридизации S: соматический гибрид 10D-1 [(*S. etuberosum*×*S. brevidens*) + *S. polyadenium*] + *S. bulbocastanum* – 8 образцов;

комбинация 48: гибрид 78563-76 + (*S. brevidens*×*S. etuberosum*) – 4 образца;

комбинация R: гибрид 78563-76 + *S. caripense* – 1 образец;

комбинация С: сортообразец 78563-76 + *S. caripense* (протопласты облучены гамма-излучением) – 1 образец;

комбинация Л60: гибрид 78563-76 + *S. jamesii* (протопласты облучены гамма-излучением) – 3 образца.

Среди соматических гибридов выделено 19 источников устойчивости к Y-вирусу картофеля, 15 – к L-вирусу картофеля и 5 источников устойчивости к фитофторозу (рис. 3.11).



Рисунок 3.11. – Растение и клубни межвидового соматического гибрида SB 5-2 (*S. tuberosum* + *S. bulbocastanum*)

3.2. КОЛЛЕКЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР РУП «ИНСТИТУТ ОВОЩЕВОДСТВА»

Главным центром по сохранению генетических коллекций овощных культур является Республиканское научно-производственное дочернее унитарное предприятие «Институт овощеводства» (РУП «Институт овощеводства»). В этом институте селекционная и семеноводческая работа с овощными культурами в Беларуси ведется более 90 лет.

За этот период создано более 150 сортов и гибридов. В 2019 г. в Государственном реестре сортов, допущенных к использованию в Беларуси, находилось 142 сорта и гибрида овощных культур селекции института по 39 культурам (рис. 3.12).



Рисунок 3.12. – Разнообразие овощных культур белорусской селекции

До 1996 года в республике селекционные исследования проводились с 6 овощными культурами. К середине 1980-х гг. в Беларуси районировано только 12 сортов овощных культур, созданных селекционерами института. Так, в 1980–1985 гг. районировано 4 сорта: редис Альба (1980), лук репчатый Янтарный (1982), томат Доходный (1983), капуста белокочанная Русинька (1984) [33].

С приходом новой волны молодых селекционеров исследования по созданию отечественных сортов значительно активизировались и расширились, чему способствовала целенаправленная работа по сбору и созданию исходного материала.

Начиная с 1976 г. в селекцию томатов включается Ф.И. Анцугай. Ею впервые в практике отечественной селекции использованы мутанты при селекции на фитофтороустойчивость томатов.

А.Я. Хлебородовым с 1981 г. проводится эффективный отбор огурца из сортовых гетерогенных популяций на устойчивость к мучнистой росе и оливковой пятнистости, а с 1984 г. создание инцухт-линий со стабильной

выраженностью женского пола, которые широко используются в качестве материнских форм при выведении гетерозисных гибридов огурца.

Ощутимые результаты селекции капусты белокочанной получены Н.А. Городиловым, Г.А. Гусаковой.

Л.Г. Нефедовой (1984) в целях создания новых сортов, устойчивых к болезням и с высокими биохимическими качествами для условий Беларуси, активно проводились изучения исходного материала столовых корнеплодов.

С 1983 г. Н.П. Купреенко проводится оценка сортообразцов лука репчатого на естественном инфекционном фоне на устойчивость к пероноспорозу, интенсивно ведется изучение исходного материала для селекции на скороспелость и урожайность.

В результате кропотливой работы существенно возросла результативность селекции. За 1991–1995 гг. районировано 4 сорта (томат Ружа (1994), Вежа (1994), огурец Верасень (1994), лук репчатый Ветразь (1994)), 1996–1999 гг. – 9 сортов и гибридов (капуста Аэробус F₁ (1997), Юбилейная 29 и Жнивеньская (1999), огурец Янус F₁ и Зарница (1998), томат Калинка и Виллинка (1998), Старт F₁ (1997), лук слизун Белорусский ботанический (1996)) (табл. 3.3).

Таблица 3.3. – Динамика создания сортов Белорусской селекции до 2000 г.

Годы	1980–1985	1991–1995	1996–1999
Количество	4 сорта	4 сорта	6 сортов и 3 гибрида
Культуры	томат (2), огурец (1), лук (1)	томат (2), огурец (1), лук (1)	капуста (2 сорта, 1 гибрид), огурец (1 сорт, 1 гибрид), томат (2 сорта, 1 гибрид), лук слизун (1 сорт)

В начале 2000-х селекционная работа по капусте белокочанной благодаря достижениям селекционера А.В. Якимовича перешла на новый уровень, начали создаваться гибриды. В настоящее время созданы гибриды всех групп спелости по данной культуре.

Значительный вклад внесли за этот период селекционеры Г.А. Гусакова, Н.А. Городилов, А.В. Якимович, Н.П. Купреенко, Н.И. Костечко, Ф.И. Анцугай, Л.А. Мишин, В.Л. Налобова, А.Я. Хлебородов, М.Ф. Степура, А.П. Шкляров (рис. 3.13, 3.14).

За 2000–2005 гг. в институте под руководством кандидата сельскохозяйственных наук Н.П. Купреенко собрана и изучена коллекция овощных, лекарственных, пряно-ароматических, зеленых культур, насчитывающая 2 700 сортов и линий по 108 видам. За это время создано 40 сортов и гибридов по 17 культурам, 30 из которых включены в Государственный реестр сортов.



Рисунок 3.13. – Создание сортов и гибридов основных овощных культур в РУП «Институт овощеводства» (1980–2018 гг.)

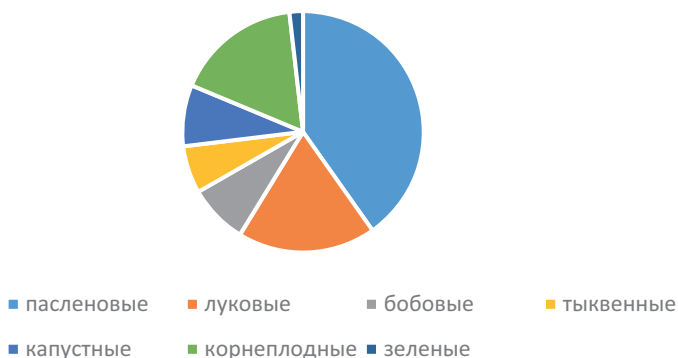


Рисунок 3.14. – Структура коллекции овощных культур, 2018 г.

В 2006–2010 гг. пополнена коллекция овощных и пряно-ароматических культур до 3 000 образцов, включающая 95 ботанических вида. За этот период создан 41 сорт и гибрид по 14 культурам.

Поддержание коллекции в 2011–2015 гг. возложено на кандидата биологических наук Л.А. Мишина, за это время она расширена до 3 600 образцов по 32 видам (рис. 3.14). За эти годы генофонд овощных и пряно-ароматических культур пополнен 517 новыми коллекционными образцами зарубежной селекции из России, Польши, Германии, Голландии, Китая и других стран. С помощью сформированного в предыдущие годы генофонда овощных культур за 2011–2015 гг. создано и передано в ГСИ 30 новых сортов и гибридов по 22 видам овощных культур [34–37].

В настоящее время руководство генетическими ресурсами овощных культур продолжает кандидат сельскохозяйственных наук Е.С. Досина-Дубешко. Коллекция овощных культур представлена 65 видами 43 родов 13 семейств.

Исследования по семеноводству и селекции овощных культур ведутся по 19 культурам. За 2016–2018 гг. генофонд овощных культур пополнился 122 образцами и насчитывает 3 722 образца. В текущем году в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» передано 7 сортов и гибридов (капуста белокочанная Морана и Варта F₁, томат для пленочных теплиц Лапа F₁, перец с восковой окраской плодов Маг F₁, первый белорусский сорт лука порея Войт, гибрид огурца Духмяны F₁, сорт свеклы столовой Слава).

Обмен сортовым материалом является неотъемлемой частью научной работы по созданию новых сортов и гибридов. В зарубежные научно-исследовательские учреждения России, Украины, Молдавии передано в 2018 г. 145 образцов и поступило для изучения 352 образца. Селекционная работа института проводилась и проводится совместно с учеными РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева – по культуре капусты белокочанной; ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» – капусты белокочанной, томата, перца; ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» – столовых корнеплодов; Институт орошаемого земледелия Национальной Академии аграрных наук Украины – по томатам; ГУ «Приднестровский НИИ сельского хозяйства» – по томатам, огурцу; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр институт цитологии и генетики Сибирского отделения российской академии наук» (ИЦИГ СО РАН) – по фасоли.

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

3.2.1. Пасленовые овощные культуры (*Solanaceae*)

Коллекция семейства **пасленовых** (*Solanaceae*) включает два рода паслен (*Solanum*) и капсикум (*Capsicum*) – 1 348 образцов. Коллекция **томата** (*Solanum Lycopersicon esculentum* Mill.) насчитывает 789 образцов, из них 250 образцов открытого и 539 образцов защищенного грунта. Генофонд **перца** (*Capsicum annuum* L.) представлен образцами перца сладкого и горького и включает 526 образцов, а **баклажана** (*Solanum melongena* L.) – 33 образца. За 2011–2018 гг. в результате исследований коллекция пасленовых культур пополнилась 182 образцами отечественной и зарубежной селекции, в т.ч. 93 – томата, 79 – перца [38–44].

Благодаря собранному и изученному генофонду селекционерами Ф.И. Анцугай, В.Л. Налобовой, И.М. Войтехович, Л.А. Мишин, Н.А. Юбко, Т.Г. Агейко, М.Ф. Степура, Т.В. Матюк по пасленовым культурам создано и районировано: 18 сортов и 6 гибридов для открытого грунта, для защи-



а



б



в



г



д



е



ж



и



к



л



м



н

Рисунок 3.15. – Сорты и гибриды пасленовых овощных культур, созданные в РУП «Институт овощеводства» (а – гибрид перца Маг, б – сорт перца острого Ежик, в – сорт баклажана Кулон, г – сорт физалиса земляничного Янтарь, д – сорт баклажана Патеха, е – сорт томата Оранж-1, ж – сорт перца Кубик-К, и – гибрид томата Комфорт, к – гибрид томата Эллипс, л – сорт перца Варяг, м – разнообразие томатов по форме и окраске, н – сорт томата Кроха)

щенного грунта, 7 сортов и 3 гибрида перца сладкого (Мастер (2011), Кинжал (2015), Лада (2016)) и 1 сорт перца горького для пленочных теплиц (Ежик (2002)), 1 сорт физалиса земляничного (Янтарный (2000)), 2 сорта баклажан (Патеха (2007) и Кулон (2011)). В текущем году переданы для испытания гибриды томата Лапа и перца Маг (рис. 3.15).

В лаборатории накоплен и создан ценный исходный материал в результате сотрудничества с учеными России, Молдовы, Болгарии, Польши и Голландии.

3.2.2. Луковые овощные культуры (*Alliaceae*)

Семейство **луковых** (*Alliaceae*) культур представлено одним родом (*Allium*), который имеет 621 образец. Генофонд луковых культур включает 343 образа **лука репчатого** (*Allium cepa* L.), 171 образец **чеснока озимого** (*Allium sativum* L.), 74 образца **чеснока ярового**, 17 образцов **лука порея** (*Allium ampeloprasum* L. var. *porrum*) (рис. 3.16, 3.17). По луковым культурам создано 10 сортов лука репчатого, 6 сортов чеснока озимого, один сорт чеснока ярового (Ярвинит). В настоящее время на испытание передан первый белорусский сорт лука порея Войт.



Рисунок 3.16. – Подвиды чеснока (а – нестрелкующийся подвид чеснока, сорт Кличевский; б – стрелкующийся подвид, сорт Полесский сувенир)

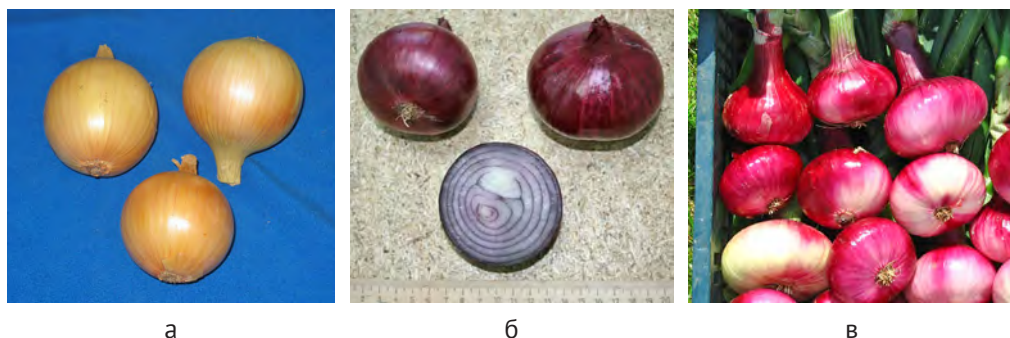


Рисунок 3.17. – Разновидности лука по окраске сухих чешуй (а – желтая окраска у сорта Скарб Литвинов; б – красная у сорта Слутич; в – розовая у сорта Кривіцікі ружовы)



а



б



в



г



д



е



ж



и

Рисунок 3.18. – Разновидности многолетних видов лука (а – шнитт-лук, сорт Зорная роستانь, б – лук душистый, в – лук ледабура, г – лук алтайский, д – лук золотистый, е – лук высокий, ж – лук батун, сорт Морозко, и – лук поникающий, или слизун, сорт Белорусский ботанический)

За годы исследований интродуцировано и проведена оценка 28 образцов пищевых луков. Благодаря этому созданы и внесены в Государственный реестр три вида пищевых луков: сорт лука понижающего (Белорусский ботанический, районирован с 1996 г.), сорт лука шнитта (Зорная роща, районирован с 2009 г.), и сорт лука батун (Морозко, районирован с 2009 г.).

В настоящее время в коллекции многолетних луков поддерживается 13 образцов **многолетних видов** лука (рис. 3.18):

лук батун (*Allium fistulosum* L.),

шнитт-лук (*Allium schoenop-rasum* L.),

лук понижающий, или **слизун** (*Allium nutans* L.),

лук алтайский (*Allium altaicum*),

лук многоярусный (*Allium, proliferum* Schrad.),

лук голубой (*Allium caeruleum*),

лук золотистый,

лук горный (*Allium oreoprasum*),

лук стебельчатый (*Allium stipitatum*),

лук душистый (*Allium odorum*),

лук ледабура (*Allium ledebourianum*),

лук высокий (*Allium elatum*),

лук огородный, или лук овощной, или лук полевой (*Allium oleráceum*).

3.2.3. Бобовые овощные культуры (*Fabaceae*)

Генофонд бобовых (*Fabaceae*) овощных культур представлен **горохом овощным** (*Pisum sativum* L.), **фасолью обыкновенной** (*Phaseolus vulgaris*), **бобами обыкновенными** (*Vicia fába*) (рис. 3.19).

Коллекционный материал гороха овощного включает в основном образцы иностранной селекции в количестве 267 образцов. За последние годы исследований изучено 135 новых образцов.

Коллекционный материал фасоли овощной и зерновой включает 306 образцов. Особенно велико разнообразие фасоли в величине, форме и окраске семян.

Коллекция бобов овощных включает 19 образцов.

За эти годы испытывались такие культуры, как чечевица, нут, сладкий боб, арахис, маш, вигна. Однако эти культуры для нашей республики не адаптированы.

Благодаря начатой селекционной работе с бобовыми культурами в 1990-х гг., в настоящее время создано 7 сортов гороха овощного, 4 сорта фасоли овощной (Зинуля, Иришка, Афина, Зничка), 1 сорт бобов овощных Юстин (районирован с 2011 г.) [45, 46].



а



б



в



г

Рисунок 3.19. – Разнообразие бобовых овощных культур (а – фасоль овощная с вьющейся формой куста, б – сорт бобов овощных Юстин, в – коллекционные посевы бобовых овощных культур, г – разнообразие сортов фасоли овощной по окраске семян)

3.2.4. Тыквенные овощные культуры (*Cucurbitáceae*)

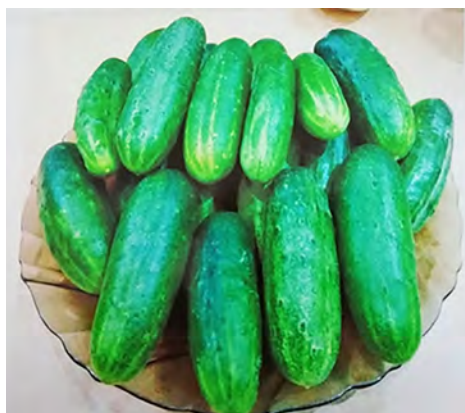
Коллекция **тыквенных** (*Cucurbitáceae*) овощных культур состоит из 213 образцов, в т.ч. 128 образцов **огурца обыкновенного** (*Cucumis sativus*) открытого грунта, 61 огурца для защищенного грунта, 17 образцов трех видов тыкв (**тыквы крупноплодной-мягкокорой (столовой)** (*Cucurbita maxima* L.), **тыквы твердокорой-обыкновенной** (*Cucurbita pepo* L.), **тыквы мускатной** (*Cucurbita moschata*)), 2 образцов **дыни** (*Cucumis melo*) и 3 **арбуза столового** (*Citrullus edulis* Pang.), 12 образцов **кабачка, патиссона и цуккини** (*Cucurbita pepo*) (рис. 3.20). За последние 8 лет изучено в коллекции 66 новых образцов тыквенных культур, в т.ч. 50 – огурца, 4 – тыквы, 11 – кабачка, арбуза, дыни, патиссона [47, 48].

В Государственный реестр сортов внесено 13 сортов и гибридов огурца, четыре сорта тыквы (Золотая корона, Дельта, Чырвоная, Дачница), два сор-

та патиссона (Солнцедар, Вираж), два сорта кабачка (Ананасный, Альбин). В текущем году передан на испытание гибрид огурца Духмяны.



а



б



в



г



д



е

Рисунок 3.20. – Сорта овощных тыквенных культур, созданных в РУП «Институт овощеводства» (а – гибрид огурца Колорит, б – гибрид огурца Духмяны, в – сорт кабачка Ананасный, г – сорт патиссона Солнцедар, д – сорт тыквы крупноплодной Чырвоная, е – сорт патиссона Вираж)

3.2.5. Капустные овощные культуры (*Brassicácea*)

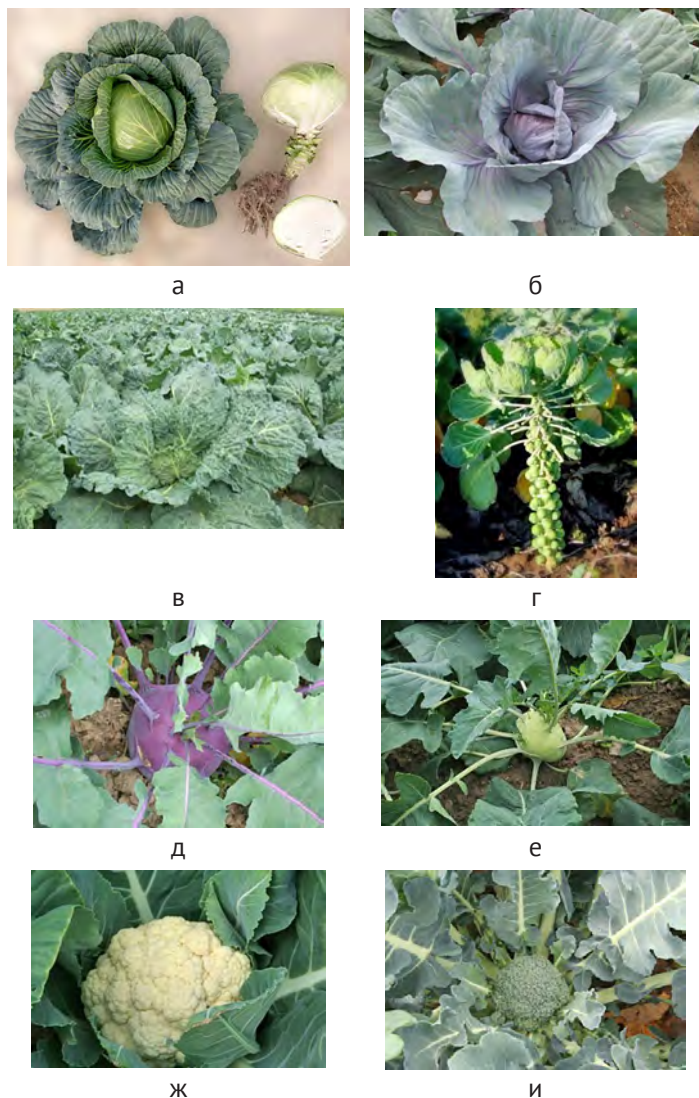


Рисунок 3.21. – Виды капусты, включенной в генофонд капустных овощных культур (а – капусты белокочанной, б – капусты краснокочанной, в – капусты савойской, г – капусты брюссельской, д, е – капусты брокколи, ж – капусты цветной, и – капусты кольраби)

Коллекция вида **капусты** (*Brassicácea*) включает в себя 9 овощных культур (рис. 3.21), и насчитывает 275 образцов, из них: **капусты белокочанной** (*Brassica oleraceae L. convar. capitata var. Capitata, forma alba*) – 219, **капусты краснокочанной** (*Brassica oleraceae L. convar. capitata var. Capitata, forma rubra*) – 11, **капусты савойской** (*Brāssica olerācea L. convar. capitāta var. sabaūda*) – 4,

капусты брюссельской (*Brässica olerācea* L. var. *gemmifēra* DC. Thell.) – 2, **капусты брокколи** – 7, **капусты цветной** (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) – 19, **капусты кольраби** (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) – 3, **капусты пекинской** (*Brassica rapa* subsp. *Pekinensis*) – 9, **капусты китайской** – 1.

По капусте белокочанной создано и районировано 16 сортов и гибридов. В настоящее время проводится работа по переводу белорусских сортов на гибридную основу. В текущем году переданы на испытания два гибрида Морана и Варта которые получены из сортов белорусской селекции. Также в Государственный реестр сортов включены для приусадебного возделывания такие капустные культуры как капуста брокколи сорт Птичь (2012 г.) и капуста брюссельская сорт Лель (2010 г.) [49].

3.2.6. Столовые корнеплоды и зеленные культуры

Коллекция столовых корнеплодов представлена тремя семействами (рис. 3.22), которые включают в себя 566 образцов. **Семейство сельдерейных** (*Apiaceae*) включает коллекционные образцы **моркови** (*Daucus carota* L. ssp. *Sativus*) в количестве 210 образцов, представленных сортами и гибридами иностранной селекции, а также образцами отечественной селекции; **петрушки** (*Petroselinum crispus* Mill.) – 3 образцами; **пастернака** (*Pastinaca sativa* L.) – 2 образцами; **сельдерея** (*Apium graveolens* L.) – 3 образцами.



а



б



в

Рисунок 3.22. – Образцы коллекции столовых корнеплодов (а – редис семейства капустных, б – морковь столовая семейства сельдерейных, в – свекла столовая семейства лебедовых)

К **семейству капустных** (*Brassicaceae*) относятся: **репа** (*Brassica rapa* L. var. *rapa*) – 1 образец, **редька** (*Raphanus sativus* L. var. *Niger*) – 1 образец, **редис** (*Raphanus sativus* L.) – 86 образцов.

К **семейству лебедовых** (*Chenopodiaceae*) – **свекла столовая** (*Beta vulgaris* L.) – 260 образцов.

По столовым корнеплодам созданы: сорта свеклы Прыгажуня (районирован по республике с 2001), Гаспадыня (с 2010), Веста (с 2014), и первый



а



б



в



г



д



е



ж



и



к



л

Рисунок 3.23. – Коллекция пряно-ароматических культур (а – базилик душистый, сорт Белицкий, б – базилик душистый, сорт Настенька, в – пастернак, сорт Пан, г – укроп, сорт Сож 2000, д – эхинацея пурпурная, сорт Дуэт, е – душица обыкновенная, ж – котовник, и – кипрей узколистный, к – кровохлебка лекарственная, л – алтей лекарственный)

гибрид Ванада (с 2017), Слава (передан на испытание в 2018); моркови Лявониха (с 2001), Паулинка (с 2009), Минчанка (с 2013), Литвинка (в 2015) и гибрид Вулкан (районирован с 2019); редьки зимней сорт Дзивная (с 2002); сорта дайкона Гастинец (с 2002) и Олимп (с 2018); редис Смачны (2002) и Полянка (2007).

Кроме того, в институте за эти годы изучена коллекция 61 вида многолетних и однолетних пряно-ароматических и лекарственных растений, в настоящее время эта коллекция поддерживается в количестве 29 видов (рис. 3.23).

На основе этой коллекции созданы сорта пряно-ароматических культур:

Укроп огородный (*Anethum graveolens* L.) – Сож 2000 (2003), **Чуфа** (*Cyperus esculentus* L.) – Горецкая (2002), **Шпинат огородный** (*Spinacia oleracea* L.) – Новинка (2008), **Базилек душистый** (*Ocimum basilicum* L.) – Белицкий (2002), Володар (2012), Настена (2012), **Эхинацея пурпурная** (*Echinacea purpurea* L.) – Дуэт (2006), **Хрен обыкновенный** (*Armoracia rusticana* G.Gaertn., V.Mey. Scherb) – Велес (2014), **Катран** (*Crambe* L.) – Эльбрус (2014), **Календула** (*Calendula* L.) – Махровая 2000 (2003), **Иссоп лекарственный** (*Hyssopus officinalis* L.) – Веселин (2013), **Кориандр посевной** (*Coriandrum sativum* L.) – Деян (2013), **Чабер садовый** (*Satureja hortensis* L.) – Данко (2013), часть из этих сортов создана совместно с Горецкой БСХА.

3.3. КОЛЛЕКЦИИ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР И ВИНОГРАДА РУП «ИНСТИТУТ ПЛОДОВОДСТВА»

Генетические ресурсы культурных растений и их диких родичей являются одним из важнейших компонентов растительного биологического разнообразия, так как имеют фактическую или потенциальную ценность для производства продуктов питания, устойчивого развития экологически безопасного сельского хозяйства, создания сырья для промышленности. Именно поэтому проблемы сбора, сохранения, изучения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей являются государственными, стратегически важными и непосредственно связаны с обеспечением как национальной, так и глобальной продовольственной, биоресурсной и экологической безопасности. Поддержание и сохранение живых коллекций требует их постоянного пополнения, так как естественный процесс вымирания части образцов из-за неустойчивости к климатическим условиям Беларуси или существующим болезням приводит к колебанию их численности [55–57]. Выявление биологического, производственного и селекционного потенциала мирового генетиче-

ского 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.

В генетических банках растений вегетативно размножаемые культуры сохраняются преимущественно в полевых коллекциях. Программы сохранения биоразнообразия ягодных и плодовых культур в основном ориентируются на полевые генбанки – сады клонового растительного материала (*Panis, Lambardi, 2005*). Полевые коллекции позволяют изучать образцы в течение всего вегетационного периода, проводить с ними селекционную работу, оценивать и регулярно контролировать фенотипический ответ растений на действие биотических и абиотических стрессоров.

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.

Республика Беларусь с развитой агропромышленной инфраструктурой является одним из активных производителей сельскохозяйственной продукции. Интенсификация современного пловодства предусматривает возделывание узкого набора наиболее конкурентоспособных, так называемых коммерческих сортов. В таких условиях создается реальная угроза для сохранения всего разнообразия сортов, в том числе и староместных, которые являются ценным исходным материалом для селекции. Эволюция возбудителей болезней и вредителей в уплотненных интенсивных садах также проходит интенсивными темпами. В результате наблюдается усиление эрозии и ускорение вырождаемости наследуемых признаков у сортов и видов культурных растений [58].

За 90 лет в РУП «Институт пловодства» изучены тысячи сортообразцов плодовых и ягодных культур, часть из них использована и используется в качестве исходного материала в селекции, являющегося основой создания современного сортимента данных культур в Республике Беларусь, некоторые нашли достойное место в садах садоводов-любителей [59].

Коллекция плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда в 2012 году 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. Коллекционные фонды сохраняются в живом виде, по 3–6 растений каждого образца, в полевых условиях на площади 20 га

(аг. Самохваловичи, Минский район). 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 [60].

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.

3.3.1. Создание генетической коллекции плодовых, ягодных культур и винограда с привлечением многообразия растительных ресурсов

С начала организации в 1925 г. Белорусского отделения Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур (ВИП) профессор Василий Васильевич Пашкевич – уроженец Беларуси, соратник академика Николая Ивановича Вавилова, являлся научным руководителем и инициатором развития научного садоводства в Беларуси. Его идеи претворяли в жизнь тогда молодые ученые Алексей Ефимович и Эмма Петровна Сюбаровы. А.Е. Сюбаров – первый руководитель данной научной организации, селекционер, был лично знаком с Иваном Владимировичем Мичуриным, встречался с ним неоднократно в творческой лаборатории. Еще в 30-е гг. XX ст. мичуринские сорта были включены в коллекцию нашего института, их включали в планы гибридизации [61–62]. Теория и методы И.В. Мичурина были основополагающими в начале селекционной деятельности Белорусской плодовоовощной станции, а ныне Института пловодства НАН Беларуси. Одно из основных положений его теории гласило: «Не может быть универсальных сортов, для каждого района необходимо выводить новые, улучшенные и высококачественные местные сорта». Исходя из позиции Н.И. Вавилова о значимости исходного материала для практической селекции, Э.П. и А.Е. Сюбаровы много внимания уделяли сбору коллекций плодовых культур. Довоенный фонд коллекций составлял по всем изучаемым культурам около 3 000 образцов из разных географических районов. И в настоящее время в процессе создания собственного гибридного фонда плодовых и ягодных культур большое внимание уделяется генетическому разнообразию исходного материала.

При формировании и пополнении коллекции используются разные источники поступления растительного материала. Основным является соз-

дание 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, приоритетное направление получает селекция на устойчивость к болезням.

В настоящее время значительную часть **генетической коллекции** составляют сорта, отборные гибриды, доноры ценных хозяйственно-биологических признаков собственной селекции.

Мобилизация ценных генетических ресурсов плодовых культур осуществляется путем обмена генотипов с ведущими научными учреждениями России (ВНИИСПК, ВНИИС им. Мичурина и т.д.), Украины, Молдавии и с зарубежными странами (Польша, Чехия, Германия, США и др.).

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 биоизыскательская 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.

В результате экспедиционных обследований Брестской, Гродненской, Гомельской, Минской, Могилёвской и Витебской областей только на протяжении 2012–2017 гг. собрано 374 образца плодовых, ягодных и орехоплодных культур: яблоня – 101, груша – 57, вишня – 38, черешня – 19, слива – 33, абрикос – 28, персик – 8, лещина – 6, виноград – 2, земляника садовая – 48, смородина черная – 3, смородина красная – 3, смородина золотистая – 2, крыжовник – 1, малина – 2, ежевика – 1, жимолость – 6, бузина черная – 2, калина – 3, арония – 6, лимонник китайский – 2, барбарис – 1, боярышник – 1, шелковица – 1. Это староместные и уникальные образцы плодовых и орехоплодных культур, ряд из них выделяется высоким качеством плодов, высокой адаптивностью.

С целью увеличения биоразнообразия плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда проводится большая работа по **интродукции новых для Беларуси генотипов** из разных регионов мира. Вследствие по-

степенного потепления климата Беларуси возникает необходимость интродукции и дальнейшего широкого использования в сельском хозяйстве перспективных теплолюбивых плодовых и ягодных культур. Азимины трехлопастная, дереза обыкновенная, зизифус настоящий, фейхоа Селлова, шелковица белая и черная – многие годы успешно выращиваются садоводами-любителями Прибалтики, Украины и Подмоскovie. Разнообразием генотипов отличаются многие коллекции садоводов-любителей, благодаря обследованию которых 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*), дереза обыкновенная, или годжи (*Lycium*), азимины (*Asimina*), княженика (*Rubus arcticus* L.).

Наблюдается положительная динамика пополнения коллекций, представленная на рисунках 3.24 – 3.26.

Огромный интерес представляет изучение в условиях республики адаптивно-экологического потенциала интродуцированных сортов и использование лучших из них в качестве источников геноплазмы важнейших селектируемых признаков в работе по созданию белорусских сортов новой генерации.

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 пополнены 1 730 новыми образцами плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда. Весьма широка география привлеченных поступлений базовой коллекции из самых различных стран мира (рис. 3.27).

Регулярно выполняются запросы селекционеров и держателей коллекций плодовых и ягодных культур из разных стран. Имеющимся генофондом интересуются различные учреждения Европы, Азии и Африки, в 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 исходный материал из РУП «Институт пловодства» в количестве более 700 образцов.

В настоящее время в РУП «Институт пловодства» сосредоточены уникальные коллекции, включающие на 01.01.2019 г. 5 581 образец 38 культур 130 видов, в том числе 3 427 генотипов плодовых (яблони, груши, сливы, вишни, черешни, абрикоса, персика), 1 394 ягодных (традиционных:

Генетический фонд плодовых, орехоплодных культур и винограда
РУП «Институт плодородства»

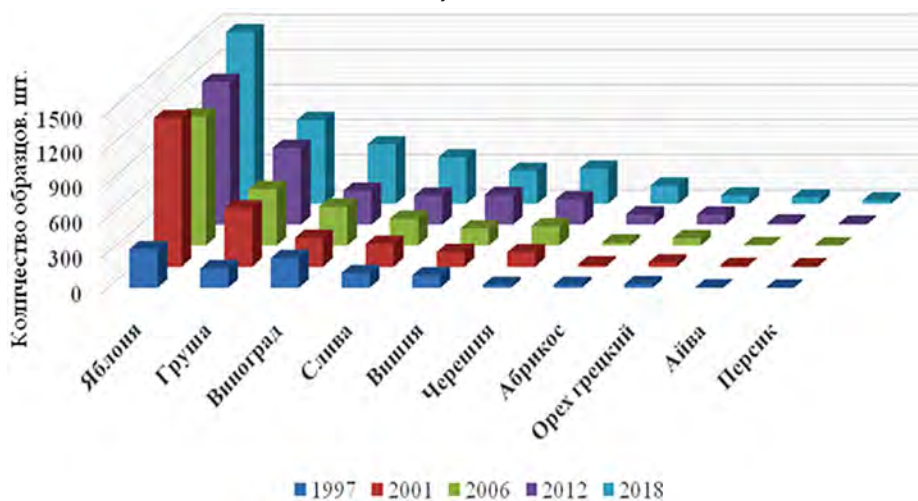


Рисунок 3.24. – Динамика роста генофонда плодовых, орехоплодных культур и винограда

Генетический фонд традиционных ягодных культур
РУП «Институт плодородства»

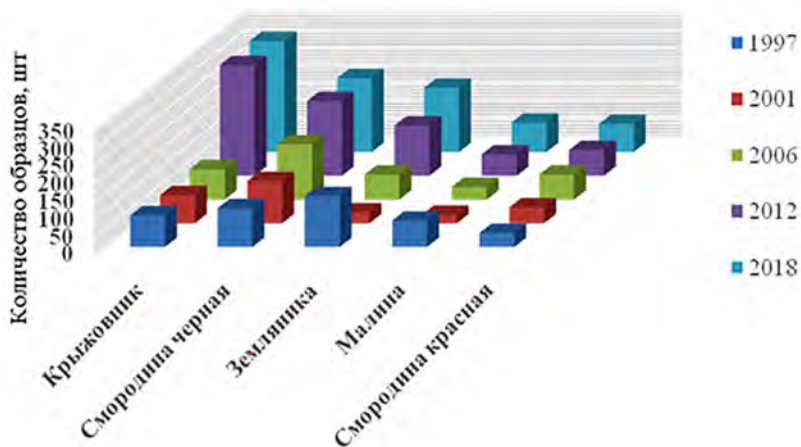


Рисунок 3.25. – Динамика роста генофонда традиционных ягодных культур

Генетический фонд малораспространенных ягодных культур
 РУП «Институт плодводства»

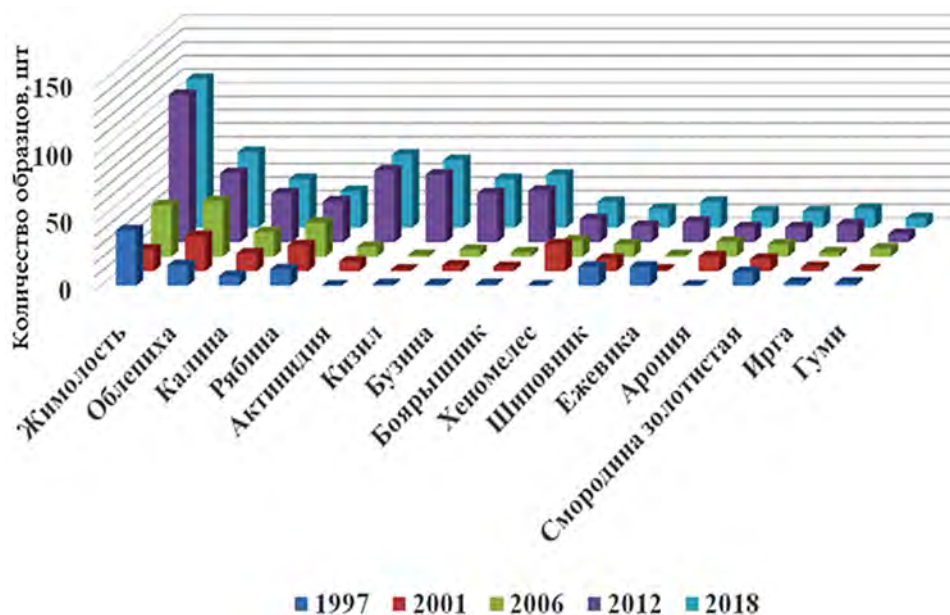


Рисунок 3.26. – Динамика роста генофонда малораспространенных садовых растений

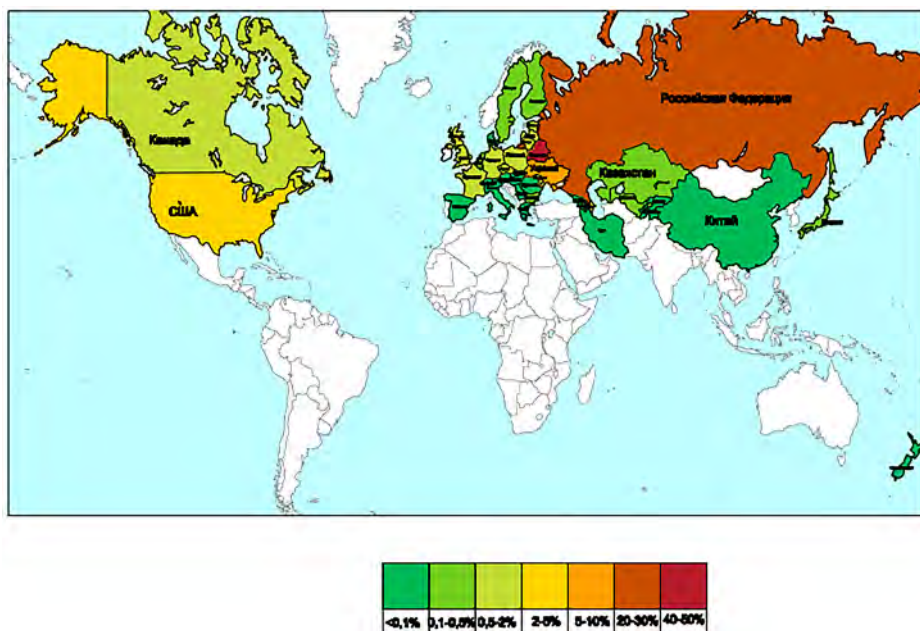


Рисунок 3.27. – Географическое происхождение коллекционных образцов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда

смородина черная, смородина красная, крыжовник, малина, земляника садовая и малораспространенных: 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), 248 – орехоплодных культур (орех грецкий, фундук, лещина), 512 сортообразцов винограда (рис. 3.28).

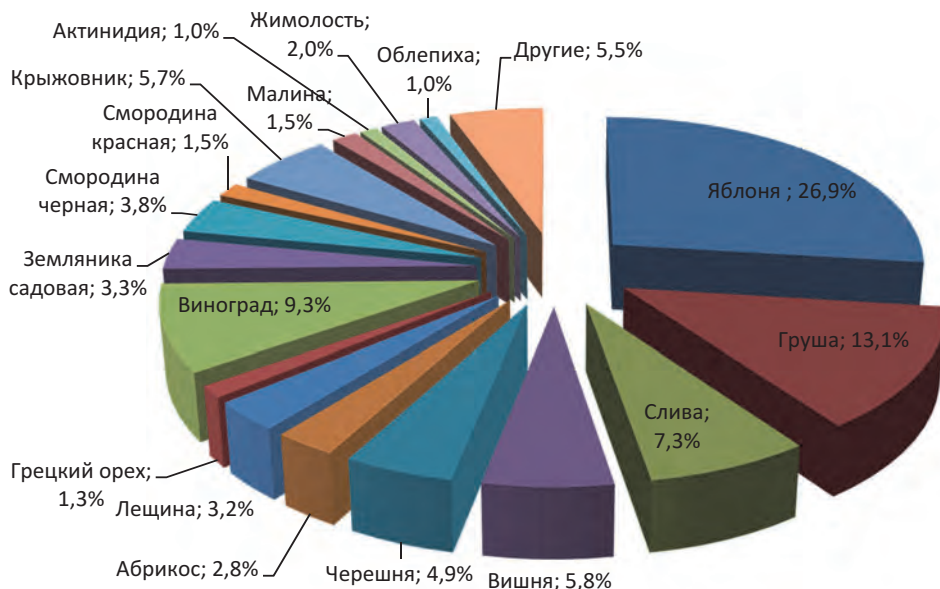


Рисунок 3.28. – Состав базовой коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт плодководства»

По составу культур и видов она не имеет аналогов в Беларуси: дуплетные коллекции в других организациях насчитывают не более 250 образцов каждая. Наибольшим видовым разнообразием отличаются базовые коллекции семечковых культур – яблони и груши.

3.3.2. Яблоня (*Malus Mill.*)

На 01.01.2019 г. генетическая **коллекция яблони** РУП «Институт плодководства» насчитывает 1477 образцов 23 видов или их производных, в т.ч.: *Malus domestica* Borkh. – 759 образцов, *M.arnoldiana* Borkh.– 1, *M.×atrosanguinea* (Spach.) C.K. Schneid. – 16, *M.×baccata* (L.) Borkh. – 7, *M.×coronaria* (L.) Mill. – 5, *M.×floribunda* Siebold. – 184, *M.ioensis* (Wood.) Britt. – 1, *M.kansuensis* (Bat.) C.K. Schne – 2, *M.mandshurica* (Max.) Kom. – 2, *M.micromalus* Rehd. – 1, *M.orientalis* (Liglit.) Juz. – 1, *M.×purpurea* (Barbier.) Rehd – 11, *M.×prunifolia* (Wild) Borkh. – 7, *M.×sahalinesis* (Kom.) Juz. – 1,

M.×sargentii (Rehd.) Langenf. – 2, *M.×scheidekerii* Spaeth. – 1, *M.sieboldii* (Regel) Rehd. – 20, *M.siversii* (Ledeb.) M.J. Roem – 1, *M.×sieversii* f. *niedzwetzkyana* – 1, *M.sikkimensis* Wenz. – 1, *M.×silvestris* (L.) Mill – 2, *M.spectabilis* Langenf. – 1, *M.turkmenorum* Juz. Et M.Pop. – 3, *M.×zumi* Rehd. – 7, *Malus* hybrid – 410 образцов (рис. 3.29).



А



Б

Рисунок 3.29. – Плоды яблони *Malus baccata* (А) и *M. domestica* (Б)

3.3.3. Груша (*Pyrus* L.)



А



Б

Рисунок 3.30. – Плоды груши сортов Кудесница (А) и Суперлетняя (Б)

Коллекция груши состоит из 721 образца, в т.ч. по видам и их производным: *Pyrus communis* L. – 377 образцов; *P. communis*×*P.×ussuriensis* – 197; *P.communis*×*P.×pyrifolia* – 91; *P.×pyraster* Burgsd. – 18; *P.×pyrifolia* – 12; *P.communis*×*P.×bretschneideri* – 5; *P.communis*×*P.×betulifolia* – 5; *P. ussuriensis* Maxim. – 4; *P.communis*×*P.×ussuriensis*×*P.×pyrifolia* – 3; *P.communis*×*P. salicifolia*×*P.×ussuriensis* – 1 (92-3/112); *P.pyrifolia* (Burm.) Nakai. – 1 (Груше-

лиственная); *P.×bretschneideri* Rehd. – 1 (Тембо-ли); *P.ovoidea* Rehd. – 1 (Гири-нская); *P.ovoidea×P. pyrifolia* – 1 (Пинго-ли); *P.×ussuriensis×P.ovoidea* – 1 (Чу-хуан); *P.calleriana×P.ussuriensis* – 1 (Каллерианусс); *P.regelii×P.pyrifolia* – 1 (Регелиипур); *P.pyraster×P.pashia* – 1 образец (Пирастерпа) (рис. 3.30).

Коллекция айвы состоит из 53 образцов вида *Cydonia oblonga* L. Направление использования данных образцов – это подвой для груши. По географическому происхождению представлены следующим образом: латвийской селекции – 42 образца, российской – 8, польской – 1, немецкой – 1, французской – 1 образец.

3.3.4. Слива (*Prunus* L.)

Увеличивается и разнообразие генофонда косточковых культур. Коллекция **алычи культурной и сливы домашней** составляет 400 образцов 10 видов рода *Prunus* и их производных, в т.ч.: *Prunus domestica* L. – 244 шт., *P.spinosa* – 1, *P.cerasifera* – 50, *P.hybrid* – 68, *P.americana* – 6, *P.brigantiaca* – 1, *P.nigra* – 1, *P.salicina* – 3, *P.ussuriensis* – 1, *P.cerasifera×P.salicina* – 2, *P.cerasifera×P.ussuriensis×P.pissardii* – 1, *P.cerasifera* var. *nairica* – 1, *P.cerasifera* var. *pissardii* – 3, *P.cerasifera* var. *pissardii×P.salicina* – 6, *P.iranica×P.cerasifera* – 2, *P.cerasifera×P.iranica* – 1, *P.salicina×P.cerasifera* – 5, *P.salicina×P.americana* – 1, *P.salicina×P.ussuriensis* – 1, *P.ussuriensis×P.nigra* – 2 шт. (рис. 3.31).



А



Б

Рисунок 3.31. – Плоды сливы сортов Ветразь-2 (А) и Волат (Б)

3.3.5. Вишня (*Prunus cerasus* L.) и черешня (*Prunus avium* L.)

Коллекция **вишни** насчитывает 318 образцов. Данная коллекция представлена формами и гибридами видов рода *Prunus* L., представляющих ценность в качестве источников и доноров для селекции сортов привоев и подвоев для черешни и вишни: *Prunus cerasus* L. – 231 шт., *P.mahaleb* L. – 7, *P.lannesiana* Carr. – 1, *P.dawycensis* S. – 1, *P.serrulata* Lindl. – 1, *P.lannesia-*

na×*P.avium* – 1, *P.cerasus*×*P.avium* – 29, *P.maximowiczii*×*P.kurilensis* – 1, *P.sachalinensis*×*P.cerasus* – 1, *P.fruticosa*×*P.maackii* – 1, *P.fruticosa*×*P.lannesiana* – 1, *P.cerasus*×*P.maackii* – 14, *P.maackii*×*P.cerasus* – 6, *P.cerasus*×*P.maximowiczii* – 1, *P.serrulata*×*P.avium* – 2, *P.cerasus*×*P.canescens* – 1, *P.serrulata*×*P.cerasus* – 1, *P.cerasus*×*P.lannesiana* №2 – 1, *P.cerasus*×*P.subhirtella* – 2, *P.maximowiczii*×*P.avium* – 1, *P.cerasus*×*P.fruticosa* – 15 шт.

Коллекция **черешни** насчитывает 271 образец вида *P.avium* L., состоящих из улучшенных сортов – 155, гибридов – 105, традиционных (староместных) сортов – 7, селекционных клонов – 4 образца (рис. 3.32).



А



Б

Рисунок 3.32. – Плоды черешни сортов Сьюбаровская (А) и Соперница (Б)

3.3.6. Абрикос (*Prunus armeniaca* L.) и персик (*Prunus persica* (L.) Batsch)

Коллекция абрикоса насчитывает 156 образцов, в т.ч. 147 образцов вида *Prunus armeniaca* L. и 9 межвидовых гибридов. Коллекция персика представлена 30 образцами вида *Prunus persica* (L.) Batsch (рис. 3.33).



Рисунок 3.33. – Плоды абрикоса сорта Погремок

3.3.7. Подвои плодовых культур

Коллекция подвоев плодовых культур представлена 242 генотипами. Количество образцов в коллекциях подвоев по культурам составляет: яблоня – 91 образец, являющийся межвидовыми гибридами; груша – 18 образцов, представляющих виды *Pyrus pyraeaster* Burgsd., айва – 53 вида *Cydonia oblonga* L.; слива – 43 образца, большинство из которых являются межвидовыми гибридами, а также *Prunus serasifera*; абрикос – 5 межвидовых гибридов; вишня, черешня – 50 образцов, представленные видами *P.mahaleb* L.: АН 11/18, АН 11/19, АН 11/20, Магалебка россoshанская, Магалебка россoshанская № 2, Магалебка россoshанская № 3, Магалебка из США; *Pavium* L.: С-18, С-43, С-69, С-66, С-58, ЦП-5, ЦП-1, Semavium, Дикая черешня Голышки, 16/53, № 23 Отборная, 15/105, 15/103, Damil GM; межвидовые гибриды производных видов *P.Maakii*, *P.lannesiana*, *P.canensces*: ВСЛ-2, ВЦ-13, ЛЦ-52, П-3, П-7, Измайловский, ОВП-2, ОВП-3, ОВП-4, ОВП-5, ОВП-6, Ц-8-101, ВП-1, В-2-180, В-2-230, АВЧ-2, АИ-5, АИ-1, 11-17, ІРС-3, ІРС-2, АИ-74, АИ-77, РВЛ-9, 3-115, 3-90, Gissela-5; *P.serrulata*: Широфуган, Краснолистая Ройял Бургунд.

3.3.8. Орех грецкий (*Juglans L.*)

Коллекция ореха грецкого представлена 72 образцами, в т.ч. 36 образцов вида *Juglans regia* L., *J.regia f. maxima* – 21, *J.regia f. fertilis* Petz. et Kirch – 10 образцов. Это сорта, отборные сеянцы и гибриды белорусской, украинской, российской, таджикской и литовской репродукций (рис. 3.34).



Рисунок 3.34. – Плоды ореха грецкого сорта Самохваловичский-2

3.3.9. Лещина и фундук (*Corylus L.*)

Коллекция лещины насчитывает 176 образцов рода *Corylus* L., в т.ч.: *Corylus avellana* L. (лещина обыкновенная) – 171, *C. colurna* L. (орех медве-

жий) – 1, *C. iberica* Wittm. (лещина грузинская) – 4 образца. Лещина обыкновенная представлена 31 сортом фундука, 1 диким видом, 139 отборными белорусскими сеянцами сортов фундука европейской и российской селекции. В компьютерную базу данных «Генофонд растений Беларуси» включены паспортные данные 176 образцов лещины (рис. 3.35).



Рисунок 3.35. – Плоды коллекции лещины

3.3.10. Виноград (*Vitis* L.)

Коллекция винограда включает 512 образцов, по видовому составу представлена: *Vitis vinifera* L. – 53 образца, *V. Labrusca* L. – 7, *V. amurensis* Rupr. – 7, *V. riparia* Michx. – 3, *V. vinifera*×*V. labrusca* – 3, *V. vinifera*×*V. amurensis* – 25, *V. labrusca*×*V. vinifera* – 7, *V. labrusca*×*V. riparia* – 3, *V. riparia*×*V. labrusca* – 3, *V. vinifera*×*V. labrusca*×*V. aestivalis* – 1, *V. labrusca*×*V. vinifera*×*V. amurensis* – 1, *V. vinifera*×*V. berlandieri*×*V. lincecumii*×*V. rupestris* – 1, *V. vinifera*×*V. rupestris*×*V. vinifera*×*V. rupestris*, *V. lincecumii* – 1, *V. hybrid* – 395 образцов.

3.3.11. Традиционные ягодные культуры

В репозитории генетических ресурсов данная группа представлена такими ягодными культурами, как земляника (*Fragaria* L.), малина (*Rubus* L.), смородина черная и красная (*Ribes* L.), крыжовник (*Grossularia* Mill.), которые представлены сортами зарубежной и отечественной селекции, а также перспективными и элитными гибридами различного генетического происхождения с участием *Fragaria ananassa* Duch. L., *Ribes nigrum* L., *Ribes rubrum* L., *Rubus idaeus* L., *Ribes grossularia* L. и других.

Земляника садовая (*Fragaria ananassa* Duch). В коллекции земляники садовой насчитывается 183 образца, среди них 4 сорта белорусской селекции, а также интродуцированные сорта, полученные из России, Украины, Литвы, Чехии, Польши, Нидерландов, Германии, США, Канады, Франции, Великобритании (рис. 3.36). В состав коллекции входят нейтрально дневные российские сорта Любава, Елизавета, американские – Selva, Albion, San Andreas, английский – Flamenko. Коллекция пополнена новыми видами: *Fragaria vesca*, *Fragaria orientalis*, *Fragaria eliot*.



Рисунок 3.36. – Плоды земляники садовой Красный берег

Смородина черная. Генофонд смородины черной насчитывает 210 образцов, часть из них ежегодно используется для селекционных целей. Среди сортов представлены трехгеномные сорта смородины черной (Рогнеда, Свитязянка, Рита, Альта, Думушка, Памяти Бардова, Чернеча, Аметист, Шаровидная, Болеро), которые сочетают в своей основе европейский (*Ribes nigrum europaeum*), сибирский (*R. nigrum spp. sibiricum*) подвиды смородины черной и смородину дикуша (*R. Dikuscha*), а также сорта с участием скандинавского подвида *R. nigrum spp. Scandinavium*, которые обладают высокой устойчивостью к американской мучнистой росе (*Kajaanin Musta*, *Lepaan Musta*, *Sunderbyn-II*, *Ojebyn*). В результате обмена с разными селекционными учреждениями были получены четырехгеномные сорта – Бинар, Голубичка, Деликатес, Добрыня, Вернисаж, а также ряд устойчивых к американской мучнистой росе сортов, включающих в свой генотип помимо европейского, сибирского, скандинавского подвидов и смородины дикуши еще и такие виды, как смородина клейкая (*R. glutinosum* (Benth.)), малоцветковая (*R. pauciflorum* Turcz.) и Янчевского (*R. Janczewski* Pojark.) – Монисто, Заглядение, Чудное мгновение, Муравушка, Искушение.

Смородина красная. В коллекции смородины красной насчитывается 80 образцов, в том числе 10 перспективных гибридов отечественной селекции. Смородина красная, собранная в коллекции, получена из стран

дальнего и ближнего зарубежья. Большая часть сортов получена из России, Украины и Голландии. Большинство сортов и гибридов по происхождению относятся к виду *Ribes rubrum* L., сорта Отборная из Полли (Латвия), Ранняя Фаворской (Россия) и Смольяниновская (Россия) относятся к виду *Palczewskii* Pojar.

Крыжовник. В отношении систематики крыжовника существует два мнения. Большинство западных ученых относят крыжовник к семейству Камнеломковые (*Saxifragaceae*), роду Смородина (*Ribes* L.), согласно классификации Янчевского, предложенной в 1907 г. В России и странах СНГ традиционно выделяют семейство Крыжовниковые (*Grossulariaceae* Dumont.) (надпорядок *Rosanae*) и род Крыжовник (*Grossularia* (Tourn) Mill.), как предложено А. Бергером в 1924 г. Род *Grossularia* включает 52 вида.

Генофонд крыжовника в РУП «Институт плодоводства» насчитывает 316 сортообразцов. В коллекции находится 4 сорта, полученных на генетической основе одного вида – крыжовник европейский (*R. (Gr.) reclinata* (L.) Mill.), остальные представляют собой межвидовые гибриды от скрещиваний (*R. (Gr.) reclinata*) с североамериканскими видами *крыжовника* – крыжовником слабошиповатым (*R. (Gr.) hirtella* (Michx.) Spach), крыжовником красильным (*R. (Gr.) succirubra* (Zabel.) Berger), крыжовником мощным (*R. (Gr.) robusta* Berger), крыжовником Дугласа (*R. (Gr.) divaricata* (Dougl.) Cov. and Britt.), крыжовником снежным (*R. (Gr.) nivea* (Lindl.) Spach.), крыжовником боярышничолистным (*R. (Gr.) oxyacantoides* (L.) Mill.), крыжовником игольчатым (*R. (Gr.) acicularis* (Smith.) Spach.).



Рисунок 3.37. – Плоды малины земляничной (А), малины черной сорта Кумберленд (Б), малины сорта Ядовая (В)

Малина. Генофонд малины насчитывает 84 образца, из которых часть гибридов отечественной селекции (02-03-10, 03-07-08, 10-03-08 и др.), полученных от целенаправленных скрещиваний и свободного опыления лучших сортов разного срока созревания в пределах вида *Rubus idaeus* L. (Метеор, Таруса, Рубиновое ожерелье, Polka и др.). Сорта ремонтантного типа (Брянское диво, Геракл, Polana, Zeva Herbsternte и др.) являются производными видов *Rubus idaeus* L., *R. taegifolius* Vge, *R. phonicolasius* Max,

R. coreanus L. и др. Сорт Кумберленд получен на основе вида малина черная (*R. occidentalis* L.). В коллекции имеются также дикие виды малина душистая (*Rubus odoratus* L.) и малина земляничная (*Rubus illecebrosus* Focke) (рис. 3.37).

3.3.12. Малораспространенные ягодные культуры

К данной группе ягодных культур относятся смородина золотистая (*Ribes* L.), ежевика (*Rubus* L.), хеномелес (*Chaenomeles* Lindl.), актинидия (*Actinidia* Lindl.), барбарис (*Berberis* L.), боярышник (*Crataegus* L.), бузина (*Sambucus* L.), жимолость (*Lonicera* L.), ирга (*Amelanchier* Medic.), калина (*Viburnum* L.), кизил (*Cornus* L.), лимонник (*Schisandra* L. C. Nich.), лох, или гуди (*Elaeagnus* L.), облепиха (*Hippophae* L.), рябина (*Sorbus* L.), арония (*Aronia*), черемуха (*Padus* Mill.), шиповник (*Rosa* L.), шелковица (*Morus* L.), азимины (*Asimina*), дереза обыкновенная, или годжи (*Lycium*), княженика (*R. arcticus* L.), унаби, или зизифус (*Ziziphus*). Генетические ресурсы данной группы культур представлены как дикими видами (*Sorbus aucuparia* Gaertn. L., *Aronia melanocarpa* Elliot., *Crataegus Arnoldi*, *Amelanchier spicata* (Lam.), *Amelanchier ovalis* L., *Actinidia arguta* Planch (Mig), *Lycium barbarum* и др.), так и отборными формами, сортами и гибридами.

Смородина золотистая. В настоящее время генофонд смородины золотистой представлен семью сортами (Венера, Дружная, Дуслик, Ляйсан, Плотномьяся, Солнышко, Узбекистанская крупноплодная), полученными из Узбекистанского НИИ садоводства и виноградарства им. Р.Р. Шредера, 2 сортами (Brect, Corona), привезенными из Польши, 1 сортом из России (Подарок Ариаде) и перспективными гибридами, полученными от свободного опыления вышеуказанных сортов вида смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh.) (рис. 3.38).



А



Б

Рисунок 3.38. – Смородина золотистая: цветущий куст (А), плоды (Б)

Ежевика. Генетические ресурсы представлены 19 образцами различного географического происхождения, полученными на основе вида *Rubus caesius* L. В представленной коллекции насчитывается 5 малино-ежевичных гибридов, а также 1 отечественный сорт ежевики Стэфан (рис. 3.39).



А

Б

Рисунок 3.39. – Плоды ежевики сортов Стэфан (А) и Thornfree (Б)

Хеномелес (*Chaenomeles*). Генофонд насчитывает 19 образцов *C. japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, среди которых сорта Ароматный, Крупноплодный, Лихтар, отечественные гибриды от свободного опыления 1-13-05, 1-64-05, 2-1-05, 2-44-05, 3-17-05, 3-27-05, 4-60-05, 48-1-03, 5-1-03, 5-50-05, 48-1-03, 9-1-03, 55-1-03, 1-63-05, С-47; а также интродуцированный сорт Ольга – производный вида *C. superba* (Frahm) Rehd. В ходе селекционной работы получены сеянцы от свободного опыления видов *C. superba* (Frahm) Rehd. сортов Chudovuj Olgy и Amphora, *C. speciosa* сорта Vyshukanij Svitlany из НБС им. Н.Н. Гришко, г. Киев.

Сорта Ароматный, Крупноплодный выведены в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси; Лихтар и белорусские гибриды – в РУП «Институт плодородства» (Беларусь); сорт Ольга – в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко (Украина).

Актинидия. Базовая коллекция актинидии в отделе ягодных культур РУП «Институт плодородства» в настоящее время насчитывает 54 образца, включает 3 вида (*Actinidia kolomikta* Maxim., *Actinidia arguta* Planch. ex Mig. и *Actinidia polygama* Mig.), 16 сортов (Ароматная, Достоянная, Однодомная, Сентябрьская, Павловская, ВИР-1, Превосходная, Киевская крупноплодная, Киевская гибридная, Римма и др.), 35 сеянцев от свободного опыления различных видов.

Барбарис обыкновенный. Вид барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris*) входит в род Барбарис (*Berberis*) семейства Барбарисовые (*Berberidaceae*) и представлен 2 формами: зеленолиственная и краснолиственная (рис. 3.40).



А



Б



В

Рисунок 3.40. – Цветение барбариса краснолистного (А) и зеленолистного (Б), плоды барбариса обыкновенного (В)

Боярышник. Генетические ресурсы боярышника (*Crataegus* L.) представлены 39 образцами: 1 отечественный сорт Сваяк, боярышник мягковатый (*Crataegus submollis*); крупноплодный китайский (*Crataegus hybrid*); форма Паули (*Crataegus f Pauli*), 35 отборных форм *Crataegus Arnoldi*. (рис. 3.41).



А



Б

Рисунок 3.41. – Плоды боярышника *Crataegus Arnoldi* (А) и сорта Сваяк (Б)

Бузина. В коллекции насчитывается 36 образцов, в том числе виды и сорта, полученные из стран дальнего и ближнего зарубежья: *Sambucus aurea* (аурея), *Sambucus racemosa* L. (бузина красная); *Sambucus f. Laciniata* (расчленнолистная); *Sambucus ebulus* L. (травянистая); 2 датских сорта (Sampo, Somассо), 1 австрийский сорт (Hасhberg), 1 румынский сорт (Bradet); 2 сорта отечественной селекции (Багацце и Кладзезь) (рис. 3.42).



Рисунок 3.42. – Плоды бузины сорта Кладзезь

Жимолость. Базовая коллекция жимолости синей (*Lonicera caeruleae* L.) в настоящее время насчитывает 110 сортообразцов различного географического и генетического происхождения, включает подвиды: *subsp. altaica*, *subsp. kamtschatika*, *subsp. venulosa*. В 2018 г. получены сеянцы от свободного опыления подвида *subsp. emphyllocelyx* (Maxim.), переданные А.А. Сорокиным (г. Санкт-Петербург). Коллекция пополнилась также образцами, полученными из Республики Кыргызстан из региона горной реки (ущелье Борукарагат). Отечественные сорта Зинри и Сінявокая, выведенные в РУП «Институт плодоводства» (Беларусь) от свободного опыления *subsp. kamtschatika*, характеризуются урожайностью, крупноплодностью, отсутствием осыпаемости и десертным вкусом плодов (рис. 3.43).



А

Б

Рисунок 3.43. – Плоды жимолости сортов Лакомка (А) и Зинри (Б)

Ирга. Коллекция представлена 14 образцами ирги, среди которых сорта Martin, Smokey, 2 диких вида – ирга ольхолистная (*Amelanchier alnifolia* (Nutt.) Nutt.) и ирга Бартмана (*Amelanchier bartramiana* (Tausch) M. Roem.), отборные формы рода *Amelanchier* подсемейства Яблоневые семейства Розовые (*Rosaceae*).

Калина обыкновенная. Коллекция включает 5 интродуцированных сортов калины, в том числе декоративную форму – калина Бульденеж (*Viburnum opulus* L. f. *rosea*), а также 2 сорта и 29 гибридов отечественной селекции, созданных на базе вида *V. Opulus* L. (рис. 3.44). Генофонд пополнен 2 дикими видами – калина Гордовина (*V. Lantana* L.) и калина Саржента (*V. sargentii* Koehne).



Рисунок 3.44. – Плоды калины сорта Каралі

Кизил представлен коллекцией из 50 образцов различного географического происхождения, среди которых отборные формы *Cornus mas* L., а также интродуцированные сорта из Украины (Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко) – Евгения, Елена, Коралловый Марка, Николка, Светлячок, Экзотический, Янтарный; из Румынии (Институт плодоводства Питешты) – Mires-4 (рис. 3.45).

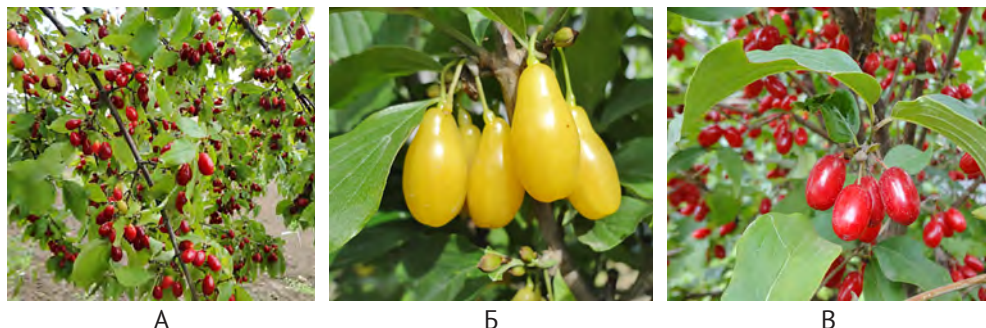


Рисунок 3.45. – Плоды кизила формы К-1 (А) и сортов Нежный (Б), Экзотический (В)

Лимонник китайский. Генетические ресурсы данной ягодной культуры в РУП «Институт плодоводства» представлены 2 образцами – интродуцированным сортом Первенец 1 и сеянцем вида *Schisandra chinensis* Baill.

Гуми, или лох многоцветковый (*Elaeagnus multiflora* L.). Базовая коллекция представлена 7 отборными гибридами отечественной селекции, полученными от свободного опыления образца из Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН (рис. 3.46).



Рисунок 3.46. – Цветение (А) и плоды (Б) гуми *Elaeagnus multiflora* L.

Облепиха. Коллекция насчитывает 56 образцов вида облепиха крушиновидная (*Hipporhae rhamnoides* L.) различного географического происхождения: 1 отечественный сорт-опылитель (Гаспадар), 1 российско-белорусский сорт (Пламенная), 15 гибридов, созданных в РУП «Институт плодоводства», 28 сортов (Ботаническая любительская, Ботаническая, Мария, Василиса, Карамелька и др.) и 7 российских гибридов, 2 латышских сорта (Лорд, Татьяна), 2 украинских сорта (Лыбидь, Адам).

Рябина садовая. В коллекции насчитывается 27 образцов различного географического происхождения, полученных из Германии – сорт Koncentra (*Sorbus aucuparia* L.) и Rozina (*Sorbus moravica*); из Латвии – Oranzhevaya, Coral beauty, Pink Queen, Red Tip (*Sorbus x arnoldiana*); России из Всероссийского НИИ садоводства им. И.В. Мичурина на основе *Sorbus aucuparia* L. – Алая крупная, Ангри, Бусинка, Вефед, Невежинская, Невежинская желтая, Рубиновая, Солнечная, Сорбинка, Титан, на основе *Crataegosorbus miczurinii* – Гранатная; *Sorbaronia* – Ликерная; *Sorbaronia alpina* – Бурка, *Sorbus mespilis* – Десертная (рис. 3.47). Все они являются отдаленными гибридами, так как получены в результате скрещивания рябины обыкновенной с другими культурами: грушей, боярышником, мушмулой германской. Помимо указанных сортов, из России получены формы: Русская (*Sorbus f. rossica* L.); Моравская (*Sorbus f. edulis* L.), Плакучая (*Sorbus f. pendula*). В состав коллекции входят также образцы из Беларуси: Рябина Хоста (*Sorbus hostii* L.) и сеянец вида Рябина смешанная (*Sorbus comixta* Hedl.).



А



Б

Рисунок 3.47. – Плоды рябины садовой сортов Гранатная (А) и Невежинская (Б)

Арония представлена 12 образцами (*Aronia Melanocarpa Elliot.*) различного географического происхождения, из которых 2 отечественных сорта (Вениса, Надзея), 1 финский сорт (Викинг) и 9 отечественных отборных форм (рис. 3.48).



А



Б

Рисунок 3.48. – Плоды аронии черноплодной сортов Вениса (А) и Надзея (Б)

Черемуха. Коллекция черемухи представлена 2 образцами, среди которых интродуцированный сорт Памяти Саламатова и сеянец вида черемуха виргинская *Padus virginiana* L.

Шиповник. Коллекция шиповника представлена различными сортами на основе видов *Rosa rugosa* Thunb., *Rosa cinamomea* L., из которых 3 образца – бесшипные (Бесшипный ВНИВИ, Российский-1, Российский-2), 1 – белорусской селекции (Ружовы) (рис. 3.49).



А



Б

Рисунок 3.49. – Плоды шиповника сортов Ружовы (А) и Витаминный ВНИВИ (Б)

Шелковица – род растений семейства Тутовые (*Moraceae*). В коллекции РУП «Институт плодоводства» данная культура представлена 1 образцом шелковица черная (*Morus nigra* L.) (рис. 3.50).



А



Б

Рисунок 3.50. – Дерево (А) и плоды (Б) шелковицы черной

Азими́на трехлопастная (*Asimina triloba*) – вид листопадных деревьев или кустарников из рода Азими́на семейства Анноновых (*Annonaceae*). Малораспространенная плодовая культура, которая в последнее время приобретает все большую популярность в США, Канаде, Европе, Японии. Существует около 60 сортов, известны российские сорта. В коллекции

РУП «Институт плодородства» данная культура представлена 1 образцом – сеянец сорта Ранняя Шайдаровой.

Дерева обыкновенная, или годжи (*Lucium barbarum*) представляет собой многолетний листопадный кустарник семейства Пасленовых (*Solanaceae*). Культивируют дерезу наиболее широко в Китае, Японии, Центральной Азии. В коллекции РУП «Институт плодородства» насчитывается 2 образца – сорта Korean Big и New Big.

Княженика, или малина арктическая (*Rubus arcticus* L.) является новой ягодной культурой в генофонде РУП «Институт плодородства и представлена 5 образцами, среди которых интродуцированные сорта из Швеции (Anna, Astra, Betha, Sophia) и местная отборная форма вида *Rubus arcticus* L.

Унаби, или зизифус настоящий (*Ziziphus jujuba*) – растение рода Зизифус семейства Крушиновые, или жостеровые (*Rhamnaceae*). Растение окультурено в древности и широко распространено в странах Южной и Восточной Азии, на юге Европы (Средиземноморье), в Японии. Культивируется на Кавказе и в Центральной Азии. Известно около 400 сортов. В коллекции РУП «Институт плодородства» культура представлена 1 образцом – Сеянец-2 вида *Ziziphus jujuba*.

3.3.13. Изучение генофонда плодовых, ягодных культур и винограда

Впервые в Беларуси проведена работа по *определению видовой принадлежности* таксонов плодовых, ягодных и орехоплодных культур, установлению их генетического и эколого-географического происхождения, по результатам которой изданы Реестры изучаемых сортов и перспективных гибридов данных 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 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 – об-

лепихи, 31 – рябины садовой, 46 – рябины черноплодной, 48 – винограда и предназначена для использования в селекционном процессе на этапе подбора родительских пар и межгосударственного обмена. Согласно дескриптору EURISCO паспортизировано 4 675 образцов, в том числе: плодовых – 2 998, из них яблони – 1 337, груши – 747, сливы – 294, вишни – 260, черешни – 262, абрикоса и персика – 98; ягодных культур – 1 200, 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.

ДНК-идентификация. Огромное разнообразие сортов приводит к необходимости иметь четкую и удобную систему их классификации и идентификации. В настоящее время идентификация сортов производится главным образом по морфологическим признакам и биохимическому составу плодов. Однако, как показывает практика, использование данных показателей для сортовой идентификации недостаточно. На изменчивость морфологических признаков и биохимического состава плодов оказывают влияние условия окружающей среды. Недостатком визуальной оценки растений по фенотипу является существенная зависимость проявления качественных и количественных признаков от условий выращивания, а также затрудненная идентификация в определенные сезоны года, например, в отсутствие цветения или плодоношения. В результате заключение о принадлежности используемого посадочного материала к тому или иному сорту можно сделать лишь с определенной долей вероятности.

Эффективными методами идентификации сортов растений являются молекулярные методы, так как генетические различия между отдельными организмами наиболее полно представлены на уровне ДНК. Методы ДНК-идентификации находят широкое применение в установлении филогенетических связей между образцами, сортами и видами, анализе эволюционных связей, выяснении структуры популяций. Они не зависят от фенотипического проявления признака. На них не оказывают влияние условия окружающей среды. Их можно применять на любой стадии развития растения, начиная с первого года жизни. Анализ можно подвергать

разные части растения, такие как листья, фрагменты побега, плоды и др. Применение молекулярных методов особенно актуально в спорных случаях, когда отсутствует возможность различить образцы по морфологическим признакам. Молекулярные методы идентификации могут применяться как самостоятельно, так и в сочетании с морфологическими методами тестирования, информацией о происхождении сортов, данными о важных хозяйственно ценных признаках и др. Они могут служить дополнительным источником информации о генетическом разнообразии и изменчивости образцов в коллекционных садах.

На сегодняшний день микросателлитные ДНК-маркеры являются наиболее распространенным типом ДНК-маркерных систем, используемых при работе с генетическими ресурсами растений – определении структуры коллекций и степени генетического сходства, а также идентификация и ДНК-паспортизации образцов.

Молекулярно-генетические паспорта коллекционных образцов яблони, груши и малины составляли 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 плодоводства» (Урбанович, Козловская, Картель, 2011). Использован метод SSR-маркеров, позволяющий проводить анализ любых органов растений на различных стадиях онтогенеза. Метод SSR-анализа основан на определении длин фрагментов амплификации (длины аллеля) отдельного локуса для каждого сорта.

В настоящее время разработаны ДНК-паспорта 405 образцов (сортов, видов и межвидовых гибридов) яблони, 134 – груши и 20 – сортов малины.

Выделение источников селекционных признаков и формирование 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 улучшен-*

ными 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 **целевые признаковые коллекции**. Новая рабочая *признаковая коллекция яблони источников и доноров устойчивости* к грибным болезням сформирована на основе созданного генетически разнообразного исходного материала с привлечением потомков диких видов яблони групп *Sorbomalus*, *Baccatae* и *Prunifolia*. С применением молекулярных маркеров выявлены крупноплодные доноры – носители нескольких олигогенов устойчивости к парше в одном геноме, мелкоплодные доноры – носители 1–3 олигогенов устойчивости к мучнистой росе. Объединение в одном генотипе нескольких генов позволяет получать новые гибридные формы с комплексом хозяйственно ценных свойств. Развитие данного направления стало возможным благодаря появлению молекулярных маркеров идентификации генов, позволяющих достаточно быстро и надежно отбирать генотипы с заданными признаками.

Молекулярный анализ коллекции яблони в 2016–2018 гг. позволил выявить источники генов устойчивости к парше – *Rvi2*, *Rvi4*, *Rvi5*, *Rvi6*, *Rvi11*, *Rvi17* и мучнистой росе – *Pl-d* в 42 изучаемых генотипах. Выявлены генотипы гибридов, включающие 4–5 генов устойчивости к парше: идентифицированы гены *Rvi2*, *Rvi4*, *Rvi5*, *Rvi6* и *Rvi11* в геноме гибрида 2000-45/70, *Rvi2*, *Rvi5*, *Rvi6* и *Rvi11* – в геноме 94-13/39, *Rvi2*, *Rvi6*, *Rvi11* и *Rvi17* – 2007-19/15; в геномах исходных форм сортов Redfree, SR0523, Witos выявлены по 4 гена. В геномах сортов и гибридов James Grieve, Liberty, Антоновка обыкновенная, Боровинка, BM41497, Дьямент, Имант, Лучезарное, Чаравница, 99-31/83, 99-39/76, 99-39/72, 86-54/131, 86-55/53, 2001-48/5, 2007-18/29, 2007-18/19, 2007-19/9 идентифицированы по 3 гена.

Создана **коллекция плодовых деревьев для зеленого строительства**, в результате проведенных исследований, направленных на выделение образцов с декоративными свойствами, обладающие признаками скороплодности, зимостойкости и высокой устойчивости к болезням. Всего 16 образцов, из них выделено 11 декоративных форм яблони: *Malus purpurea*, *M.mandschurica*, *M.kansuensis*, Сибирка плакучая, Яблоня Шейдера, *M.purpurea* Elea, Яблоня сахалинская, *M.sargentio*×Ренет Симиренко, Hyslop, Golden Grimes, Alamata, обладающих различными формами крон –

плакучей, колонновидной, округлой разной силы роста деревьев. Особо привлекательными плодовые деревья и кустарники становятся в период цветения. Декоративные свойства цветков определяются их формами, размером и окраской (рис. 3.51). Большую декоративную ценность представляют махровые формы цветков.



А

Б

В

Рисунок 3.51. – Образцы декоративных форм яблони (А-В)

Пригодны для использования в зеленом строительстве в качестве живой изгороди краснолистные формы яблони, сливы, черешни. Выделяются особыми декоративными свойствами 4 образца рода *Prunus L.*: № 761, Весеннее пламя (слива), Краснолистная Ройял Бургунд, черешня АИ-1, а также 1 межвидовой образец груши *P.calleriana*×*P.ussuriensis* (Каллерианусс).

Таким образом, выявление и изучение новых адаптивных образцов с высоким качеством плодов и ягод позволило выделить из всего спектра современного мирового генофонда наиболее эффективные источники полезных признаков и свойств и сформировать 12 целевых признаков коллекций, в т.ч. источников устойчивости к:

– септориозу и парше **груши**, включающих 5 сортов груши, в том числе 3 источника устойчивости к парше (Восточная золотистая, Талгарская красавица, Kosui), 2 – к септориозу (Потаповская, Чижовская) (рис. 3.52–3.53);



А

Б

В

Рисунок 3.52. – Сорта груши, устойчивые к парше: Kosui (А), Талгарская красавица (Б), Восточная золотистая (В)



А



Б

Рисунок 3.53. – Сорта груши, устойчивые к септориозу: Чижовская (А), Потаповская (Б)

– коккомикозу и монилиозу **вишни и черешни**, включающих 10 образцов *вишни*: Гриот Серидко, Ласуха, Ливенская, Милавица, Несвижская, Новелла, Ксения, Славянка, гибрид 82990 [Памяти Вавилова × 12-1а-320 (2822 × сахалинская)], гибрид 32/59; *6 черешни* – Минчанка, Одринка, Овстуженка, Теремощка, Фатеж, гибрид 15/126 с максимальным поражением коккомикозом до 2 баллов и монилиозом – 0 баллов (рис. 3.54);



А



Б

Рисунок 3.54. – Образцы целевой признаковой коллекции источников устойчивости к коккомикозу и монилиозу вишни и черешни: сорт черешни Минчанка (А), сорт вишни Милавица (Б)

– клястероспориозу и монилиозу **рода *Prunus L.***, включающих 8 образцов алычи культурной: сорта Царская, Аленушка, Татьяна, Злато Скифов, Скороплодная, Жемчужина и гибриды 84-14/11, 09-10/36; 8 – сливы домашней: сорта Пердригон, Стартовая, Баллада, Венгерка белорусская, Голиаф, Евразия 21, Нарач и гибрид 09-7/25; 3 – абрикоса: сорт Царь и гибриды 8-18/03, 8-28/03 (рис. 3.55);



А



Б



В



Г



Д



Е



Ж



З



И

Рисунок 3.55. – Образцы целевой признаковой коллекции источников устойчивости к кластероспориозу и монилиозу рода *Prunus* L.: сорта сливы домашней Пердригон (А), Венгерка (Б) и гибрид 09-7/25 (В); гибрид алычи культурной 09-10/36 (Г) и сорта Аленушка (Д), Скороплодная (Е), Царская (Ж); гибриды абрикоса: 18/03 (З), 8-28/03 (Е)

– американской мучнистой росе (сферотеке) **крыжовника**, включающих 22 генотипа: сорта Пушкинский, Салют, Малахит, Садко, Снежана, Черномор, Северный капитан, Высокий (Россия), Каптиватор (Канада), Консервный, Карпаты (Украина), Вирилад (Беларусь) и 10 гибридов белорусской селекции;

– источников комплекса признаков, определяющих пригодность к механизированной уборке плодов **крыжовника** – гибрид 04-2-248, сорта Ваяр, Вирилад (Беларусь), Высокий, Подарочный, Черномор (Россия), Hinnonmäen ruunainen (Финляндия);

– источников урожайности и крупноплодности **крыжовника**, включающих 5 сортов: Белорусский сахарный (Беларусь), Зеленый дождь, Снежана, Садко, Малахит (Россия), 4 гибрида белорусской селекции 1-1-6, 02-9-40, 02-3-53, 04-2-100 (рис. 3.56);



А



Б



В

Рисунок 3.56. – Образцы целевой признаковой коллекции источников урожайности и крупноплодности крыжовника: сорта Зеленый дождь (А), Малахит (Б) и гибрид 1-1-6 (В)

– источников признаков пригодности к механизированной уборке плодов **облепихи** вибрационным способом и способом срезки плодоносящих побегов – 16 сортов белорусской, российской и латышской селекции и 2 отечественных гибрида (рис. 3.57);



А



Б



В

Рисунок 3.57. – Образцы целевой признаковой коллекции источников пригодности к механизированной уборке облепихи: сорта Пламенная (А), Мария (Б) и гибрид 11-28-00 (В)

– источников пригодности к механизированной уборке **малины** – 7 интродуцированных сортов (Бальзам, Бригантина, Брянское диво, Геракл, Polana, Polka, Zeva Herbsternte) и 2 гибрида отечественной селекции (07-01-09, 13/1-02-08) (рис. 3.58);



А



Б



В

Рисунок 3.58. – Образцы целевой признаковой коллекции источников пригодности к механизированной уборке малины: сорта Бальзам (А), Polka (Б), Polana (В)

– источников продуктивности **малины ремонтантной**, которые представлены 6 сортами (Атлант, Колдунья, Нижегородец, Самородок, Снежить, Sugana) и 1 гибридом отечественной селекции от комбинации скрещивания Polka×6-20 (02-03-10);

– источников зимостойкости и высокой продуктивности **земляники садовой**, насчитывающих 6 образцов различного географического происхождения (Красный берег (Беларусь), Альфа, Кокинская заря, Соловушка, Фестивальная (Россия), Селвик (Selvik) (Польша);

– источников устойчивости к бурой и белой листовым пятнистостям **земляники садовой** (11 образцов) – Берегиня (Россия), Карнавал (Россия), Кокинская заря (Россия), Купава (Беларусь), Олимп (Россия), Славутич (Россия), Солнечная поляна (Россия), Любава (Россия), Саулене (Saulene) (Литва), Зенга прикоза (Senga prikoza) (Германия), Вима Ксима (Vima Xima) (Голландия) (рис. 3.59);



Рисунок 3.59. – Образец целевой признаковой коллекции источников устойчивости к листовым пятнистостям – сорт земляники садовой Senga prikoza

– источников ремонтантности **земляники садовой**, в состав коллекции входят 7 образцов: Берегиня, Любава, Елизавета, Гирлянда, Остара, Florin и Selva;

– сортов **смородины черной**, пригодных к механизированной уборке урожая, включающих 9 сортов (Катюша, Наследница, Память Вавилова, Сानюта, Церера, Ben Alder, Ben Hour, Ben Nevis, Titania) и сортов **смородины красной** – 4 сорта (Йонкер Ван Тетс, Коралловая, Красная Андрейченко, Рондом) (рис. 3.60);



А



Б

Рисунок 3.60. – Образцы целевой признаковой коллекции источников пригодности к механизированной уборке смородины черной и смородины красной: сорта Церера (А), Рондом (Б)

– устойчивости к американской мучнистой росе **смородины черной**, представленных 6 образцами Бинар, Рита, Шаровидная, Селеченская-2, Арапка, Кипиана, характеризующиеся зимостойкостью, высокой продуктивностью (до 9,1 т/га) и устойчивостью к американской мучнистой росе.

Стержневая коллекция смородины черной, включающая 20 образцов: 10 трех- (Рогнеда, Свитязянка, Рита, Альта, Думушка, Памяти Бардова, Чернеча, Аметист, Шаровидная, Болеро), 5 четырех- (Бинар, Голубичка, Деликатес, Добрыня, Вернисаж) и 5 пятигеномных сортов (Монисто, Заглядение, Чудное мгновение, Муравушка, Искушение) основе *Ribes nigrum* spp. *scandinavium*, *R. nigrum ussuriensis* Jancz., *R. glutinosum* Benth., *Grossularia reclinata* (L.) Mill., *R. pauciflorum* Turcz., *R. Janczewskii* Pojark.

– источников слабой силы роста **подвоев** черешни включают 4 образца подвоев с высотой растений не более 3 м: Россошанская 2, В-2-180, Gisela-5, Измайловский.

Сформированы 8 активных рабочих коллекций: персика – 17 образцов (рис. 3.61), хеномелеса японского – 10 (рис. 3.62), актинидии – 17 (рис. 3.63), шиповника – 14, кизила – 10, боярышника – 7, малино-ежевичных и землянично-клубничных гибридов – 6 и 2 соответственно, фундука или лещины – 176 образцов (рис. 3.64) с целью применения в научных, селекционных и образовательных программах, а также для расширения сортимента культуры в республике и дальнейшего внедрения выделенных сортов в производство.



А



Б

Рисунок 3.61. – Образцы активной рабочей коллекции персика: сорта Донецкий белый (А), Дачный (Б)



А



Б

Рисунок 3.62. – Цветки (А) и плоды (Б) хеномелеса японского сорта Лихтар



А



Б



В

Рисунок 3.63. – Образцы активной рабочей коллекции актинидии: плоды актинидии аргу́та (А), растение (Б) и плоды (В) актинидии коломи́кта



Рисунок 3.64. – Образцы коллекции фундука

Создание новых сортов. Привлеченные в коллекции новые интродуцированные образцы, выделенные источники целевых признаков коллекций, используются в качестве исходных форм в селекционных программах, направленных на создание отечественных конкурентоспособных сортов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда в процессе выполнения заданий ГЦП «Плодоводство» (2004–2010), ГНТП «Агрокомплекс» (2001–2015), ГНТП «Агропромкомплекс 2016–2020 гг.» и др.

В результате селекционной работы только за 2000–2018 гг. созданы более 60 сортов различных культур собственной селекции, широко ведется интродукция плодовых, ягодных культур и винограда. Новые сорта важнейшей плодовой культуры: яблони Белана, Весялина, Дарунак, Дьямент, Зорка, Красавіта, Нававіта, Надзейны, Поспех, Сакавіта, Сябрына отличаются высококачественными плодами, высокой урожайностью, устойчивостью к болезням, продолжительным сроком хранения; раннего срока созревания – Аксаміт, Елена, среднего – Паланэз, клон Антоновки – Антоновка Белсад. Это подтверждает избранную стратегию работы по сбору и использованию генетических ресурсов в Беларуси (*рис. 3.65*).

Сорта ягодных культур отечественной селекции отличаются высокой зимостойкостью, продуктивностью, устойчивостью к основным грибным болезням. Многие сорта традиционных ягодных культур (смородины черной Дабрадзья, крыжовника Ваяр, малины Услада и др.) пригодны к механизированной уборке плодов. Из малораспространенных ягодных культур включены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь: отечественные сорта аронии черноплодной – Вениса и Надзья – отборные формы от свободного опыления (2008); отечественные сорта от свободного опыления бузины черной – Багацце и Кладзезь (2014); отечественные сорта калины обыкновенной – Памяти Валентины (2004), Каралі (2017), интродуцированные сорта рябины садовой – Алая крупная – от скрещивания



Елена



Аксаміт



Антоновка Белсад



Белана



Весялина



Дыямент



Дарунак



Зорка



Нававіта



Красавіта



Поспех



Паланэз



Сябрына

Рисунок 3.65. – Новые сорта яблони интенсивного типа

рябины моравской и смеси пыльцы груши (2008), Гранатная – происхождение: *S.aucuparia*×*Crataegus sanguine* Pall, (2008), Концентра – происхождение неизвестно (2008); Невежинская – происхождение: *S.aucuparia*×сем. размножения (2008); Вефед – происхождение: получен от внутривидовой гибридизации отборных форм рябины сорта Невежинская (2012); Бурка – происхождение: гибрид ароники альпийской с рябиной обыкновенной (2012); отечественные сорта облепихи – Пламенная (2007), Гаспалар (2013), интродуцированные сорта облепихи – Мария (2015) и другие. Передан на госсортоиспытание Республики Беларусь отечественный сорт боярышника Сваяк – происхождение: отборная форма от свободного опыления (2018).

Всего на основе генофонда в РУП «Институт плодоводства» в 2000–2018 гг. создано: яблони – 13 сортов, груши – 22 сорта и 1 клон, сливы домашней – 3 сорта, алычи крупноплодной – 3, вишни – 5, черешни – 6, абрикоса – 3, ореха грецкого – 4, винограда – 4, подвоев плодовых культур – 1, земляники – 3, смородины черной – 5, красной – 2, крыжовника – 4, малины – 3, ежевики – 1, облепихи – 2, жимолости 2, калины – 2, ароники – 2, хеномелеса – 1, бузины черной – 2, боярышника – 1.

Включены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь (2019) 87 сортов белорусской селекции, полученных в 2000–2018 гг.: 22 – яблони, 8 – груши, 7 – сливы домашней, 5 – алычи крупноплодной, 4 – вишни, 6 – черешни, 1 – абрикос, 4 – ореха грецкого, 1 – винограда, 2 – земляники, 5 – смородины черной и 2 – красной, 4 – крыжовника, 3 – малины, 1 – ежевики, 2 – облепихи, 2 – жимолости, 2 – калины, 2 – ароники, 1 – хеномелеса, 2 – бузины черной, 1 – подвоев плодовых культур, а также 127 **интродуцированных сортов** плодовых и ягодных культур, выделенные после коллекционного изучения в РУП «Институт плодоводства».

Заключение

Генетические ресурсы плодовых, ягодных, овощных культур и картофеля являются ценным стратегическим потенциалом Республики Беларусь, который сохраняется и пополняется. Переход на международные принципы формирования различных типов коллекций, поиск новых источников хозяйственно ценных признаков конкретизирует объекты селекционных программ по наиболее актуальным направлениям, тем самым сокращая затраты на первоначальном этапе селекционного процесса в 2–3 раза, что позволяет экономить в эквиваленте 10–20 тыс. дол. США затрат на создание сорта. Ключевыми параметрами, определяющими ценность селекционных источников, являются устойчивость к заболеваниям, качество плодов и пригодность к механизированному сбору урожая.

Глубокие исследования уже имеющегося материала генетических ресурсов направлены для использования 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 картофеля, овощей, плодов, ягод, посадочного материала новых сортов за рубеж.

Список использованной литературы

1. Bradshaw, J.E. Improving the yield, processing quality and disease and pest resistance of potatoes by genotypic recurrent selection / J.E. Bradshaw. – Irdning, 2009. – P. 43–46.
2. Букасов, С.М. Селекция и семеноводство картофеля / С.М. Букасов // Культура картофеля. – М., 1937. – С. 13–29.
3. Альсмик, П.И. Методы и результаты селекции картофеля на повышенное содержание сухих веществ / П.И. Альсмик // Картофель. – Минск : Ураджай, 1966, – С. 3–20.
4. Юрков, Е.Б. Опыт выведения высокоурожайных, фитофтороустойчивых и скороспелых гибридов картофеля / Е.Б. Юрков // Материалы декабрьской сессии АН БССР. – Минск, 1938. – С. 157–159.
5. Сосина, Э.Ф. Итоги селекции картофеля / Э.Ф. Сосина // Работы молодых ученых : мат. 1-й конф. молодых уч. и асп. по плодоводству, овощеводству и картофелеводству / БелНИИПОК. – Минск : Ураджай, 1968. – С. 176–179.
6. Пушкарев, И.И. Выведение высококрахмалистых сортов картофеля / И.И. Пушкарев // Материалы конф. науч.-исследовательских учрежд. БССР ; Мин. с.-х. БССР. – Минск, 1953. – С. 296–314.
7. Купчина, С.Н. Итоги работ отдела картофеля Белорусского научно-исследовательского института земледелия и ближайшие задачи исследований / С.Н. Купчина // Материалы науч.-технич. совещания по картофелю : труды БелНИИКПО. – Минск, 1958. – С. 100–108.
8. Семенова, И.А. Использование вида *S.demissum* Lindl. при селекции на повышенное содержание сухих веществ / И.А. Семенова // Картофель. – Минск : Ураджай, 1972. – С. 60–70.
9. Томчук, Н.Г. Использование вида *Соляnum андигенум* Юз. и Бук. при выведении гибридов картофеля с повышенным содержанием белка : автореф. дисс. канд. с.-х. наук ; БелНИИ земледелия. – Гродно, 1965. – 21 с.
10. Томчук, Н.Г. Сочетание белковости с другими хозяйственно-ценными признаками у гибридов картофеля с формами вида *Solanum andigenum* Juz. et Buk. // Картофель. – Минск : Урожай, 1966. – С. 37–42.
11. Пантюхина, Л.А. Селекция нематодоустойчивых сортов картофеля в Белоруссии / Л.А. Пантюхина. – Минск : Ураджай, 1977. – 105 с.
12. Пантюхина, Л.А. Использование сложных межвидовых гибридов в селекции столовых сортов картофеля / Л.А. Пантюхина // Картофель. – Минск : Ураджай, 1966. – С. 16–21.
13. Купчина, С.Н. Использование видов *S. phureja*, *S. rubinii*, *S. macmillani*, *S. kesselbrenneri* и других при выведении сортов картофеля с повышенным содержанием белка / С.Н. Купчина // Картофель. – Минск : Урожай, 1972. – С. 70–77.
14. Кремнева, А.М. Отбор фитофтороустойчивых сеянцев картофеля на ранних этапах селекции / А.М. Кремнева, С.Н. Купчина : тез. докл. VII Всесоюз. совещ. по иммунитету с.-х. раст. к болезням и вредителям, Омск 4–7 авг. – Новосибирск, 1981. – С. 279.

15. Демидко, Я.Д. Анализ межвидового гибридного потомства картофеля по хозяйственно-биологическим показателям / Я.Д. Демидко // Пути интенсификации картофелеводства в БССР. – Минск, 1983. – С. 14–21.
16. Букасов, С.М. Культурная флора СССР, Картофель / С.М. Букасов [и др.]. – Ленинград, Колос. 1971. – 445 с.
17. Hawkes, J.G. A revision of tuber-bearing *Solanum* (second edition) / J.G. Hawkes // Scottish Plant Breeding Station Record, 1963. – 181 p.
18. Hawkes, J.G. Origins cultivated potatoes and species relationships / J.G. Hawkes // Potato Genetics CAB International. – 1994. – P. 3–42.
19. Corell, D. The Potato and its wild relatives. Section Tuberatum of genus *Solanum* / D. Corell // Texas Research Foundation Renner. – Texas, 1962. – 606 p.
20. Hawkes, J.G. Biosystematic of the potato / J.G. Hawkes // At the same place. – London : Chapman and Hall., 1978. – P. 15–69.
21. Горбатенко, Л.Е. Конспект системы секции *Petota* Dumort. рода *Solanum* L. из Южной Америки // Сб. научн. трудов по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л. : Мир, 1984. – С. 92–108.
22. Spooner, D.M. Reclassification of landrace of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*) / D.M. Spooner, Z. Huaman // Amer. J. Bot. – 2002. – V. 89. – P. 947–965.
23. Горбатенко, Л.Е. Виды картофеля Южной Америки / Л.Е. Горбатенко. – СПб. : ВИР, 2006. – 458 с.
24. Ивановская, Е.В. Гаплоидное растение *S. tuberosum* / Е.В. Ивановская // Доклады АН СССР. – 1939. – Т. 24. – С. 488–491.
25. Jackson, S.A. Crossability between cultivated and wild tuber- and non-tuber-bearing *Solanums* / S.A. Jackson, R.E. Hanneman // Euphytica. – 1999. – Vol. 109. – P. 51–67.
26. Подгаецкий, А.А. Межвидовая несовместимость картофеля. / А.А. Подгаецкий // Методы и способы ее преодоления. Методические рекомендации. – Киев : Институт картофелеводства, 1993. – 99 с.
27. Ермишин, А.П. Несовместимость при межвидовой и внутривидовой гибридизации диплоидного картофеля и пути ее преодоления / А.П. Ермишин // Весці НАН Беларусі. Сэрыя біял. Навук. – 2001. – № 3. – С. 105–118.
28. Сидоров, В.А. Соматическая гибридизация пасленовых / В.А. Сидоров и [др.]. – Киев : Наукова думка, 1985. – 132 с.
29. Rokka, V.M. Androgenic haploidization and interspecific and intraspecific somatic hybridization in potato germplasm development / V.M. Rokka // Academic dissertation. – Helsinki, 1998. – 62 p.
30. Гавриленко, Т.А. Межродовая, межвидовая, внутривидовая гибридизация пасленовых на примере *Solanum* и *Lycopersicon* (генетические и биотехнологические аспекты) : автореф. дис. ... докт. биол. наук / Т.А. Гавриленко // Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. – С.-Петербург, 1999. – 40 с.
31. Сидоров, В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция / В.А. Сидоров. – Киев : Наукова Думка, 1990. – С. 219–223.
32. Гавриленко, Т.А. Создание новых форм культурных растений с использованием методов клеточной инженерии / Т.А. Гавриленко // Молекулярная генетика, геномика и биотехнология : мат. Междунар. науч. конф., Минск, 24–26 ноября 2004 г. / НАН Беларуси, ИГиЦ НАН Беларуси, Белорусское общество генетиков и селекционеров, Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований. – Минск, 2004. – С. 149–150.
33. Мишин, Л.А. Генофонд овощных культур в Беларуси и его использование в селекции / Л.А. Мишин, Н.П. Купреенко, Л.В. Хотылева, Н.А. Юбка, Т.Г. Агейко // Состояние и перспективы инновационного развития овощеводства : мат. Междунар. науч.-практич. конференции (п. Самохваловичи, 8–11 июля 2014 г.) – Минск : Институт овощеводства, 2014. – С. 49–53.

34. Купреенко, Н.П., Корецкий В.В. Результаты селекции озимого чеснока в условиях Республики Беларусь / Н.П. Купреенко, В.В. Корецкий // Состояние и перспективы инновационного развития овощеводства : мат. Междунар. науч.-практич. конференции (п. Самохваловичи, 8–11 июля 2014 г.) – Минск : Институт овощеводства, 2014. – С. 37–40.

35. Мишин, Л.А. Роль генетических коллекций в селекции овощных культур / Л.А. Мишин // Технологические приемы производства экологически безопасной продукции растениеводства : мат. Междунар. научно-практич. конф. – Мн. : ИВЦ Минфин, 2016. – С. 213–216.

36. Мишин, Л.А. Генофонд овощных культур в Беларуси и его роль в селекции / Л.А. Мишин // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 4. – С. 29–31.

37. Мишин, Л.А. Создание и использование генофонда при селекции овощных культур в Беларуси / Л.А. Мишин, Н.П. Купреенко, Л.В. Хотылева, Л.А. Тарутина, Н.А. Юбко, Т.Г. Арейко // Овощеводство : сб. науч. тр. ; РУП «Институт овощеводства». – Минск, 2014. – Т. 22. – С. 108–116.

38. Войтехович, И.М. Поиск устойчивых к кладоспориозу генотипов для селекции томата защищенного грунта на болезнеустойчивость / И.М. Войтехович, Л.А. Мишин // Состояние и перспективы инновационного развития овощеводства : мат. Междунар. науч.-практич. конференции (п. Самохваловичи, 8–11 июля 2014 г.). – Минск : Институт овощеводства, 2014. – С. 24–25.

39. Войтехович, И.М. Результаты оценки селекционного коллекционного материала томата на устойчивость к комплексу болезней в условиях искусственного инфекционного фона / И.М. Войтехович, Л.А. Мишин // Овощеводство : сб. науч. тр. – Минск, 2009. – Т. 15. – С. 237–245.

40. Ивановская, М.В. Характеристика сортов томата открытого грунта по продуктивности и пораженности фитофторозом / М.В. Ивановская // Овощеводство : сб. науч. тр. – Минск, 2012. – Т. 20. – С. 70–77.

41. Мишин, Л.А. Селекционная оценка нового исходного материала перца сладкого в пленочных теплицах в Беларуси / Л.А. Мишин, Н.А. Юбко, Т.Г. Арейко, Т.Г. Шалькевич / Сб. науч. тр. ; РУП «Институт овощеводства». – 2017. – Т. 25. – С. 73–78.

42. Налобова, В.Л. Инфицированность сортообразцов томата и огурца вирусом табачной мозаики (Tobaccomosaicvirus) и вирусом огуречной мозаики (Cucurbitmosaicvirus) / В.Л. Налобова, Л.А. Мишин [и др.] // Овощеводство : сб. науч. тр. ; РУП «Институт овощеводства». – 2017. – Т. 25. – С. 93–97.

43. Тарутина, Л.А. Реализация генотипической изменчивости у томата защищенного грунта (*Lycopersicon esculentum* Mill.) в процессе периодического отбора / Л.А. Тарутина, Л.А. Мишин, В.Н. Кавцевич, Л.В. Хотылева // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – № 3. – С. 45–50.

44. Налобова, В.Л. Результаты оценки сортообразцов овощных культур на пораженность грибными, бактериальными и вирусными патогенами / В.Л. Налобова, Н.С. Опимах, Ю.М. Налобова, И.В. Шайтуро, И.М. Войтехович, М.В. Ивановская // Овощеводство : сб. науч. тр. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 133–140.

45. Максименя, Е.В. Селекция овощного гороха в условиях Республики Беларусь / Е.В. Максименя // Состояние и перспективы инновационного развития овощеводства : мат. Междунар. науч.-практич. конференции (п. Самохваловичи, 8–11 июля 2014 г.). – Минск : Институт овощеводства, 2014. – С. 46–49.

46. Пашкевич, А.М. Оценка коллекционных сортообразцов фасоли овощной по хозяйственным и биолого-морфологическим признакам / А.Н. Пашкевич, Е.С. Досина-Дубешко // Овощеводство : сб. науч. тр. ; РУП «Институт овощеводства». – Минск, 2015. – Т. 23. – С. 139–144.

47. Хлебородов, А.Я. Результаты и направления селекции тыквы крупноплодной в Беларуси для промышленной переработки / А.Я. Хлебородов, Л.Ю. Гребенникова // Со-

временное состояние и перспективы инновационного развития овощеводства : мат. научно-практической конференции ; РУП «Институт овощеводства». – Самохваловичи, 2015. – С. 24–27.

48. Налобова, В.Л. Характеристика перспективных гибридов огурца партенокарпического типа для пленочных теплиц / В.Л. Налобова, И.В. Шайтуро // Овощеводство : сб. науч. тр. – Минск, 2012. – Т. 20. – С. 161–168.

49. Головина, Н.С. Оценка коллекционных сортообразцов капусты белокочанной по хозяйственным, биолого-морфологическим признакам и пораженности болезнями / Н.С. Головина // Овощеводство : сб. науч. тр. – Минск, 2006. – Т. 12. – С. 21–29.

50. Бохан, А.И. Результаты интродукции редьки китайской в условиях Беларуси / А.И. Бохан // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 5 – С. 66–69.

51. Бохан, А.И. Селекция и семеноводство моркови столовой : монография / А.И. Бохан, Ю.М. Налобова. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 207 с.

52. Васько, А.С. Селекция корнеплодных овощных культур в Беларуси / А.С. Васько, В.В. Опимах, М.И. Федорова, А.И. Бохан, Ю.М. Налобова // Современное состояние и перспективы инновационного развития овощеводства : мат. науч.-практич. конф. ; РУП «Институт овощеводства». – Самохваловичи, 2015. – С. 11–12.

53. Опимах, В.В. Результаты оценки коллекционных сортообразцов дайкона по комплексу хозяйственно ценных признаков в условиях Беларуси / В.В. Опимах // Овощи России. – 2013. – № 3. – С. 25–27.

54. Опимах, В.В. Оценка коллекционных сортообразцов свеклы столовой на устойчивость к *Cercospora beticola* Sacc. в условиях Беларуси / В.В. Опимах, Н.С. Опимах // Овощеводство : сб. науч. тр. ; РУП «Институт овощеводства». – Минск, 2015. – Т. 23. – С. 123–131.

55. Козловская, З.А. Оценка и использование генофонда плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда в Республике Беларусь / З.А. Козловская, А.А. Таранов, Л.В. Легкая // Факториї експериментальної еволюції організмів : зб. наук. праць / НАН України, НААН України, НАМН України, Ін-т молекулярної біології і генетики НАН України, Укр. о-во генетиків і селекціонерів ім. Н.І. Вавилова ; редкол.: В.А. Кунах (гл. ред.) [и др.]. – Киев, 2013. – Т. 13. – С. 62–65.

56. Козловская, З.А. Селекция яблоны в Беларуси / З.А. Козловская. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 457 с.

57. Kazlouskaya, Z. Breeding of new apple cultivars in Belarus / Z. Kazlouskaya [et all.] // Proceedings of The Latvian Academy of sciences. – Riga, 2013. – Vol. 67. – № 2. – P. 94–100.

58. Каталог генетического фонда плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда // Каталог национального генетического фонда хозяйственно-полезных растений / НПЦ НАН Беларуси по земледелию ; редкол.: Ф.И. Привалов [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2012. – Кн. 2. – Гл.3. – С. 149–256.

59. Современный сортимент садовых насаждений Беларуси / РУП «Институт плодоводства» ; под ред. З.А. Козловская, В.А. Самусь. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 265 с.

60. Методика по сбору и сохранению в живом виде коллекций плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда / З.А. Козловская [и др.] // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол. : В.А. Самусь [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2017. – Т. 29. – 2017 – С. 190–201.

61. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур ; под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел : Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

62. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability: UPOV [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.upov.int/test_guidelines/en/list.jsp. – Date of access: 08.11.2012.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И БАНК ДНК РАСТЕНИЙ ГНУ «ИНСТИТУТ ГЕНЕТИКИ И ЦИТОЛОГИИ НАН БЕЛАРУСИ»

4.1 ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Интенсивное развитие селекции требует постоянного расширения и пополнения генетического фонда хозяйственно-полезных растений новыми источниками и донорами желательных для селекционера признаков. В ИГЦ НАН Беларуси впервые проведена направленная работа по созданию генетических коллекций качественно нового генофонда зерновых, технических, овощных, масличных культур и картофеля с помощью молекулярно-биотехнологических методов и биотехнологий, идентификация его с использованием морфологических, биохимических (белковых), молекулярно-цитогенетических и ДНК-маркеров и включение оригинального генофонда в Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь и селекционный процесс.

Наибольшую ценность представляют генетические коллекции полиплоидов и анеуплоидов, мутантов, рекомбинантов, хромосомно-дополненных, замещенных и транслоцированных линий, генетических тестеров, источников самофертильности и цитоплазматической мужской стерильности, созданные с использованием классических методов инбридинга, внутрисортной и отдаленной гибридизации, разных уровней отбора, методов биотехнологии, а также молекулярно-генетических методов. Были созданы, систематизированы и поддерживаются имеющиеся рабочие коллекции зерновых культур, сахарной свеклы, картофеля, льна, томата, перца, подсолнечника. Объектами исследований послужили новые генетически идентифицированные формы тритикале, секалотритикум, льна, томата, перца, свеклы, картофеля, подсолнечника, самофертильные и МС-линии ржи, линии пшеницы, хромосомно-замещенные линии тритикале и секалотритикум. Для проведения исследований использованы методы: внутри-

видовой и интрогрессивной гибридизации, инбридинг, полиплоидизация и деплоидизация, культура пыльников *in vitro*, а также морфологические, биохимические (белковые), молекулярно-цитогенетические (С-бэндинг, FISH, GISH, MFISH) и ДНК-маркеры (монолокусные SSR, мультилокусные – RAPD, R/AFLP).

Генетические коллекции хозяйственно полезных растений ИГЦ НАН Беларуси постоянно расширяются и изучаются. В Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь переданы:

- 21 моносомная и 21 дисомная линия яровой пшеницы Опал,
- 5 линий удвоенных гаплоидов яровой пшеницы,
- 5 эуплазматических и 29 аллоплазматических линий яровой пшеницы (плазмы других видов и гены устойчивости к возбудителю бурой ржавчины (Lr10, Lr23)),
- 22 линии диплоидной ржи (источники самофертильности (Sf), источники ЦМС P- и G-типов, закрепители стерильности (rf) и восстановители фертильности (Rf)),
- 8 новых тетраплоидов ржи (дуплицированный геном в зиготе, цитологическая стабильность, селекционно-генетические эффекты дупликации),
- 8 хромосомно-замещенных линий тритикале (различное сочетание хромосом A, B и D геномов),
- 6 линий гексаплоидных тритикале (с генетическим материалом *Aegilops sharonensis*),
- 23 ржано-пшеничных амфидиплоидов (секалотритикум) (цитоплазма ржи, адаптивность и устойчивость к болезням, продуктивность),
- 143 дигаплоида картофеля (гены устойчивости к патогенам, доноры высокой фертильности пыльцы, источники мейотической мутации *fs*),
- 18 соматклонов картофеля (гены устойчивости к X- и L-вирусам),
- 19 линий подсолнечника (стерильные аналоги (ms), закрепители стерильности (rf) и восстановители фертильности (Rf)),
- 30 коллекционных образцов диких видов льна (гены экологической адаптивности),
- 33 коллекционных образца льна-долгунца (источники генов устойчивости к полеганию, вредителям, болезням и высокой продуктивности семян),
- 3 линии томата индетерминантного типа,
- 2 многомаркерные мутантные линии томата (гены морфологических признаков),
- 6 дигаплоидных гиногенетических линий сахарной свеклы (гомозиготные, много-/одноростковость),
- 7 инбредных линий и 3 районированных гибрида подсолнечника.

Ежегодно профильные генетические коллекции образцов пополняются, привлекаются для их изучения новые современные методы исследования, охарактеризованный материал передается в Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь и использования в селекционном процессе.

4.1.1. Томат (*Solanum lycopersicum* L.) и перец (*Capsicum annuum* L.)

Важнейшей задачей селекции большинства сельскохозяйственных культур, в частности томата и перца, является создание форм, имеющих наряду с урожайностью и высокое качество плодов. Вопросы качества носят комплексный характер. Прежде всего, это высокое содержание биохимических ценных веществ в связи с их антиоксидантными свойствами. Вместе с биохимическими показателями плодов, важными являются и технологические, позволяющие сохранить высокое качество продукции длительный период. Способом увеличения этого периода является создание сортов с длительным периодом созревания, а также устойчивых к комплексу возбудителей болезней.

Большой практический интерес и актуальность представляет комбинирование генов, обеспечивающих высокие технологические качества, с генами, контролирующими содержание каротиноидов и флавоноидов, что позволяет создавать формы одновременно с высокими биохимическими показателями и длительным периодом хранения плодов без использования химикатов и специальных денежно- и материально затратных технологий.

В лаборатории экологической генетики и биотехнологии при изучении генетических механизмов, контролирующих признаки качества плодов, созданы формы томата и перца с широким спектром окраски, обусловленной накоплением пигментов, принадлежащих к двум группам вторичных метаболитов – изопреноидам (каротиноиды) и флавоноидам (халконы, антоцианы) (рис. 4.1). Материалом для отбора служили формы коллекций Института генетики и цитологии, Института овощеводства, Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, а также ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (РФ).

За большим разнообразием признаков окраски стоит целый комплекс генов растений, обеспечивающий синтез нужных пигментов в определенный момент времени в нужной части растения. Это структурные гены, кодирующие ферменты, необходимые для последовательных превращений исходных органических молекул в конечные пигментные соединения, от-



Рисунок 4.1. – Различная окраска плодов *Solanum lycopersicum* и *Capsicum annuum* на стадиях полной и технической спелости

носящиеся к довольно консервативной части геновой сети биосинтеза растительных пигментов. Другая группа генов – это регуляторные гены, активирующие экспрессию структурных генов. Согласно литературным данным, наблюдаемое на фенотипическом уровне межвидовое и внутривидовое разнообразие по признакам окраски связано именно с генами, кодирующими регуляторные факторы биосинтеза пигментных соединений. Комбинирование различных аллелей структурных и регуляторных генов в одном генотипе приводит к еще более широкому спектру проявлений на фенотипическом уровне у соответствующего вида.

Возможность создания разнообразного материала обеспечивалась сочетанием классических методов селекции с современными молекулярными методами. С использованием разработанных маркеров на этапе подбора родительских форм, а также на этапе расщепления признаков в гибридной популяции F_2 осуществлялось поэтапное пирамидирование генов качества.

На первом этапе были объединены в одном генотипе аллели структурных генов, участвующих в процессе биосинтеза и трансформации каротиноидов: ферментов фитоинсинтазы (*PSY*) – *r(PSY1)*, каротиноидной изомеразы *CRTISO* – *t* (tangerine), ликопин- β -циклазы (*CYCB*) – *B* (*Beta*), *b* (*beta*) и *old-goldcrimson* (*og^c*) и регуляторных генов, удлиняющих срок созревания плодов и уменьшающих накопление каротиноидов: *rin* (ripening-inhibitor), *nor* (nonripening), *nor^A* (alcobasa). На рисунке 4.2 представлена одна из топ-кроссных схем скрещивания.

На этапе расщепления F_2 отобраны гомозиготные формы с различным сочетанием структурных и регуляторных генов. В следующий цикл скрещиваний полученные гомозиготные формы были вовлечены в гибридизацию для дальнейшего селекционного улучшения генотипа с формами











The parental forms		Mo577(<i>rin</i>)	Mo948(<i>nor</i>)	Mo950(<i>nor^A</i>)	Long keeper
					
The maternal forms					
Yellow oxheart (<i>t</i>)					
Bonia (<i>og^c</i>)					
Cherry prints (<i>gf-3</i>)					
Zolotoy					
Luch (<i>B</i>)					
Fleim (<i>B</i>)					

Рисунок 4.2. – Схема создания гибридов томата, сочетающих гены длительного периода сохранности плодов (*rin*, *nor* и *nor^A*) и повышенного содержания каротиноидов (*B*, *og^c*, *t*)

Ликопиновый и Черная груша, несущими аллели, косвенно регулирующие накопление каротиноидов – *high pigment dark green (hp-2^{dg})*, способствующих увеличению количества и размера пластид, и *green flesh (gf-3)*, модифицирующих процесс разрушения хлорофилла, также выполнены отборы гомозиготных по трем парам аллелей форм в поколении F₂₋₃ (табл. 4.1).

Наряду с каротиноидами, у томата на биохимический состав и окраску плодов большое влияние оказывают две группы флавоноидов: антоцианы и халконы. Основное их накопление происходит в кожице плодов. Антоцианы придают оттенки от синего до черного на стадии созревания плодов при прямом, особенно излишнем попадании света на плоды. Наличие халконов в кожице плодов делает ее малопрозрачной, придавая желтый оттенок. Для создания форм с различным накоплением флавоноидов и каротиноидов у томата использованы образцы, полиморфные по гену *SIMYB12* (*Y* и *y*), регулиющему накопление флавоноида халкон-норингенина в кожице плодов томата (Дачный, ИСИ 7-10); и гену *Anthocyanin 1* (*Ant1* и *ant1*), кодирующему *Myb* фактор транскрипции, регулиющему

Таблица 4.1. – Комбинации томата с сочетанием аллелей генов замедленного срока созревания и повышенного содержания каротиноидов

Комбинация F ₂₋₃	Аббревиатура	Сочетания аллелей генов качества
ЛОН _М x Ликопиновый	ЛОПН _М	<i>nor/nor//ogc/ogc//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
	ЛОПН _Д	<i>nor^{wt}/nor^{wt}//ogc/ogc//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
ЛОР _М x Ликопиновый	ЛОПР _М	<i>rin/rin//ogc/ogc//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
	ЛОПР _Д	<i>rin^{wt}/rin^{wt}//ogc/ogc//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
ЛВН _М x Ликопиновый	ЛВРН _М	<i>nor/nor//B/B//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
	ЛВРН _Д	<i>nor^{wt}/nor^{wt}//B/B//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
ЛВР _М x Ликопиновый	ЛВРН _М	<i>rin/rin//B/B//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
	ЛВРН _Д	<i>rin^{wt}/rin^{wt}//B/B//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
ЛГН _М x Ликопиновый	ЛГРН _М	<i>nor/nor//gf-3/gf-3//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
ЛГР _М x Ликопиновый	ЛГРН _М	<i>rin/rin//gf-3/gf-3//hp2^{dg}/hp2^{dg}</i>
ЛОН _М x Черная груша	ЛОГН _М	<i>nor/nor//gf-3/gf-3//ogc/ogc</i>
	ЛОГН _Д	<i>nor^{wt}/nor^{wt}//gf-3/gf-3//ogc/ogc</i>
ЛОР _М x Черная груша	ЛОГР _М	<i>rin/rin//gf-3/gf-3//ogc/ogc</i>
	ЛОГР _Д	<i>rin^{wt}/rin^{wt}//gf-3/gf-3//ogc/ogc</i>
ЛВН _М x Черная груша	ЛВГН _Д	<i>nor/nor//B/B//gf-3/gf-3</i>
	ЛВГН _Д	<i>nor^{wt}/nor^{wt}//B/B//gf-3/gf-3</i>
ЛВР _М x Черная груша	ЛВГР _М	<i>rin/rin//B/B//gf-3/gf-3</i>
	ЛВГР _Д	<i>rin^{wt}/rin^{wt}//B/B//gf-3/gf-3</i>



Рисунок 4.3. – Формы томата с различными структурными и регуляторными генами: 1 – *ogc/hp2^{dg}*; 2 – *B/hp2^{dg}*; 3 – *B/gf-3*; 4 – *B/hp2^{dg}/nor*; 5 – *ogc/ gf-3/rin*; 6 – *gf-3 /hp2^{dg}/nor*

накопление антоциана в различных частях растений и определяющему степень проявления антоциановой окраски (Индиго). Аллель *Y* определяет накопление халкон-норингенина в кожице плодов, аллель *y* – отсутствие синтеза халкон-норингенина и прозрачность кожицы. Аллель *Ant1* гена *Anthocyanin 1* детерминирует высокое накопление антоцианов в кожице плодов, *ant* – отсутствие синтеза антоцианов. В таблице 4.2 представлены примеры скрещиваний образцов с различным составом генов качества и отобранные в поколении F₂ сочетания аллелей.

Таблица 4.2. – Образцы *Solanum lycopersicum* с различными сочетаниями аллелей, регулирующих накопление каротиноидов и флавоноидов

Комбинация F ₂	Сочетания аллелей
Индиго (<i>b /Ant/Y</i>)×Дачный (<i>t/ant/y</i>)	<i>t/t//Ant1/ant1//Y/y</i> <i>t/t//ant/ant//Y/Y</i> <i>b/b//Ant/Ant//Y/Y</i> <i>b/b//Ant/ant//y/y</i>
Дачный (<i>t/y</i>)×ЛВРР _М (<i>B/hp2dg/rin</i>)	<i>rin/rin//t/t//B/B//Y/Y</i>
	<i>rin/rin//t/t//hp2dg/hp2dg//Y/Y</i>
	<i>t/t//B/B//hp2dg/hp2dg//Y/Y</i>
	<i>b/b//t/t//hp2dg/hp2dg</i>



1

2

3



1

2

3

4

5

Рисунок 4.4. – Образцы *Solanum lycopersicum* с различными сочетаниями аллелей, регулирующих накопление каротиноидов и флавоноидов (1 – *b/b//Ant/Ant//Y/Y*, 2 – *b/b//Ant/ant//y/y*, 3 – *t/t//Ant1/ant1//Y/y*, 4 – *rin/rin^{wt}//B/B//hp2dg/hp2dg//Y/Y*, 5 – *rin/rin//t/t//B/B//Y/Y*)

Параллельно с генами, определяющими качественный и количественный состав каротиноидов, проводился контроль аллелей, определяющих устойчивость к болезням: кладоспориозу (*Cf2*, *Cf4*, *Cf5*, *Cf9*), фузариозу (*I-2*, *I-2C*), мелойдогинозу (*Mi-1.2*), вирусу мозаики томата (*Tm2*, *Tm2²*), вирусу бронзовости (*Sw5-2*); аллелей, определяющих рост и развитие главного и боковых побегов (*sp*, *ls¹*, *ls²*, *bl-1*, *to-2*). По результатам испытаний в условиях защищенного и открытого грунта отобраны линии с комплексом хозяйственно ценных признаков. Нарботанный селекционный материал

используется для создания высокоурожайных сортов и гибридов как крупноплодных, так и мелкоплодных форм томата с улучшенными технологическими и биохимическими качествами плодов.

Для создания форм перца сладкого с высоким качеством плодов проводился отбор по генам, определяющим накопление различных пигментов на стадиях технической и биологической зрелости. Структурным геном, полиморфизм по которому определяет накопление различных пигментов в плодах на биологической спелости, является ген фермента капсантин-капсорубинсинтазы *Y*. Его доминантный аллель детерминирует накопление красных пигментов капсантина и капсорубина, рецессивный аллель – желтых пигментов зеаксантина, виолаксантина, неоксантина. К регуляторным генам, влияющим на окраску плодов перца относится гомолог гена *green flesh (gf)* томата *chlorophyll retainer (cl)*, приводящий к накоплению хлорофилла в зрелых плодах. В зависимости от сочетания аллеля *cl* с *Y* или *y*, цвет зрелых плодов может быть коричневым или оливково-зеленым. Растения с *cl* и доминантным аллелем *Y*, формируют коричневый плод из-за одновременного накопления хлорофилла и красных каротиноидов. Сочетание аллеля *cl* с рецессивной гомозиготой по *y* аллелю приводит к образованию оливково-зеленых плодов. Наряду с изменением окраски, аллель *cl* ведет к увеличению периода созревания плодов. К числу изучаемых нами регуляторных генов, влияющих на накопление пигментов на стадии технической спелости, относятся аллели гена *Myb113-like* фактора, определяющего накопление антоцианов в плодах перца. Отбор образцов с максимальным накоплением антоцианов и их полным отсутствием проводился с помощью разработанных нами маркеров. Для отбора белесых форм на стадии технической спелости разработан маркер к гену транскрипционного фактора *APRR2-LIKE*. К числу регуляторных аллелей, типизируемых нами на селекционном материале, относятся аллели гена *NAC-NOR*, гомолога томатного *LeNAC-NOR* гена. В пределах рода *Capsicum* выявлен полиморфизм данного гена с различной степенью удлинения периода созревания плодов. Выполнены отборы форм перца сладкого с аллелем *norc 415*, удлиняющим период созревания на 7–14 дней.

Аналогично методам отбора форм томата, обязательным этапом селекции является ДНК-скрининг образцов перца по аллелям устойчивости к болезням и вредителям: к галловой нематоды (*Me1*), к *Y*-вирусу картофеля (*pvr1*) и мучнистой росе (*pm*), к вирусу пятнистого увядания томата (*Tsw*), к вирусу огуречной мозаики (*Cmr1*). Важной особенностью плодов перца является их способность накапливать капсаицин, который выполняет защитные функции, придавая плодам различную степень остроты. В связи с этим, в селекционном процессе сладкого перца также проводится кон-

Таблица 4.3. – Образцы *Capsicum annuum* с различными сочетаниями аллелей качества плодов

Образец	Аллельный состав	Окраска плодов	
		Техническая спелость	Биологическая спелость
Черный красавец	<i>Cl/Ccs/Anc/pm/norc427</i>	Чернильный	Темно-красный
Шоколадная красавица	<i>cl/Ccs/Me1/pm/norc427</i>	Зеленый	Т-коричневый
Сиреневый	<i>Cl/ccs/Anc/APRR2/pm/norc424</i>	Сиреневый	Желто-оранжевый
Л-45-11	<i>cl/ccs/pm/norc427</i>	Темно-зеленый	Темно-желтый
Л-160-10	<i>Cl/Ccs/Me1/pm/norc427</i>	Белесый	Красный
Желтый букет	<i>Cl/ccs/pm/norc424</i>	Темно-зеленый	Желтый
Оранжевое наслаждение	<i>Cl/ccs/Me1/pm/norc427</i>	Темно-зеленый	Оранжевый
Л-45-11×Шоколадная красавица F ₃	<i>cl/ccs/Me1/pm</i>	Темно-зеленый	Оранжевый
	<i>cl/Ccs/Me1/pm</i>	Темно-зеленый	Темно-коричневый
Л-45-11×Л-80 F ₄	<i>cl/ccs/pm/norc427</i>	Зеленый	Оливково-желтый
	<i>Cl/ccs/pm/norc427</i>	Зеленый	Желтый
Л-45-11×Сиреневый F ₄	<i>cl/ccs/Anc/pm/norc427</i>	Фиолетовый	Желто-зеленый
	<i>Cl/Ccs/pm/norc424</i>	Зеленый	Красный
Л-45-11×Черный красавец F ₄	<i>cl/Ccs/Anc/pm/norc424</i>	Темно-фиолетовый	Коричневый
	<i>cl/Ccs/Anc/pm/norc427</i>	Темно-фиолетовый	Темно-коричневый
	<i>cl/ccs/pm/norc427</i>	Светло-зеленый	Оливково-желтый
	<i>cl/ccs/pm/norc427</i>	Светло-зеленый	Оливково-оранжевый
	<i>cl/ccs/pm/norc427</i>	Темно-зеленый	Оранжевый
Л160-10×Л-45-11 F ₄	<i>Cl/Ccs/pm/norc427</i>	Темно-зеленый	Темно-красный
	<i>Cl/Ccs/Me1/pm/norc424</i>	Белесый	Красный
	<i>cl/Ccs/Me1/pm/norc427</i>	Светло-зеленый	Коричневый
Желтый букет×Л-45-11 F ₄	<i>Cl/ccs/pm/norc427</i>	Темно-зеленый	Желтый
Оранжевое наслаждение×Л-45-11 F ₄	<i>Cl/ccs/pm/norc424</i>	Темно-зеленый	Оранжевый
Черный красавец×Л-45-11 F ₄	<i>Cl/Ccs/Anc/Me1/pm/norc424</i>	Фиолетовый	Темно-красный
	<i>cl/Ccs/Me1/pm/norc427</i>	Зеленый	Коричневый
Сиреневый×Л-45-11 F ₄	<i>Cl/ccs/pm/norc424</i>	Зеленый	Желто-оранжевый
Янтарь×260-09 F ₅	<i>Cl/ccs/norc424</i>	Белесый	Желтый



Рисунок 4.5. – Окраска плодов перца сладкого на технической (а) и биологической (б) стадиях спелости. 1 – Сиреневый, 2 – Черный красавец, 3 – П17/39, 4 – Л-97, 5 – П18/71, 6 – П18/д47

троль аллелей гена *pin1*¹⁻³, обеспечивающих нарушение синтеза капсаицина в плодах.

С использованием разработанных и адаптированных маркеров к генам качества плодов и устойчивости к болезням проведено ДНК-типирование исходных форм с различным составом аллелей, выполнены скрещивания и повторный ДНК-скрининг популяций F₂ для создания линий перца сладкого с различным составом аллелей. В таблице 4.3 и на рисунке 4.5 представлены результаты отбора селекционного материала из расщепляющихся популяций.

Таким образом, созданы с использованием разработанных методов молекулярного маркирования ценные селекционные формы томата с различным составом аллелей структурных (*t*, *B*, *b*, *og*^c) и регуляторных генов (*rin*, *nor*, *nor*^A, *Ant*, *Y*, *gf-3*, *hp2*^{dg}), определяющих накопление пигментов в плодах, а также генов устойчивости к болезням: кладоспориозу (*Cf2*, *Cf4*, *Cf5*, *Cf9*), фузариозу (*I-2*, *I-2C*), мелойдогинозу (*Mi-1.2*), вирусу мозаики томата (*Tm2*, *Tm2*²). Созданные формы перца сладкого различаются структурными аллелями гена капсантин-капсорубинсинтазы (*Ccs*), а также аллелями регуляторных генов качества плодов (*cl*, *norc415*, *norc424*, *Anc*), аллелями устойчивости к болезням и вредителям: к галловой нематодe (*Me1*), к Y-вирусу картофеля (*pvr1*) и мучнистой росе (*pm*), к вирусу пятнистого увядания томата (*Tsw*), к вирусу огуречной мозаики (*Cmr1*).

На основе применения методов гибридизации и маркер-сопутствующего отбора с последующей оценкой материала в тепличных и полевых ус-

ловиях совместно с Белорусской государственной сельскохозяйственной академией и Институтом овощеводства, создано 27 сортов и гибридов томата (из них для открытого грунта – 14, для защищенного – 13) и 6 сортов перца сладкого (5 сортов и 1 гибрид F₁), которые включены в Реестр сортов Республики Беларусь.

4.1.2. Рожь (*Secale cereale* L.) и ржано-пшеничные амфидиплоиды

Использование инбридинга у ржи, кроме воздействия инбредной депрессии, затрудняется еще большей самостерильностью вида *Secale cereale* L. Создание инбредных линий путем принудительного самоопыления популяционных сортов ржи не привело к желаемым результатам из-за сильной инбредной депрессии и самонесовместимости ржи [1, 2]. Нормальное семенное воспроизведение популяции ржи возможно лишь при наличии в популяции гетерогенности локусов (S, Z и T), контролирующих реакцию несовместимости. Преодолеть данные барьеры удалось путем использования источников самофертильности (*Sf*, *Zf*), найденных в ряде популяций ржи. Нами разработана схема создания линий озимой диплоидной ржи с использованием источника самофертильности (рис. 4.6).

Для выделения новых мужских стерильных (МС) линий, закрепителей стерильности, восстановителей фертильности проводили исследование МС-аналогов (МС-линии на основе цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) G-типа и P-типа). Известно, что формирование мужских стерильных форм ржи происходит при взаимодействии митохондриального и ядерного генома [3, 4]. ЦМС обусловлена специфической мутацией плазмогенов и наследуется по материнской линии. Восстановление фертильности осуществляется при взаимодействии цитоплазмы (цит-*s*) с ядерными генами (*Rf*) восстановления фертильности. На первых этапах работы с МС-линиями проводили оценку по растениям, формируя линии на основе высокопродуктивных генотипов, с достаточно высокой совместимостью с закрепителями стерильности. Пыльца изучаемых МС-форм ржи в большей части стерильна. МС-формы существенно не различались по уровню фертильности пыльцы, но у линий на основе ЦМС P-типа этот показатель выше на 2–20%. Выявленные различия МС-линий связаны с различным генетическим контролем ЦМС. Линии, от скрещиваний с которыми все растения были либо фертильные, либо стерильные, определяли, соответственно, как восстановители фертильности или закрепители стерильности. Известно, что типы ЦМС P и G различаются между собой по генетическому контролю: G-ЦМС контролируется митохондриальным геномом и одним основным

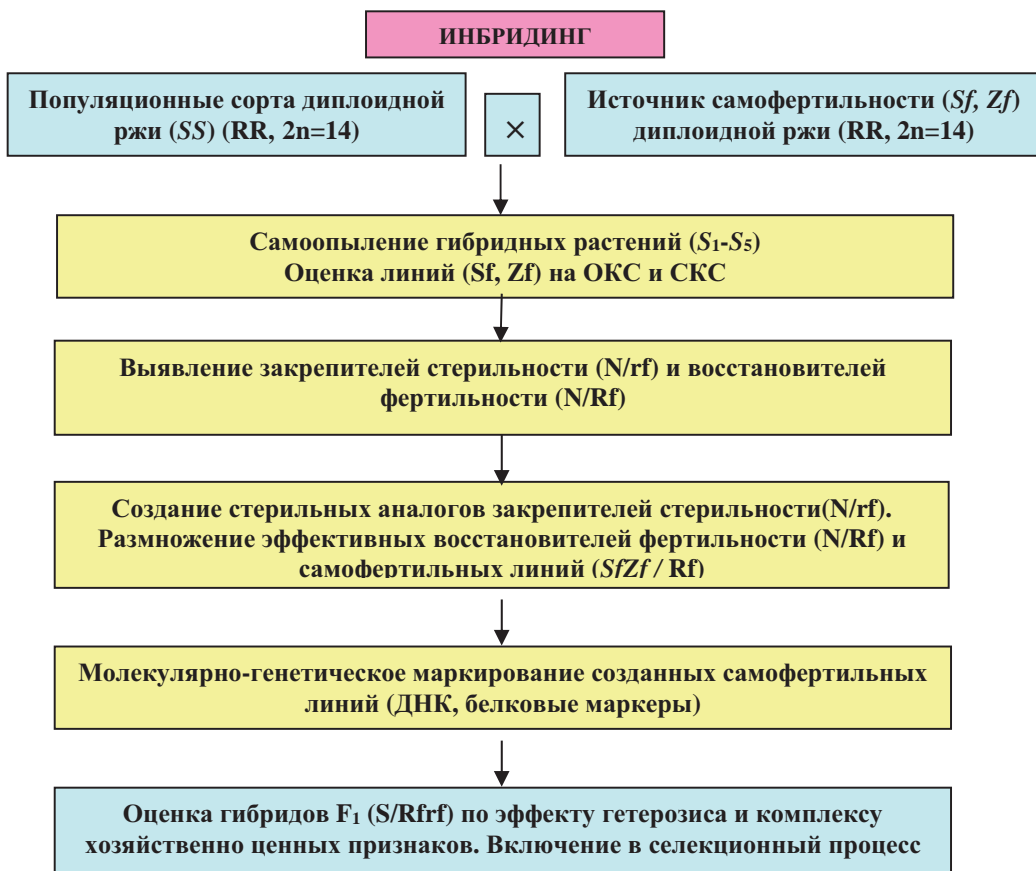


Рисунок 4.6. – Схема создания линий и гетерозисных гибридов F₁ диплоидной озимой ржи (*S. cereale* L.)

ядерным *ms₁* (*rf*) геном, P-ЦМС имеет более сложный контроль митохондриального генома и от двух до четырех ядерных генов. Использование МС-тестеров P- и G-типов в процессе создания систем ЦМС позволило выявить у них существенные различия по изучаемым признакам (табл. 4.4). Для МС-форм G-типа характерна сильная редукция пыльников независимо от генотипа. У МС-линий P-типа в зависимости от генотипа пыльники формируются от слабо до сильно редуцированных. Фертильность пыльцы у гибридов с МС P-типа варьировала от 2% до 96%, у гибридов с МС G-типа – от 13% до 98% и зависела от комбинации скрещивания.

Выделены СФ-линии, которые могут быть использованы как закрепители стерильности и восстановители фертильности для ЦМС G- и P-типов. Выявленное генетическое разнообразие линий по степени совместимости и комбинационной способности МС-линий и СФ-линий, свидетельствует об эффективности отбора по озерненности колоса при создании систем ЦМС,

Таблица 4.4. – Уровень восстановления фертильности пыльцы и озерненности колоса гибридов F₁ озимой ржи

Комбинации скрещивания		Фертильность, %	Озерненность, %	Комбинации скрещивания		Фертильность, %	Озерненность, %	
МС G-типа	СФ-линии	пыльцы	колоса	МС P-типа	СФ-линии	пыльцы	колоса	
1	1	50,6	39,9	1	1	8,4	35,9	
	2	13,8	43,5		2	2	7,1	72,1
	3	0	61,9		3	3	2,4	63,2
	4	39,3	56,5		4	4	50,4	68,4
	5	16,7	68,8		5	5	8,4	62,8
	6	67,5	57,5		11	11	53,7	81,6
2	6	58,4	50,4	12	12	73,5	68,3	
3	7	0	16,4	3	10	54,4	93,4	
4	7	77,3	69,6	4	10	93,9	11,3	
	8	95,4	19,7	5	10	61,5	94,1	
5	9	57,3	83,3	8	8	77,3	92,2	
	10	83,6	73,5	6	8	78,3	29,1	
	9	86,7	15,0	7	6	61,9	37,1	
	10	76,5	89,1	8	7	96,2	16,4	
6	8	84,2	58,7	9	9	0	10,6	
	10	85,2	73,5	10	12	75,3	22,6	
7	11	67,2	84,2					
	12	98,0	84,5					
X±Sx		58,8±7,5	58,1±5,5	X±Sx		50,2±8,4	53,7±7,5	
VS±v		54,7±9,1	40,5±6,7	VS±v		67,5±9,9	56,1±9,2	

восстановителей фертильности и закрепителей стерильности. В результате исследований создан новый исходный материал, представляющий интерес для практической селекции.

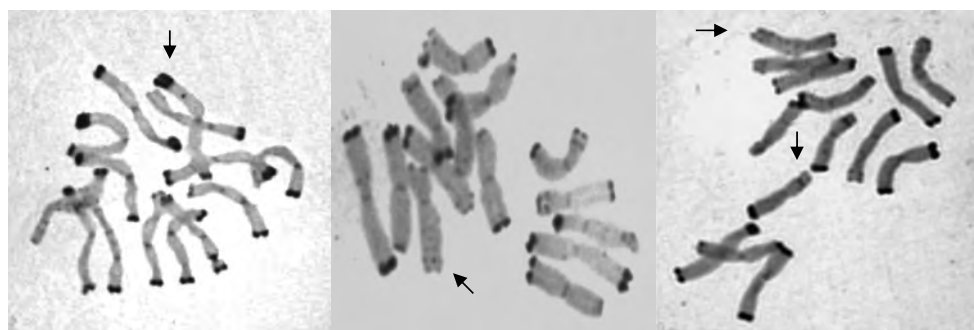
Наибольший интерес в генетических исследованиях ржи с использованием цитологических гетерохроматиновых маркеров представляют различающиеся по рисунку дифференциальной окраски хромосом самофертильные линии, у которых отмечается стабильное наследование С-блоков в потомстве.

Проведено кариотипирование СФ-линий озимой ржи из генетической коллекции ИГЦ НАН Беларуси. Выделены линии ржи, имеющие гетерохроматиновые блоки хромосом, отличающихся по размеру от стандарта (рис. 4.7):

Линии 37-10 характеризовались увеличенным блоком теломерного гетерохроматина на длинном плече хромосомы 7R/2R;

Линии 196 имели цитологические маркеры – мелкие блоки гетерохроматина на теломере короткого плеча хромосомы 6R;

Линии 51-16 имели цитологические маркеры – мелкие блоки гетерохроматина в спутнике ядрышкообразующей хромосомы 1R и на теломере короткого плеча хромосомы 6R.



Л37-10

Л196

Л51-16

Рисунок 4.7. – Кариотипы линий озимой ржи из генетической коллекции ИГЦ НАН Беларуси

Проводили исследование молекулярных маркеров, сцепленных с генами-восстановителями фертильности (*Rf*) на хромосоме 4RL ржи, молекулярных маркеров к митохондриальной ДНК (мтДНК) и генов доминантной короткостебельности (*Ddw1*) СФ-линий коллекции ИГЦ. Выделен 71% исследованных линий, которые могут использоваться в качестве восстановителей фертильности для МС-форм. Молекулярные маркеры к мтДНК характерные для G-типа цитоплазмы, выявлены у десяти СФ-линий и 2-х ЗС-линий, имеющих N-цитоплазму. Наличие генов доминантной короткостебельности (*Ddw1*) показано у 5-ти исследованных СФ-линий. Данные образцы могут быть использованы в качестве родительских форм для создания новых короткостебельных линий, сортов и гибридов.

Рожь посевная (*Secale cereale* L., $2n = 14$; $2n = 28$) – важнейшая зерновая культура, возделываемая преимущественно в странах северного полушария. Посевные площади под озимой рожью в нашей стране составляют около 300 тыс. га. В Беларуси посевные площади диплоидной (RR, $2n=14$) и тетраплоидной (RRRR, $2n=28$) ржи соотносятся примерно 50%:50% [5].

Тетраплоидная рожь имеет ряд преимуществ по сравнению с диплоидной [6]: 1) более высокий потенциал продуктивности за счет увеличения массы 1 000 зерен на 25–30%; 2) бóльшая устойчивость к полеганию за счет утолщения стебля и снижения его длины на 10–15%; 3) содержание белка в зерне тетраплоидной ржи на 0,6–2,2% выше; 4) у тетраплоидной ржи ниже содержание антипитательных веществ (5-алкилрезорцинолов и

пентозанов); 5) более продолжительное сохранение гетерозиготности и эффекта гетерозиса в поколениях. В лаборатории цитогеномики растений ИГЦ НАН Беларуси с использованием метода зиготической полиплоидизации генома ржи закисью азота (N_2O) осуществлен перевод 5 современных сортов и 2 гибридов (F_1) озимой диплоидной ржи на тетраплоидный уровень. Использовали следующие параметры обработки диплоидов ржи закисью азота: временной интервал от контролируемого опыления до помещения растений в сосуд – 16–19 ч., время экспозиции в атмосфере N_2O – 24 ч., давление в сосуде N_2O – 6 атм. Обработывалось примерно по 5–10 растений каждого сорта (гибрида) [7]. На *рисунке 4.8* показана схема создания и эффективного использования нового генофонда тетраплоидной ржи.

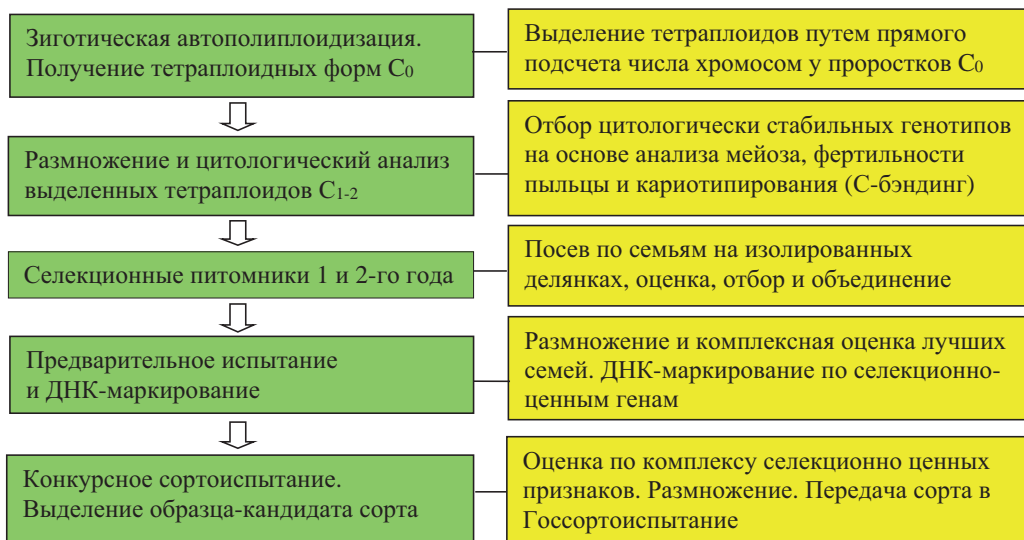


Рисунок 4.8. – Схема создания и эффективного использования нового генофонда тетраплоидной ржи

В *таблице 4.5* представлена эффективность полиплоидизации диплоидной ржи закисью азота. Эффективность полиплоидизации при обработке закисью азота через 16,0–19,0 ч. после контролируемого опыления составляла в среднем 45,6% с варьированием от 3,8 до 86,0%.

Изучение кариотипа созданных тетраплоидов ржи показало, что все включенные в анализ 28-хромосомные растения являются хромосомно сбалансированными генотипами ($RRRR$, $2n=28$), которые не содержат хромосомных aberrаций. Уровень анеуплоидии низкий и составляет 0–9,7%. Выявленные анеуплоиды представлены в основном 27-хромосомными гипоанеуплоидами. Для полиплоидов ржи характерны различные нару-

Таблица 4.5. – Эффективность зиготической автополиплоидизации растений диплоидных сортов и гибридов F₁ озимой ржи закисью азота (N₂O)

Диплоидная рожь	Время от опыления до обработки N ₂ O, ч	Количество полученных жизнеспособных семян, шт.	Выход тетраплоидов, шт.	Эффективность автополиплоидизации, %
Алькора	17,5	209	8	3,8
	18,0	165	56	33,9
Юбилейная	17,0	92	18	19,6
	19,0	70	16	22,9
Зарница	17,0	310	259	83,5
Диамант	17,5	56	27	48,2
ЗС-2	17,5	28	23	82,1
F ₁ Плиса	17,0	194	166	85,6
	17,5	166	87	52,4
	19,0	238	65	27,3
F ₁ Валдай×Кауно	16,0	26	11	42,3
Среднее				45,6+7,3

шения мейоза, а также пониженная фертильность пыльцы. Все отобранные тетраплоиды ржи в конкурсном сортоиспытании (КСИ) в среднем за 2 года (2015–2016 гг.) по урожайности превзошли сорт-стандарт Пралеска (рис. 4.9). В целом в 2015–2016 гг. тетраплоидные формы ржи значительно поражались мучнистой росой, ринхоспориозом, гельминтоспориозом и септориозом (до 10% поверхности листьев по шкале Гешеле). Содержание белка у зиготических тетраплоидов превышало или было на уровне исходных диплоидов и составляло 10,6–12,4%. На основании характеристики хозяйственно-полезных признаков в КСИ выделены лучшие тетраплоидные сортообразцы ржи Юбилейная и Алькора. На их основе совместно с РУП «Научно-практический НАН Беларуси по земледелию» получены сорта Камея 16 и Росана соответственно. Росана с 2018 г. включена в Государственный реестр сортов Республики Беларусь. Камея 16 с 2017 г. проходит Госсортоиспытание. Созданный генофонд тетраплоидной ржи (Алькора, Зарница, Юбилейная, Плиса F₁, Валдай×Кауно F₁) включен в селекционный процесс. Образцы ДНК переданы в Республиканский банк ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов.

Создание новых форм тритикале (*×Triticosecale* Wittm.) на цитоплазме пшеницы и ржи имеет первостепенное значение для расширения и обогащения генофонда исходного материала и повышения эффективности селекции. Коммерческое применение получили гексаплоидные тритикале

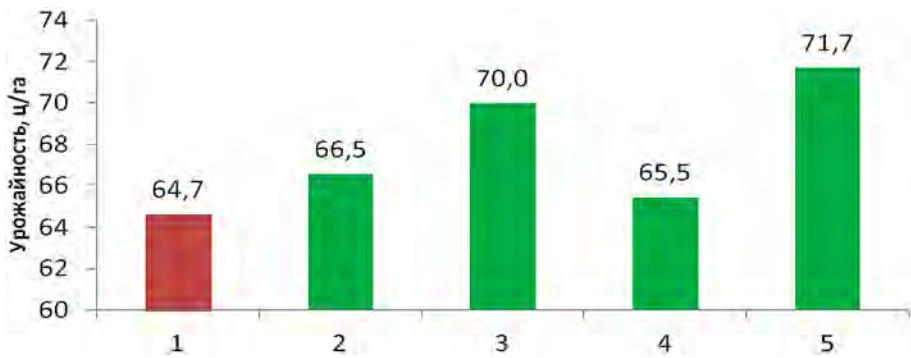


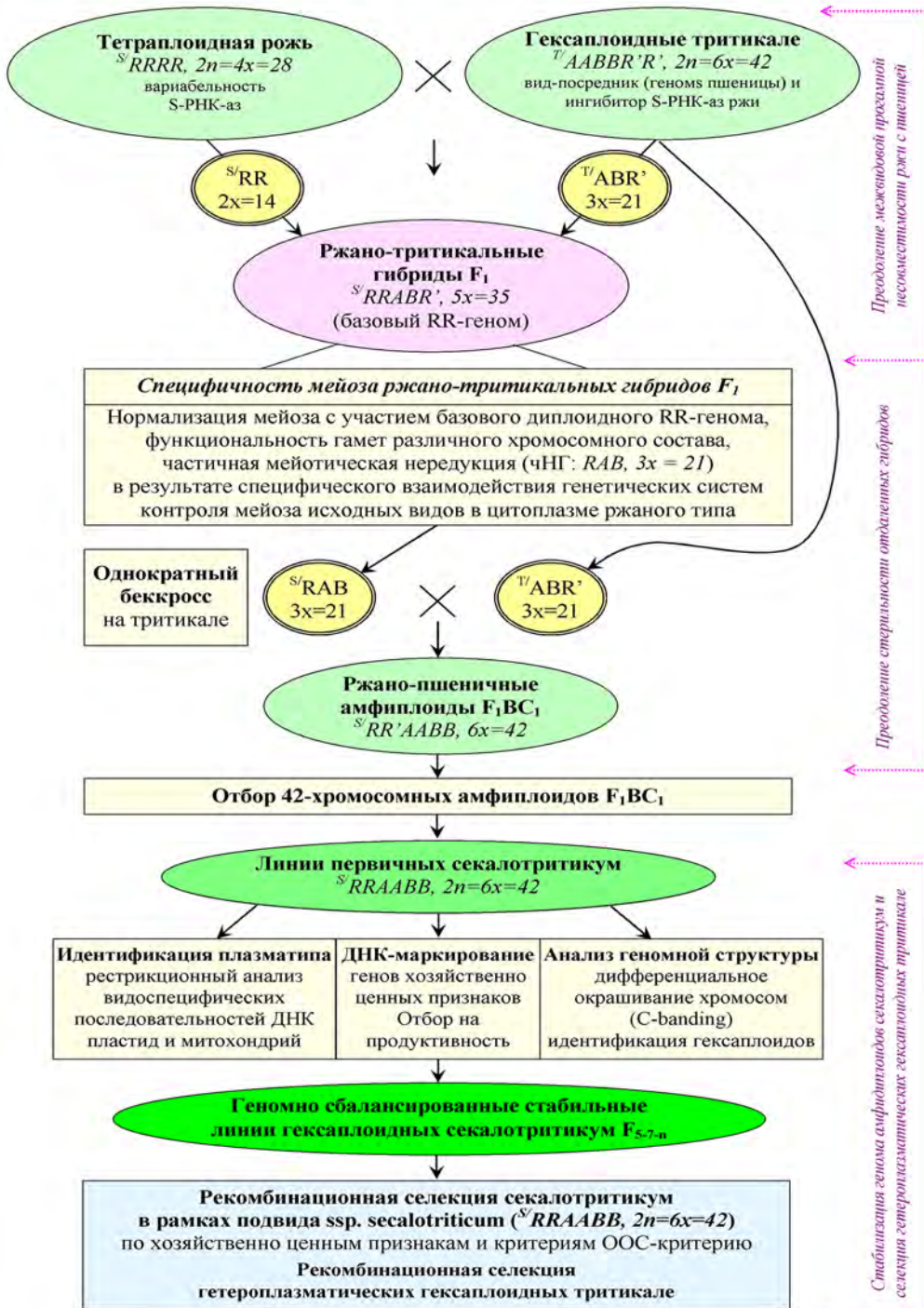
Рисунок 4.9. – Урожайность созданных тетраплоидных сортообразцов ржи в КСИ в среднем за 2015–2016 гг., ц/га
1 – Пралеска (st); 2 – Алькора; 3 – Юбилейная; 4 – F₁ Плиса; 5 – Зарница

с цитоплазмой пшеницы ($T/AABBRR$, $2n=6x=42$), у которых, однако, недостаточно реализован генетический потенциал ржи. Решением актуальной задачи достижения сбалансированной экспрессии генетических систем исходных видов представляется синтез новых форм гексаплоидных тритикале с цитоплазмой ржи-секалотритикум ($S/AABBRR$, $2n=6x=42$) [8–10].

В настоящее время на основании генетико-селекционных отличий гетероплазматических форм амфидиплоидов пшеницы с рожью нами обоснована целесообразность самостоятельных направлений селекции и введения подвидового уровня классификации для гексаплоидных тритикале (*sp. Triticosecale derzhavinii* Kurk. et Filat.) с цитоплазмой пшеничного типа – тритикале Чермака (*ssp. triticale* Tscherm.) и с цитоплазмой ржаного типа – секалотритикум (*ssp. secalotriticum*, син. *ssp. secalotricum* Rozenst., et Mittelst.) в системе рода тритикале (**Triticosecale* Wittm.). В лаборатории цитогеномики растений ИГЦ НАН Беларуси разработана, теоретически и экспериментально обоснована инновационная технология получения и селекции стабильных высокопродуктивных гексаплоидных секалотритикум. Технология включает следующие основные этапы создания и стабилизации генома секалотритикум (рис. 4.10):

- подбор комбинаций скрещиваний современных сортов ржи и тритикале;
- использование более совместимых тетраплоидных сортов ржи ($S/RRRR$, $2n=4x=28$) в качестве источника цитоплазмы;
- использование в качестве вида-посредника (bridge species) – источника геномов пшеницы и ингибитора S-РНК-аз ржи – гексаплоидных тритикале ($T/AABBRR$, $2n=6x=42$) для преодоления односторонней прогамной несовместимости ржи с пшеницей;

АЛЛОПОЛИПЛОДИЯ



– использование эффекта нормализации мейоза (формирование функциональных гамет различного хромосомного состава), обусловленного наличием базового диплоидного RR-набора хромосом ржи в составе генома ржано-тритикальных пентаплоидных гибридов F_1 ($S/RRABR$, $5x=35$);

– использование явления частичной мейотической нередукции гамет у пентаплоидов F_1 – формирования функциональных 21-хромосомных RAB-гамет, сбалансированных по наборам хромосом гаплогеномов исходных видов ($7(R) + 7(A) + 7(B)$), в результате специфического взаимодействия генетических систем контроля мейоза исходных видов в условиях цитоплазмы ржаного типа;

– однократный беккросс ржано-тритикальных гибридов F_1 на тритикале, позволяющий реализовать генетическое разнообразие гибридов и сохранить гетерогенность R-геномов различного родительского происхождения;

– отбор фертильных 42-хромосомных первичных секалотритикум в поколении ржано-пшеничных амфиплоидов F_1BC_1 ;

– молекулярно-цитогенетическая (кариотипирование) и молекулярно-генетическая (типирование ДНК цитоплазмы) идентификация стабильных линий гексаплоидных секалотритикум ($S/RRAABB$, $2n=6x=42$);

– обоснование самостоятельного направления селекции секалотритикум (скрещивания с тритикале снижают мейотическую стабильность);

– использование секалотритикум в рекомбинационной селекции тритикале в качестве источника стабильности генома.

Разработанная геномная технология позволяет сократить сроки создания, стабилизации генома и селекции сортов гетероплазматических тритикале на 2–3 года. Использование наиболее совместимых комбинаций исходных форм ржи с тритикале и отбор ржано-тритикальных гибридов F_1 с высоким уровнем частичной мейотической нередукции гамет позволяет снизить трудозатраты по синтезу новых форм секалотритикум в 5–10 раз.

На основе высокоурожайных сортов ржи и тритикале созданы и переданы в селекционный процесс в НПЦ НАН Беларуси по земледелию более 50 линий секалотритикум. С применением разработанной технологии и рекомбинационной селекции совместно ИГЦ НАН Беларуси и НПЦ НАН Беларуси по земледелию создан и передан в ГСИ Республики Беларусь зимостойкий короткостебельный высокоурожайный сорт гексаплоидного секалотритикум ИЗС2 зернофуражного направления с высокой устойчивостью к полеганию. В конкурсном испытании в среднем за 3 года урожайность сорта ИЗС2 превысила стандарт Динамо на 5,2 ц/га. В настоящее время коммерческих аналогов сорт секалотритикум не имеет. Секалотритикум по фенотипу занимает промежуточное положение между культур-

ной рожью и пшеницей. Они выходят за рамки изменчивости тритикале с пшеничным типом цитоплазмы, а по некоторым признакам и свойствам более близки ко ржи. Растения секалотритикум мощнее и более зимостойки. Наибольшее разнообразие наблюдается по длине стебля и морфологии колоса.

4.1.3. Вторичные хромосомно-замещенные линии гексаплоидных тритикале (*Triticosecale* Wittm.)

Дальнейшее развитие селекционной работы с тритикале ставит вопрос о необходимости расширения спектра доступной отбору генотипической изменчивости. В связи с этим в генетико-селекционных программах большое внимание уделяется применению хромосомно-инженерных технологий с целью создания вторичного рекомбинантного материала, характеризующегося высоким уровнем генетического разнообразия. В качестве одного из основных источников для улучшения тритикале рассматривается генный пул D-генома мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L., в хромосомах которого локализован ряд значимых для проявления хозяйственно-ценных признаков генов [11–13].

Для получения вторичных рекомбинантных форм тритикале были использованы современные сорта тритикале Лана, Карго, Мешко ($2n=6x=42$; AABBRR), отобранные по комплексу хозяйственно-полезных признаков, и первичные рекомбинантные линии тритикале (ПРЛ; $2n=6x=42$; геном A/B/DRR) селекции ИГЦ НАН Беларуси, содержащие различные типы D(A)- и D(B)-замещений хромосом [14]:

ПРЛ-1 – 1D(1A)

ПРЛ-2 – 1D(1A), 2D(2B)

ПРЛ-3 – 1D(1A), 6D(6B)

ПРЛ-4 – 1D(1A), 2D(2B), 6D(6B)

ПРЛ-5 – 1D(1A), 3D(3A), 6D(6B)

ПРЛ-6 – 1D(1A), 2D(2B), 3D(3A)

ПРЛ-7 – 1D(1A), 2D(2B), 3D(3A), 6D(6A)

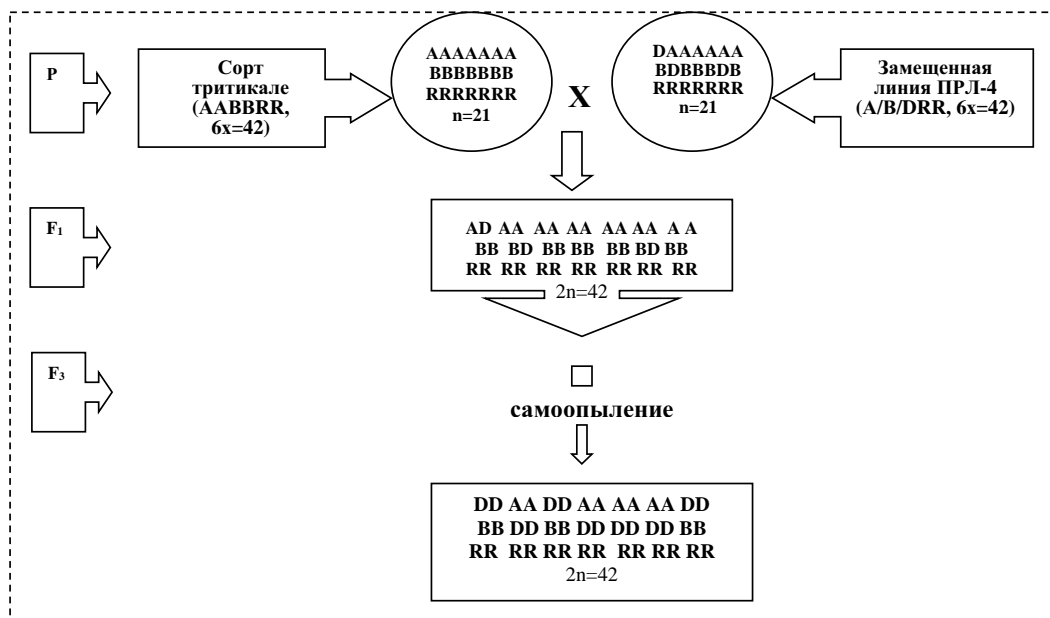
ПРЛ-8 – 1D(1A), 2D(2B), 3D(3A), 6D(6B)

Схема интрогрессии хромосом D-генома пшеницы в сорта гексаплоидных тритикале представлена на рисунке 4.11.

Полученные гибриды выращивались в условиях принудительного самоопыления. Для создания линейного материала сбор урожая в F_3 был произведен индивидуально по каждому растению. Часть собранных с растения зерен была использована для идентификации хромосомного состава с помощью метода дифференциального окрашивания хромосом (С-бэн-

динг) [15]. В следующих поколениях (F_4 – F_5) в пределах каждой комбинации скрещивания анализировалось потомство отдельных растений F_3 .

Анализ геномной структуры гибридных форм F_3 – F_5 показал, что хромосомы D-генома пшеницы включаются в кариотип сортов тритикале с высокой частотой.



Теоретически ожидаемые типы межгеномных замещений:
1D(1A), 2D(2B), 6D(6B)

Рисунок 4.11. – Схема интрогрессии хромосом D-генома пшеницы в сорта тритикале

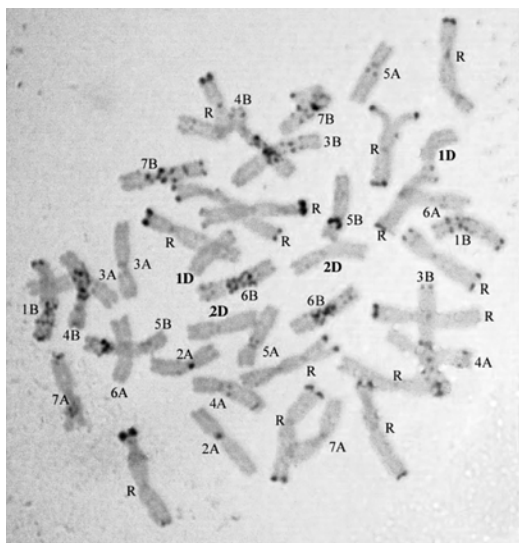
В F_3 61,4% изученных гибридов содержали в кариотипе от 1 до 3-х хромосом D-генома пшеницы (в зависимости от включенной в скрещивания родительской замещенной формы тритикале). У большинства гибридных форм интродуцированные хромосомы присутствовали в моносомном состоянии, и только у 11 растений (25% от числа проанализированных) отмечен переход хромосом D-генома в дисомное состояние. Из интродуцированных хромосом D-генома в кариотипах исследованных растений F_3 с наибольшей частотой встречалась хромосома 1D (у 51,9% рекомбинантных форм), однако в 85,7% случаев она присутствовала в моносомном состоянии. Наличие хромосом 2D и 6D отмечалось приблизительно с одинаковой частотой (у 40,7% и 37,0% растений, соответственно), но первая из них в 63,6% случаев присутствовала в дисомном состоянии, в то время как для хромосомы 6D дисомия отмечена только у 20% растений. С относительно высокой частотой (18,2%) в гибридном материале F_3 присутствовали анеуплоидные формы с явным численным преобладанием гипоанеуплоидов

над гиперанеуплоидами. Образование анеуплоидных форм в большинстве случаев происходило за счет элиминации из кариотипа хромосом В-генома пшеницы и являлось следствием их аномального поведения в мейозе. В комбинации Мешко×ПРЛ-3 выявлен единичный случай нестабильности генома ржи – анеуплоидия по хромосоме 1R.

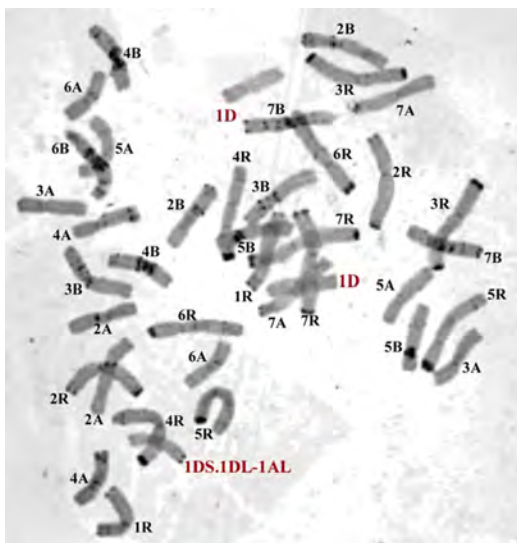
В F₄ в общей сложности было проанализировано 96 индивидуальных растений, из которых 73 (76%) содержали хромосомы D-генома пшеницы в моносомном и дисомном состоянии, при этом процесс интрогрессии D-хромосом зависел от генотипической среды вновь синтезированного гибридного растения. Самая низкая частота интрогрессии хромосом D-генома (41,2%) отмечена в комбинации скрещивания Лана×ПРЛ-4, тогда как в комбинации Лана×ПРЛ-3 этот показатель был равен 100%, из чего следует, расширяя генетическое разнообразие включенных в гибридизацию сортов и хромосомно-замещенных линий, можно существенно повысить частоту образования рекомбинантных A/B/DRR форм.

Если оценивать в целом частоту интрогрессии индивидуальных хромосом D-генома в кариотип 6х-тритикале в F₄, то более низкой частотой характеризовалась хромосома 6D (36,1%). Отдельно следует отметить низкую частоту интрогрессии хромосомы 6D в гибридном материале F₄ от скрещивания замещенной формы ПРЛ-3 с сортами Мешко и Карго. В комбинации Мешко×ПРЛ-3 из 18 форм ее содержали 3, причем две в моносомном состоянии, что предполагает возможность ее полной элиминации из кариотипа в одном из следующих поколений. В потомстве Карго×ПРЛ-3 из 17-ти проанализированных форм хромосома 6D присутствовала у двух, и только у одного растения формы № 13 в дисомном состоянии, причем заместила она не 6В, а 6А хромосому, то есть произошло изменение генотипической направленности замещения. У гибридов комбинации Лана×ПРЛ-3, напротив, хромосома 6D наблюдалась в кариотипах семи из десяти проанализированных форм, причем у растений шести из них в дисомном состоянии. Хромосома 2D в проанализированном материале встречалась с частотой 49% и у 88% индивидуальных растений присутствовала в дисомном состоянии (рис. 4.12а). Самая высокая частота интрогрессии была отмечена для хромосомы 1D – ее содержали 65,6% растений F₄, в том числе в дисомном состоянии – 73%. В потомстве F₄ впервые были отмечены случаи образования aberrантных хромосом: 1DS.1DL-1AL (рис. 4.12б) у двух растений комбинации скрещивания Лана×ПРЛ-4 и 3DS-3AS.3AL у растения в комбинации Лана×ПРЛ-3.

В F₅ во всех комбинациях скрещивания в общей сложности было проанализировано 70 индивидуальных растений. Из них 57 растений (81,4%) содержали хромосомы D-генома пшеницы. Наибольшее количество рас-



а)



б)

Рисунок 4.12. – Кариотипы рекомбинантных форм тритикале (С-бэндинг): а) кариотип растения из комбинации скрещивания Карго×ПРЛ-8 с 1D(1A)- и 2D(2B)-замещениями хромосом; б) кариотип растения из комбинации скрещивания Лана×ПРЛ-4 с 1D(1B)-замещением хромосом и aberrантной 1DS.1DL-1AL-хромосомой

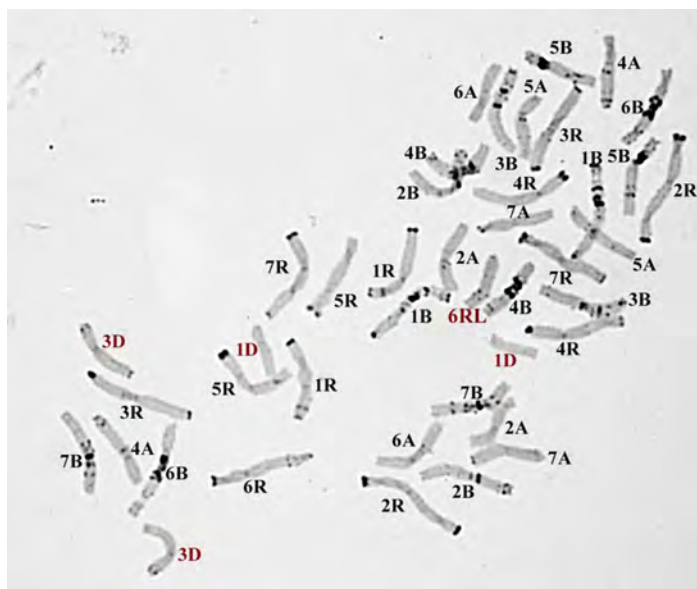


Рисунок 4.13. – Кариотип растения комбинации скрещивания Карго×ПРЛ-5 с 1D(1A)- и 3D(3A)-замещениями хромосом и aberrантной хромосомой 6RL (С-бэндинг)

тений без замещений (33,3%) выявлено в комбинациях скрещивания с участием сорта Лана, наименьшее (3,6%) – с участием сорта Карго. В кариотипах 2-х растений обнаружены структурные изменения хромосом пшеничного компонента: телоцентрик 2DL (Мешко×ПРЛ-7); аберрантная хромосома 1D с делецией терминального участка короткого плеча (Карго×ПРЛ-5). В F₅ также выявлены случаи нестабильности генома ржи, в частности у одного растения формы № 5 комбинации Карго×ПРЛ-3 присутствовала дополнительная хромосома 5R, причем она была аберрантной с делецией терминального участка длинного плеча. В комбинации скрещивания Карго×ПРЛ-5 у формы № 10 выявлен кариотип с аберрантной хромосомой 6RL (рис. 4.13). В комбинации скрещивания Мешко×ПРЛ-4 у одного растения присутствовала телоцентрическая хромосома 5RS, у растения в комбинации Мешко×ПРЛ-7 – телоцентрическая хромосома 5RL.

В целом в ходе проведенного анализа гибридного материала выделено 28 стабильных в цитологическом плане вторичных рекомбинантных линий с различными типами D(A)- и D(B)-замещений хромосом в дисомном состоянии (табл. 4.6, рис. 4.14, 4.15).

У отобранных вторичных рекомбинантных линий гексаплоидных тритикале с помощью ДНК-маркеров был изучен аллельный состав генов, влияющих на формирование короткостебельности (*Rht-B1*, *Rht8*) и устойчивости к предуборочному прорастанию зерна в колосе (*Vp-1B*).

Для выявления аллельного состава генов короткостебельности *Rht-B1* и *Rht8* использовались праймеры в модификации Zhang X. et al. [16], для определения гена *Viviparous-1B* использовали STS-маркер Vp1B3, разработанный Yang et al. [17].

Проведенный нами предварительный анализ геномной структуры вторичных рекомбинантных линий тритикале с помощью дифференциального окрашивания хромосом (С-бэндинг) дает возможность целенаправленно использовать ПЦР-маркеры для идентификации аллелей генов короткостебельности.

Как известно, ген *Rht-B1* локализован в коротком плече хромосомы 4В и, следовательно, будет присутствовать у всех отобранных рекомбинантных линий. Интерес для селекции на короткостебельность представляет мутантный аллель этого гена *Rht-B1b*, гомозиготность по которому, по имеющимся данным, обеспечивает снижение высоты растений пшеницы на 41–42% [18]. Анализ рабочей коллекции по аллельному составу гена *Rht-B1* показал, что 6 вторичных рекомбинантных линий тритикале являются гомозиготными по аллелю *Rht-B1a* (21,4%), 20 линий гомозиготны по аллелю *Rht-B1b* (71,4%). Линии ВРЛ-15 и ВРЛ-18 неоднородны по аллельному составу гена *Rht-B1*.

Таблица 4.6. – Типы межгеномных замещений хромосом и аллельный состав генов *Rht-B1*, *Rht8* и *Vp-1B* у вторичных рекомбинантных линий тритикале

Линия	Комбинация скрещивания	Типы межгеномных замещений хромосом	Аллельный состав гена		
			<i>Rht-B1</i>	<i>Rht8</i>	<i>Vp-1B</i>
ВРЛ-1	Лана×ПРЛ-2	1D(1A), 2D(2B)	<i>Rht-B1b</i>	<i>Rht8a</i>	<i>Vp-1Ba</i>
ВРЛ-2	Лана×ПРЛ-3	1D(1A), 6D(6B)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Ba/Vp-1Bc</i>
ВРЛ-3	Карго×ПРЛ-6	2D(2B), 3D(3A)	<i>Rht-B1b</i>	<i>Rht8a</i>	<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-4	Карго×ПРЛ-6	3D(3A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-5	Карго×ПРЛ-3	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Ba/Vp-1Bc</i>
ВРЛ-6	Карго×ПРЛ-1	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-7	Карго×ПРЛ-5	1D(1A), 3D(3A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-8	Карго×ПРЛ-5	1D(1A), 2D(2B)	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht8a</i>	<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-9	Карго×ПРЛ-5	1D(1A), 2D(2B), 3D(3A)	<i>Rht-B1b</i>	<i>Rht8a</i>	<i>Vp-1Ba/Vp-1Bc</i>
ВРЛ-10	Карго×ПРЛ-8	3D(3A)	<i>Rht-B1a</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-11	Лана×ПРЛ-7	1D(1A), 2D(2B), 6D(6B)	<i>Rht-B1b</i>	<i>Rht8a</i>	<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-12	Мешко×ПРЛ-7	2D(2B)	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht8a</i>	<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-13	Мешко×ПРЛ-7	1D(1A), 2D(2B), 3D(3A)	<i>Rht-B1b</i>	<i>Rht8a</i>	<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-15	Мешко×ПРЛ-3	1D(1A)	<i>Rht-B1a/Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-16	Мешко×ПРЛ-3	1D(1A)	<i>Rht-B1a</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-18	Мешко×ПРЛ-4	1D(1A)	<i>Rht-B1a/Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-21	Лана×ПРЛ-1	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-22	Лана×ПРЛ-1	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Ba</i>
ВРЛ-23	Лана×ПРЛ-1	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-24	Лана×ПРЛ-1	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Ba/Vp-1Bc</i>
ВРЛ-25	Лана×ПРЛ-2	2D(2B)	<i>Rht-B1a</i>	<i>Rht8a</i>	<i>Vp-1Ba</i>
ВРЛ-26	Лана×ПРЛ-3	6D(6B)	<i>Rht-B1a</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-27	Лана×ПРЛ-3	1D(1A),6D(6B)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Ba/Vp-1Bc</i>
ВРЛ-29	Карго×ПРЛ-1	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-30	Карго×ПРЛ-1	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Ba/Vp-1Bc</i>
ВРЛ-31	Карго×ПРЛ-3	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Ba</i>
ВРЛ-32	Карго×ПРЛ-3	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Bc</i>
ВРЛ-33	Карго×ПРЛ-3	1D(1A)	<i>Rht-B1b</i>		<i>Vp-1Ba</i>

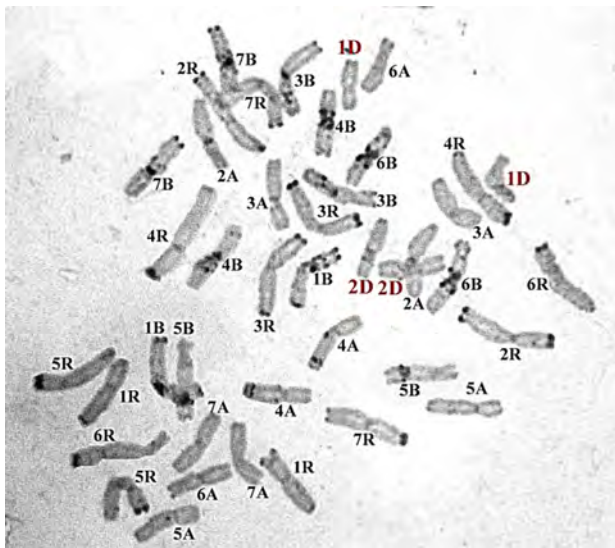


Рисунок 4.14. – Кариотип линии ВРЛ-1 (С-бэндинг)

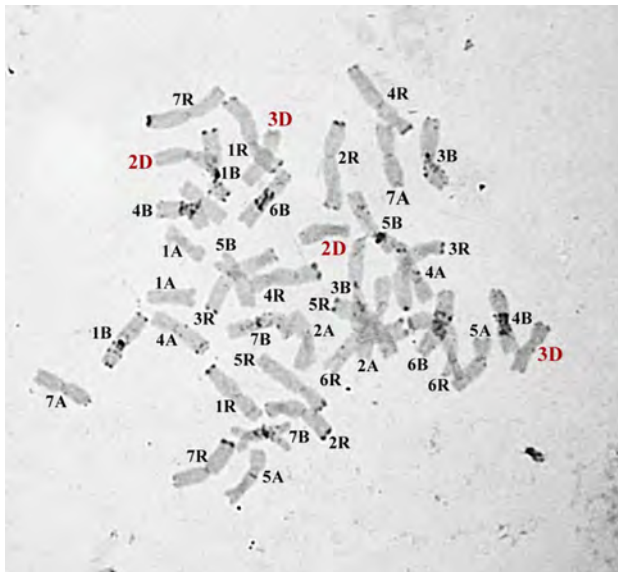
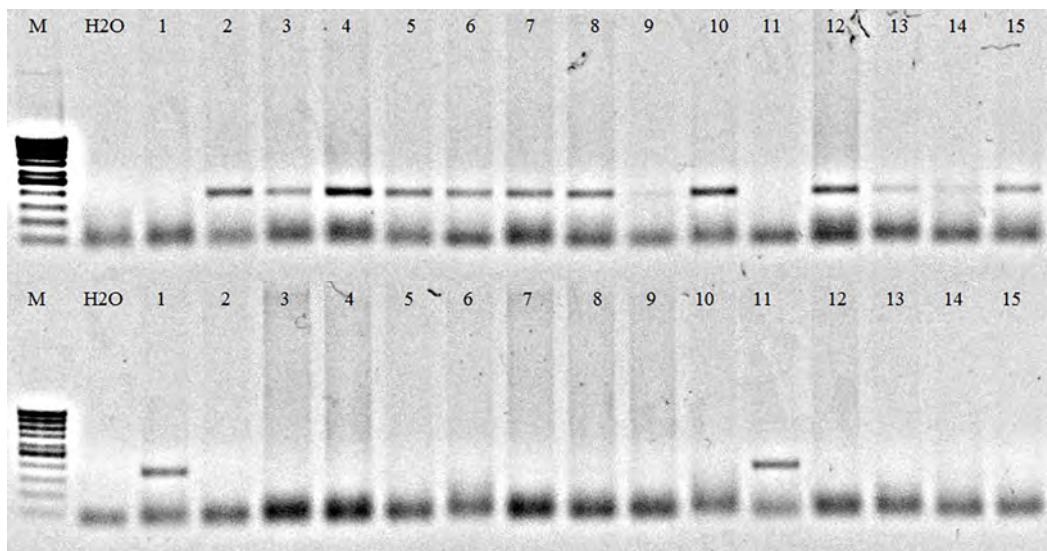


Рисунок 4.15. – Кариотип линии ВРЛ-3 (С-бэндинг)



М – маркер молекулярного веса GeneRuler™ 100 bpDNA Ladder;
 1 – Аякс, положительный контроль на аллель *Rht-B1b*; 2 – Цекад 90, отрицательный контроль на аллель *Rht-B1b*; 3–8 – ВРЛ-17; 9-15 – ВРЛ-15.

Рисунок 4.16. – Электрофореграмма детекции аллелей *Rht-B1a* (вверху) и *Rht-B1b* (внизу) у вторичных рекомбинантных линий тритикале ВРЛ-10 и неоднородной по аллельному составу ВРЛ-15

Для изучения аллельного состояния гена *Rht8*, локализованного на хромосоме 2DS, используют сцепленный с ним микросателлитный локус *Xgwm261*. Всего выявлено 20 аллелей данного локуса (следовательно и гена *Rht8*), но наиболее распространенными являются аллели 165, 174 и 192 п.н. На пшенице показано, что дикий аллель гена *Rht8a* (*Xgwm261*₁₆₅) не влияет на высоту растений, аллель *Rht8c* (*Xgwm261*₁₉₂) снижает высоту примерно на 8 см, а аллель *Rht8b* (*Xgwm261*₁₇₄) – на 3,2 см. [19].

Согласно данным кариотипирования, хромосома 2D присутствует в геноме восьми вторичных рекомбинантных линий тритикале (табл. 4.6). В ходе фрагментного анализа полученных продуктов ПЦР установлено, что у исследованных замещенных форм гексаплоидных тритикале присутствует аллель дикого типа *Rht8a* (165 п.н.).

Ген *Viviparous-1B*, локализованный в длинном плече хромосомы 3В пшеницы, идентифицирован в качестве основного гена, детерминирующего покой семян. Установлено, что аллель дикого типа данного гена – *Vp-1Ba* (652 п.н.) ассоциирован со склонностью к предуборочному прорастанию зерна, тогда как аллели мутантного типа *Vp-1Bв* (845 п.н.) и *Vp-1Bс* (569 п.н.) определяют устойчивость к прорастанию зерна в колосе.

При анализе по гену *Vp-1B* у вторичных рекомбинантных линий идентифицированы два аллеля: *Vp-1Ba* и *Vp-1Bс*, с преобладанием последнего.

Мутантный аллель *Vp-1Bc* в гомозиготном состоянии содержал 17 рекомбинантных линий, 5 линий характеризовались наличием аллеля дикого типа *Vp-1Ba*. Шесть вторичных рекомбинантных линий были неоднородны по аллельному составу гена *Vp-1B*.

Представленные результаты свидетельствуют об эффективности применения хромосомно-инженерных технологий для расширения генетического разнообразия гексаплоидных тритикале. В ходе экспериментов показана высокая частота включения хромосом D-генома в кариотип сортов тритикале и довольно быстрая стабилизация хромосомного состава гибридного материала. Выявлена зависимость результативности процесса интрогрессии хромосом D-генома пшеницы в кариотип гексаплоидных тритикале от генотипической среды создаваемой гибридной формы, из чего следует, что, расширяя генетическое разнообразие включенных в гибридизацию сортов тритикале, можно существенно повысить частоту образования рекомбинантных A/B/DRR форм. Сочетание хромосомно-инженерных подходов с молекулярно-цитогенетическим и молекулярно-генетическим маркированием экспериментального материала позволяет выделить генотипы, перспективные для использования в селекционном процессе.

4.1.4. Линии удвоенных гаплоидов гексаплоидного тритикале (*Triticosecale* Wittm.)

Перспективным направлением для создания новых сортов тритикале является комплексное использование современных биотехнологических и молекулярно-генетических методов. Применение андрогенеза *in vitro* позволяет получить большое число стабильных гомозиготных линий непосредственно из гибридов, что облегчает селекционеру поиск ценных генотипов, которые образуются в результате генетической рекомбинации. Каждый гаплоид потенциально может стать новым сортом, поскольку в силу гомозиготности характеризуется фенотипической однородностью, для достижения которой в традиционной селекции требуется много поколений самоопыления. Использование андрогенеза *in vitro* позволяет расширить спектр генетической изменчивости по важнейшим хозяйственно-ценным признакам для отбора форм, обладающих устойчивостью к различным биотическим и абиотическим факторам.

Нами изучены основные этапы культивирования пыльников *in vitro* гексаплоидного тритикале, что позволило разработать эффективную биотехнологию создания гомозиготных линий, которая включает в себя комплекс факторов, а именно: генотип растения-донора, способ предварительной

обработки срезанных колосьев пониженными температурами в течение 21-го дня, последующее культивирование пыльников на жидкой индукционной среде С-17, выращивание растений-доноров пыльников в условиях закрытого грунта при определенной температуре и освещенности. С применением данной технологии получен оригинальный линейный материал тритикале, дана его характеристика по молекулярным маркерам и хозяйственно-ценным признакам. Андрогенетические линии удвоенных гаплоидов ярового гексаплоидного тритикале созданы нами на основе сортов, линий и гибридов гексаплоидного тритикале и мягкой пшеницы (табл. 4.7). Поскольку андрогенез *in vitro* может сопровождаться соматклональной изменчивостью, с помощью анализа хромосомных чисел установлено, что все ДН-линии являются цитологически стабильными с хромосомным набором $2n=42$.

Таблица 4.7. – Происхождение линий удвоенных гаплоидов тритикале, полученных в культуре пыльников

Удвоенный гаплоид	Происхождение
DH-31-1-08-1	Садко
DH-10-1-08-1	(Матейко×Presto)×WS-102 F ₁
DH-26-1-08-1	Мешко×BantiF ₁
DH-30-1-08-1	Дублет
DH-3-2-08-2	WS-102
DH-3-1-08-2	WS-102
DH-50-1-08-2	WS-102×Дублет F ₁
DH-4-1-08-2	Дублет
DH-3-1-09	Дублет
DH-11-1-09	Суме×Дублет F ₂
DH-11-2-09	Суме×Дублет F ₂
DH-12-1-09	Heti 414×СНД 492/02
DH-15-1-09	Kargo×Ростань F ₂
DH-25-1-09	Узор×Гренадо F ₁
DH-25-2-09	Узор×Гренадо F ₁
DH-25-3-09	Узор×Гренадо F ₁
DH-25-4-09	Узор×Гренадо F ₁
DH-25-5-09	Узор×Гренадо F ₁

Использование тритикале в пищевой промышленности ограничено в связи с недостаточно высокими хлебопекарными качествами, которые зависят от содержания клейковины. Клейковинный полимер (глютен) образован, в основном, высокомолекулярными (HMW – high molecular weight) и низкомолекулярными (LMW – low molecular weight) субъединицами глютеина, а также мономерными белками глиадинами [20]. HMW-субъедини-

цы глютенина на 47–60% определяют качество клейковины пшеницы [21], у пшеницы кодируются локусами *Glu-A1*, *Glu-B1* и *Glu-D1* [22], чем больше HMW субъединиц глутенинов синтезируется, тем лучше хлебопекарные качества [21–23].

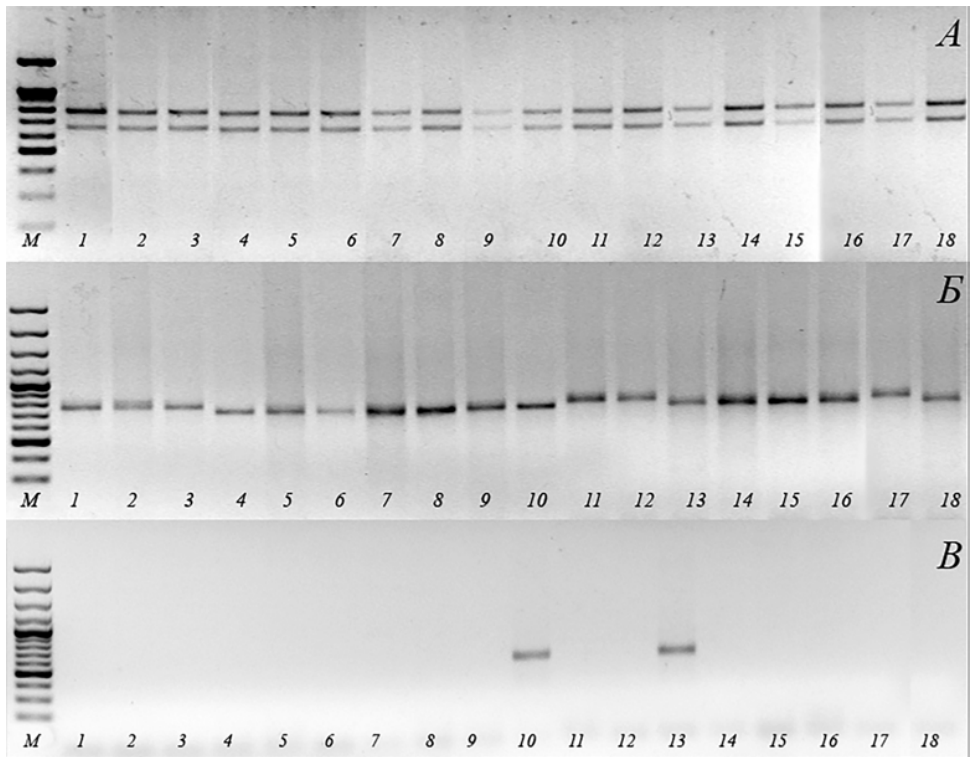
Для выявления полиморфизма и поиска ценных сочетаний генов запасных белков при помощи специфических молекулярных маркеров проведена оценка аллельного состава локусов *Glu-A1*, *Glu-B1* у полученных нами линий удвоенных гаплоидов тритикале. В качестве стандартов с известными глутениновыми формулами использовали сорта мягкой пшеницы Рассвет (2*/7+9/5+10) и Chinese Spring (null/7+8/2+12).

При анализе частоты встречаемости аллелей локуса *Glu-A1* показано, что 14 ДН-линий из 18 содержали аллель *Glu-A1b*, кодирующий субъединицу 2*, четыре – аллель *Glu-A1c*, кодирующий субъединицу null. По локусу *Glu-B1* выявлены аллели *Glu-B1a*, *Glu-B1b* и *Glu-B1c*. Наиболее часто встречался аллель *Glu-B1c*, кодирующий субъединицы 7+9. Частота встречаемости аллеля *Glu-B1a* (субъединица 7) составила 33% (6 линий), аллеля *Glu-B1b* (субъединицы 7+8) – 11% (2 линии) (табл. 4.8). При оценке качества белка субъединицам 1 и 2*, кодируемым аллелями *Glu-A1a* и *Glu-A1b* присваиваются максимальные для данного локуса 3 балла. Таким образом, большинство удвоенных гаплоидов (14 из 18) содержали субъединицу 2*, придающую зерну хорошие хлебопекарные качества. По результатам анализа выделены удвоенные гаплоиды ДН-25-4-09 и ДН-25-1-09, характеризующиеся благоприятным сочетанием аллелей *Glu-A1b* и *Glu-B1b*, кодирующих субъединицы, суммарно дающие 6 баллов, что является максимальной оценкой HMW-субъединиц у тритикале (табл. 4.8).

Таблица 4.8. – Аллельный состав генов запасных белков у линий удвоенных гаплоидов тритикале

№ п/п	Удвоенный гаплоид	Аллель	Субъединица	Балл качества	Аллель	Субъединицы	Балл качества	Суммарная оценка качества
1	ДН-3-2-08-2	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1c</i>	7+9	2	5
2	ДН-3-1-08-2	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1c</i>	7+9	2	5
3	ДН-50-1-08-2	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1c</i>	7+9	2	5
4	ДН-4-1-08-2	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1a</i>	7	1	4
5	ДН-3-1-09	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1a</i>	7	1	4
6	ДН-11-1-09	<i>Glu-A1c</i>	null	1	<i>Glu-B1a</i>	7	1	2
7	ДН-11-2-09	<i>Glu-A1c</i>	null	1	<i>Glu-B1a</i>	7	1	2
8	ДН-12-1-09	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1a</i>	7	1	4
9	ДН-15-1-09	<i>Glu-A1c</i>	null	1	<i>Glu-B1a</i>	7	1	4

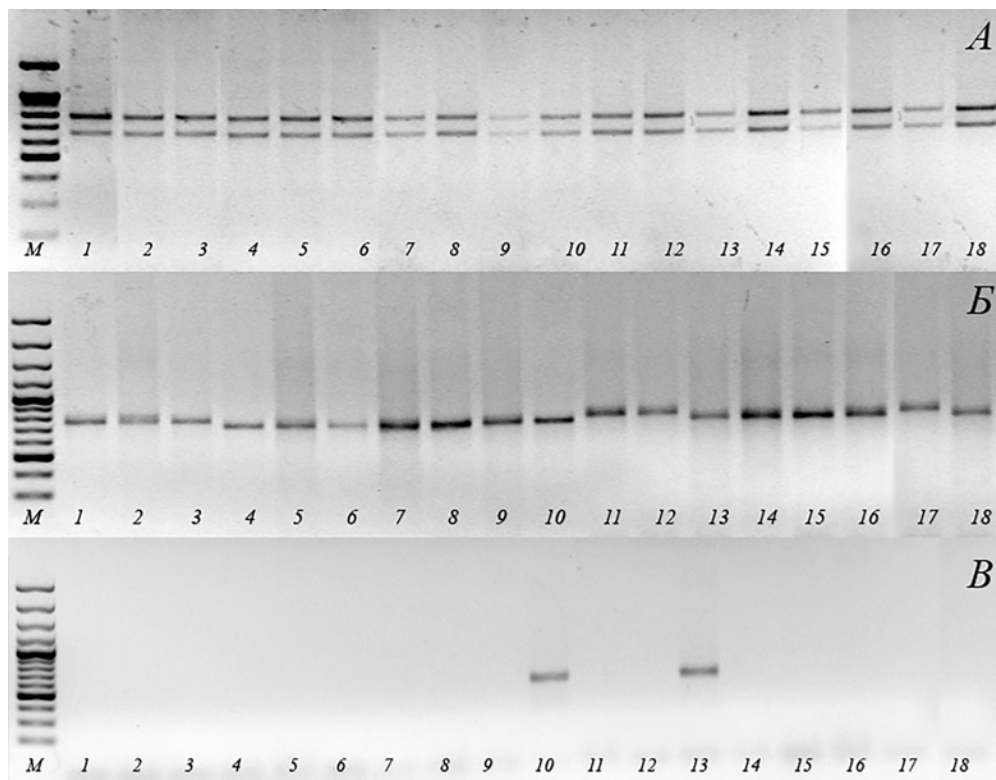
№ п/п	Удвоенный гаплоид	Аллель	Субъединица	Балл качества	Аллель	Субъединицы	Балл качества	Суммарная оценка качества
10	DH-25-1-09	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1b</i>	7+8	3	6
11	DH-25-2-09	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1c</i>	7+9	2	5
12	DH-25-3-09	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1c</i>	7+9	2	2
13	DH-25-4-09	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1b</i>	7+8	3	6
14	DH-25-5-09	<i>Glu-A1c</i>	null	1	<i>Glu-B1a</i>	7	1	2
15	DH-31-1-08-1	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1b</i>	7	1	4
16	DH-10-1-08-1	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1a</i>	7	1	4
17	DH-26-1-08-1	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1c</i>	7+9	2	5
18	DH-30-1-08-1	<i>Glu-A1b</i>	2*	3	<i>Glu-B1a</i>	7	1	4



Образцы: М – ДНК-маркер, 1 – DH-3-2-08-2, 2 – DH-3-1-08-2, 3 – DH-50-1-08-2, 4 – DH-4-1-08-2, 5 – DH-3-1-09, 6 – DH-11-1-09, 7 – DH-11-2-09, 8 – DH-12-1-09, 9 – DH-15-1-09, 10 – DH-25-1-09, 11 – DH-25-2-09, 12 – DH-25-3-09, 13 – DH-25-4-09, 14 – DH-25-5-09, 15 – DH-31-1-08-1, 16 – DH-10-1-08-1, 17 – DH-26-1-08-1, 18 – DH-30-1-08-1.

Рисунок 4.17. – Результаты разделения методом электрофореза в агарозном геле продуктов амплификации ДНК-линий удвоенных гаплоидов ярового тритикале с праймерами к локусу *Glu-A1*: А – Ax1+Ax2* (аллели Ax1 и Ax2* гена x-типа); Б – Ax2* (аллель Ax2* гена x-типа); В – Axnull (аллель Axnull гена x-типа)

Так как в локусе *GluB1* экспрессируют, как правило, два гена, требуется определение аллелей для каждого из них [24]. Для выявления аллельного состава гена х-типа у изучаемых линий удвоенных гаплоидов было достаточно одной пары праймеров, поскольку все исследованные генотипы несли аллель *Vx7* (рис. 4.18 А). Однако по аллельному составу гена у-типа был показан полиморфизм (рис. 4.18 Б-В). В этой связи для определения аллелей, кодирующих субъединицы у-типа, использовались две пары праймеров. В результате анализа у 2 линий был выявлен аллель *Vy8*, у шести – *Vy9*.



Образцы: М – ДНК-маркер, 1 – ДН-3-2-08-2, 2 – ДН-3-1-08-2, 3 – ДН-50-1-08-2, 4 – ДН-4-1-08-2, 5 – ДН-3-1-09, 6 – ДН-11-1-09, 7 – ДН-11-2-09, 8 – ДН-12-1-09, 9 – ДН-15-1-09, 10 – ДН-25-1-09, 11 – ДН-25-2-09, 12 – ДН-25-3-09, 13 – ДН-25-4-09, 14 – ДН-25-5-09, 15 – ДН-31-1-08-1, 16 – ДН-10-1-08-1, 17 – ДН-26-1-08-1, 18 – ДН-30-1-08-1.

Рисунок 4.18. – Результаты разделения методом электрофореза в агарозном геле продуктов амплификации ДНК-линий удвоенных гаплоидов ярового тритикале с праймерами к локусу *Glu-B1*: А – *GluVx* (аллели *Vx7* и *Vx6* гена х-типа); Б – *Vy9* (аллель *Vy9* гена у-типа); В – *Vy8* (аллель *Vy8* гена у-типа)

Таким образом, с использованием доминантных и кодоминантных маркеров установлен аллельный состав локусов *Glu-A1*, *Glu-B1* у 18 линий удвоенных гаплоидов ярового гексаплоидного тритикале, получен-

ных нами в культуре пыльников *in vitro*. Установлена однородность линий, спрогнозированы их хлебопекарные качества, а также выделены наиболее перспективные по составу высокомолекулярных субъединиц глютеинов удвоенные гаплоиды (DH-25-4-09 и DH-25-1-09), которые могут быть использованы в селекционном процессе.

Для характеристики по признакам урожайности 18 линий удвоенных гаплоидов были исследованы в полевых условиях на Биологической опытной станции ИГЦ НАН Беларуси и в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Изучены элементы структуры урожая, определяющие продуктивность, а также роль отдельных факторов в ее формировании: высота растений в связи со склонностью к полеганию, продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса 1 000 зерен. Показано, что DH-линии являются выравненными по морфологическим признакам.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», после прохождения контрольного испытания, отобраны пять линий, превышающие сорт-стандарт Узор по большинству изученных хозяйственно-ценных признаков для посева в питомнике предварительного сортоиспытания (табл. 4.9). Эти линии характеризовались меньшей высотой растений по сравнению с сортом-стандартом. При этом для линий DH-3-2-08-2 и DH-11-2-09 зафиксирована минимальная высота. Урожайность удвоенного гаплоида DH-25-3-09 на 14,3 ц/га превышала стандарт. Линии DH-11-2-09 и DH-4-1-08-2 находились на уровне сорта-стандарта. Это определяет отобранные линии как ценный селекционный материал по данному признаку.

Таблица 4.9. – Средние значения хозяйственно ценных признаков удвоенных гаплоидов по сравнению с сортом-стандартом Узор

Сорт, удвоенный гаплоид	Урожайность, ц/га	± к стандарту	Вегетационный период, дн.	Высота растения, см	Устойчивость к полеганию, балл	Натура зерна, г/л	Масса 1 000 зерен, г
Узор (стандарт)	61,3	Ст.	95	113	7	660	43,3
DH-50-1-08-2	57,3	-4,0	103	100	7	650	42,5
DH-3-2-08-2	53,8	-7,5	97	96	9	655	36,0
DH-4-1-08-2	64,6	+3,3	102	104	4	705	42,3
DH-11-2-09	65,6	+4,3	102	95	9	710	44,7
DH-25-3-09	75,6	+14,3	98	110	9	640	35,8

Оценка устойчивости линий удвоенных гаплоидов к часто встречающимся у тритикале грибным болезням: бурой ржавчине (патоген – *Puccinia triticina*) и септориозу (патоген – *Septoria nodorum*, *S. tritici*) показала, что удвоенные гаплоиды характеризовались равной либо слабой поражаемостью патогенами по сравнению с сортом-стандартом. При этом линия

ДН-11-2-09 проявила комплексную устойчивость к данным болезням (табл. 4.10). Следует отметить, что среди пяти отобранных по хозяйственно-ценным признакам удвоенных гаплоидов линия ДН-4-1-08-2 характеризовалась благоприятным сочетанием глутенин-кодирующих аллелей *Glu-A1b* и *Glu-B1c*, дающих в сумме 5 баллов, что является высокой оценкой качества у тритикале (табл. 4.8).

Таблица 4.10. – Устойчивость к грибным болезням линий удвоенных гаплоидов ярового тритикале

Сорт, удвоенный гаплоид	Бурая ржавчина, балл	Септориоз флагового листа, балл	Септориоз колоса, балл
Узор (стандарт)	3	3	5
ДН-50-1-08-2	3	5	4
ДН-3-2-08-2	3	1	6
ДН-4-1-08-2	5	7	7
ДН-11-2-09	9	7	8
ДН-25-3-09	5	5	7

Примечание. 9 – очень высокая устойчивость, 8 – высокая устойчивость, 7–6 – устойчивость, 5 – слабая восприимчивость, 4–3 – восприимчивость, 1 – очень высокая восприимчивость.

Таким образом, определен состав локусов *Glu-A1*, *Glu-B1* у 18 созданных в культуре пыльников линий удвоенных гаплоидов. Установлена генетическая однородность линий, выявлена генетическая основа их хлебопекарных качеств, выделены перспективные по составу высокомолекулярных субъединиц глутенинов удвоенные гаплоиды (ДН-25-4-09 и ДН-25-1-09). После прохождения контрольного испытания отобраны пять генотипов (ДН-50-1-08-2, ДН-3-2-08-2, ДН-4-1-08-2, ДН-11-2-09, ДН-25-3-09), превышающие сорт-стандарт по селекционноценным признакам для посева в питомнике предварительного сортоиспытания. Линия ДН-4-1-08-2 характеризуется также благоприятным сочетанием глутенин-кодирующих аллелей локусов. Полученные результаты указывают на возможность использования созданных линий удвоенных гаплоидов как исходного материала в селекции ярового тритикале по признакам урожайности, устойчивости к болезням и качества продукции.

4.1.5. Картофель (*Solanum tuberosum* L.), родственные дикие и межвидовые гибриды

Генетическая коллекция картофеля ИГЦ НАН Беларуси создана с целью получения исходного материала для селекции с применением отбора на диплоидном уровне [25]. Коллекция включает более 450 генотипов, поддерживаемых клубневым размножением. Она разделена на несколько те-

матических блоков. Первый блок – это коллекция тетраплоидов, состоящая из сортов культурного картофеля *S. tuberosum* sbsp *tuberosum* L. (tbr) разного происхождения, тетраплоидных половых и соматических межвидовых гибридов, митотически удвоенных линий картофеля, мультиплексных родительских линий по комплексу генов устойчивости. Второй блок – коллекция образцов диплоидного картофеля. Она включает первичные дигаплоиды и вторичные дигаплоиды *S. tuberosum*. В этот блок включены также SvSv-линии *S. tuberosum*, которые предназначены для вовлечения в селекцию диких видов картофеля, репродуктивно изолированных от культурного картофеля. К третьему блоку отнесены некоторые дикие и культурные виды картофеля (гаплопродюсеры *S. phureja* lvP35 и lvP48) и межвидовые гибриды картофеля, полученные в лаборатории генетики картофеля ИГЦ НАН Беларуси.

Коллекция сортов и тетраплоидных гибридов картофеля

Сорта и тетраплоидные гибриды картофеля представлены в коллекции более чем 140 генотипами. Основное предназначение сортов картофеля в реализации программ диплоидной селекции – получение на их основе первичных дигаплоидов картофеля. Кроме того, сорта могут быть использованы в качестве опылителей для скрещиваний с митотически удвоенными мультиплексными родительскими линиями картофеля, либо в качестве материнских форм в скрещиваниях с диплоидными родительскими линиями, формирующими нередуцированную пыльцу.

Большая часть коллекции сортов и тетраплоидных гибридов картофеля охарактеризована по наличию ДНК-маркеров доминантных генов устойчивости к важнейшим болезням и вредителям картофеля: золотистой цистообразующей нематодой *Globodera rostochiensis*, раку картофеля (карантинные объекты), вирусам PVY, PVX, PLRV, фитофторозу. Результаты оценок коллекции представлены в ряде публикаций [см. 25] и в электронной базе данных, доступной для общего пользования [26]. Ведутся работы по расширению спектра изучаемых генов устойчивости, выявляемых методами ДНК ПЦР-анализа: проводится оценка коллекции на наличие нескольких генов устойчивости к цистообразующим нематодам *G. rostochiensis* (ген *Gpr1*), *G. pallida* (гены *Gpa5*, *Gpa6* и *Gpr1*), к раку картофеля (ген *Sen2*), к вирусам PVY (ген *Ryhc*), PVX (*Rxacl*), PVS (ген *Ns*) и PVM (ген *Rm*).

Важным направлением исследований является оценка опыляющей способности сортов картофеля (по данным прорастания пыльцы *in vitro* и в скрещиваниях с тетраплоидными селекционными линиями) и определение типа цитоплазмы по данным анализа ДНК хлоропластов и митохон-

дрий. Результаты этих анализов призваны пополнить базу данных генетической характеристики сортов картофеля, созданную в лаборатории.

Коллекция первичных дигаплоидов картофеля

Первичные дигаплоиды отбирают в потомстве от опыления тетраплоидных сортов или селекционных клонов гаплопродюсерами. Основная функция первичных дигаплоидов *S. tuberosum* в осуществлении программ диплоидной селекции картофеля на устойчивость к комплексу патогенов – служить культурной основой в скрещиваниях с дикими видами картофеля и межвидовыми гибридами. В связи с этим среди первичных дигаплоидов проводится отбор по признакам культурного картофеля: способности к клубнеобразованию, компактности гнезда клубней, форме клубней и глубине глазков. С учетом данных молекулярно генетического анализа выделены первичные дигаплоиды с ДНК-маркерами генов устойчивости к болезням и вредителям (табл. 4.11). Поскольку основной проблемой селекции картофеля на диплоидном уровне является мужская стерильность и низкая мужская фертильность селекционного материала, при выборе сортов картофеля для получения первичных дигаплоидов уделяется особое внимание их мужской фертильности и наличию у них «фертильного» типа цитоплазмы. При оценке первичных дигаплоидов учитываем интенсивность и продолжительность цветения. В настоящее время коллекция первичных дигаплоидов насчитывает 68 образцов.

Работа по пополнению коллекции первичных дигаплоидов продолжается: ежегодно получаем новые дигаплоиды сортов картофеля, предварительно оцененных по наличию ДНК-маркеров генов устойчивости к болезням и вредителям и названным выше показателям.

Как показали испытания диплоидных гибридных популяций, существенным фактором, на который следует обращать внимание при отборе первичных дигаплоидов, является их высокая клубневая продуктивность и крупноклубневость. Особое значение этот фактор имеет при использовании первичных дигаплоидов в скрещиваниях с дикими видами картофеля или межвидовыми гибридами, так как большинство из них не приспособлены к выращиванию в средних широтах. Высоким потенциалом продуктивности и экологической стабильностью обладали первичные дигаплоиды сортов Nortena, Ileri, Ласунак, Lyra, Лилея и Saphir.

Лучшие из выделенных первичных дигаплоидов включаются в программу скрещиваний с диплоидными линиями – донорами генов фертильности и формирования $2n$ -пыльцы, а также донорами новых генов устойчивости к фитофторозу и вирусам, интрогрессированных в диплоидный селекционный материал от диких видов.

Таблица 4.11. – Представленность ДНК-маркеров генов устойчивости к болезням и вредителям у некоторых образцов коллекции первичных дигаплоидов *S. tuberosum*

Происхождение	Коллекционный номер	ДНК-маркеры (гены устойчивости к болезням и вредителям)								
		CP 113 (H1)	Gro 1-4 (Gro 1-4)	RYSC3 (Ryadg)	GP122 (Ry sto)	CP 60 (Rx)	N127 (PLRV1)	UBS 864R (PLRV4)	NI25 (Sen1)	R1 dms (R1 dms)
PDh Альпинист	IGC 98/102.12	0	1	1	0	0	1	0	1	0
PDh Альпинист	IGC 97/100.36	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PDh Nortena	IGC 98/109.3	0	0	0	0	0	1	1	1	0
PDh Nortena	IGC 98/109.9	0	0	0	0	1	1	1	1	0
PDh Орбита	IGC 98/110.2	0	0	1	0	1	0	1	0	0
Dh Ласунак	IGC 97/66.15	0	0	1	0	1	0	1	0	0
PDh Ласунак	IGC 97/66.17	0	0	1	0	1	0	1	0	0
PDh Блакит	IGC 08/6.4	1	0	0	0	0	0	1	1	0
PDh Лиля	IGC 09/8.24	1	1	0	0	1	1	1	0	1
PDh Saphir	IGC 09/2.4	0	0	0	0	0	1	1	1	1
PDh Carlita	IGC 09/1.5	1	0	1	0	0	1	1	0	1
PDh Lyra	IGC 09/9.10	1	1	1	0	1	1	1	0	1
PDh 1-4КР	IGC 09/7.3	1	0	0	–	1	1	1	1	1
PDh Универсал	IGC 13/56.4	0	–	1	1	–	–	–	1	0
PDh Универсал	IGC 13/56.8	0	–	1	1	–	–	–	1	0
PDh Уладар	IGC 13/57.1	1	–	1	1	–	–	–	0	0
PDh Уладар	IGC 13/67.1	1	–	1	1	–	–	–	1	1
PDh 52-03-16	IGC 13/60.2	1	–	1	1	–	–	–	0	0
PDh 52-03-16	IGC 13/60.3	1	–	1	1	–	–	–	0	0
PDh Спадчына	IGC 13/61.3	1	–	1	1	–	–	–	1	0
PDh Зорачка	IGC 13/62.4	1	–	0	1	–	–	–	0	0
PDh 31Y004-13	IGC 13/64.1	1	0	1	1	–	–	–	0	0


Примечание. 1 – маркер присутствует, 0 – маркер не выявлен, – – нет данных.

Коллекция вторичных дигаплоидов – доноров фертильности, самосовместимости и нередуцированных гамет

Гибриды, полученные в результате скрещиваний первичных дигаплоидов с диплоидными линиями *S. tuberosum*, диплоидными видами картофеля или межвидовыми гибридами называют вторичными дигаплоидами. Для решения проблемы пониженной фертильности и самонесовместимости диплоидного картофеля лабораторией генетики картофеля ИГЦ НАН Беларуси была предложена программа селекции, которая включала комбинацию метода инбридинга и отбора по показателям функциональ-

ной фертильности пыльцы (ФФП) и самосовместимости [27]. В результате ее реализации получен ряд высоко фертильных вторичных дигаплоидов, предназначенных для повышения мужской фертильности диплоидного исходного материала [25]. Использование включенных в коллекцию линий-доноров фертильности обеспечивает получение фертильного потомства при скрещивании с первичными дигаплоидами, которое может быть эффективно использовано в маркер-опосредованной селекции на диплоидном уровне. Важно отметить, что линии-доноры фертильности также являются эффективными донорами самосовместимости (для диплоидного картофеля характерна гаметофитная самонесовместимость, которая является существенным препятствием в реализации селекционных программ, связанных с использованием самоопыления и близкородственных скрещиваний) (табл. 4.12).

Таблица 4.12. – Результаты принудительного самоопыления диплоидных линий-доноров фертильности и самосовместимости, из популяции IGC12/40.n, внешний вид линии 12/40.1 с многочисленными ягодами, полученными при свободном самоопылении

Коллекционный номер	ФФП (%)	Опылений, шт.	Ягод, шт.	Семян, шт.	Семян/ягод, шт.	Семян/опыление, шт.	
12/40.1	59,6	–	–	–	–	–	
IGC 12/40.2	40,4	19	26	1066	41,0	56,1	
IGC 12/40.3	43,1	13	9	747	83,0	57,5	
IGC 12/40.4	55,0	25	31	2666	86,0	106,6	
IGC 12/40.5	58,2	22	28	2093	74,8	95,1	
IGC 12/40.6	58,1	25	16	1580	98,8	63,2	
IGC 12/40.8	70,1	27	37	2752	74,4	101,9	

Одним из преимуществ диплоидной селекции является возможность создания родительских линий, способных без потерь передавать тетраплоидному потомству имеющийся у них комплекс генов устойчивости к болезням и вредителям благодаря формированию нередуцированной пыльцы FDR-типа (FDR – first division restitution). В образующиеся у таких линий две 2n-микроспоры (вместо четырех 1n-микроспор в норме) попадает по одной хроматиде от каждой из 24 хромосом, претерпевших процесс рекомбинации при первом делении мейоза. Следовательно, в каждой из них представлены все доминантные аллели генов устойчивости к болезням и

вредителям, которые имелись у продуцента нередуцированной пыльцы. По нашим данным многолетнего изучения большой коллекции вторичных дигаплоидов картофеля разного происхождения, частота генотипов, образующих фертильную нередуцированную пыльцу, недостаточна для успешного применения мейотического удвоения хромосом в селекции [27].

Для решения проблемы были получены диплоидные линии-доноры признака формирования фертильных нередуцированных гамет. Они одинаково успешно способны опылять, с одной стороны, первичные и вторичные дигаплоиды и, с другой стороны, – тетраплоидные сорта и селекционные клоны [25]. «Введение» генов, ответственных за формирование нередуцированных гамет в селекционный материал на ранних этапах диплоидной селекции обеспечивает относительно высокую частоту генотипов, пригодных к мейотическому удвоению хромосом, на заключительных ее этапах.

Таблица 4.13. – Характеристика лучших линий-доноров фертильной нередуцированной пыльцы

Коллекционный номер	Происхождение	Частота формирования диад, %	ФФП, %	Скрещиваемость с 4х сортами сем/опыл., шт.	Скрещиваемость с диплоидами сем/опыл., шт.
IGC 19 н 4	94/135.12×01/59.11	26,3	7,6	8,3	6,8*
IGC 27 н.11	98/9.8×94/135.20	18,5	12,8	33,6	7,0* 35,3**
IGC 8 н 9	95/27.3×94/135.20	47,7	22,0	55,3	
IGC 17 н 3	95/29.21×94/135.20	25,7	17,0	46,5	5,4**
IGC 17 н 8	95/29.21×94/135.20	40,0	17,7	20,0	–
IGC 25 н 15	94/61.8×01/59.11	21,3	10,1	22,0	–
IGC 28 н 16	98/19.21×92/1.2	25	20,8	15,5	–

Примечание. * – в скрещиваниях с диплоидными межвидовыми гибридами,
** – в скрещиваниях с дигаплоидами *S. tuberosum*.

SvSv-линии

SvSv-линии (F2 2х *S. tuberosum*×*S. verrucosum*) получены путем опыления так называемых «акцепторных» дигаплоидов *S. tuberosum* пыльцой дикого самосовместимого вида картофеля *S. verrucosum*, самоопыления межвидовых гибридов и отбора генотипов, гомозиготных по мутантному гену *Sv* дикого вида. Благодаря наличию у *SvSv-линий* гена *Sv* от *S. verrucosum* у них не образуются пестичные S-ПНК-азы, что позволяет устранить презиготную несовместимость при их гибридизации с диплоидными (1EBN) дикими видами, преодолеть одностороннюю несовместимость, характерную для гибридизации между культурным картофелем и аллотетраплоидными ди-

кими видами. С помощью SvSv-линий удалось вовлечь в селекцию ценные дикие виды *S. bulbocastanum*, *S. pinnatisectum*, *S. polyadenium*, *S. circaeifolium*, *S. commersonii*, которые практически не скрещиваются с дигаплоидами культурного картофеля, получить мужски фертильные межвидовые гибриды с аллотетраплоидным диким видом *S. stoloniferum* [28, 29].

По запросу Генбанка по картофелю США (NRSP 6) две SvSv-линии, а также диплоидная линия-донор фертильности IGC 10/2.21, были переданы в эту организацию в соответствии с процедурой, предусмотренной Нагойским протоколом (Договор о передаче генетических ресурсов от 22.12.2017, сертификат «Конвенции об обмене генетическими ресурсами» № ABSCH-IRCC-BY-239176-1).

Коллекция диплоидных межвидовых гибридов картофеля на основе мексиканских диплоидных и аллотетраплоидных видов картофеля

В лаборатории были разработаны и реализованы новые подходы к преодолению презиготной несовместимости, основанные на использовании явления расщепления по S-генам родительских видов. С их помощью удалось вовлечь в селекцию тетраплоидные соматические гибриды между дигаплоидами *S. tuberosum* и мексиканскими диплоидными дикими видами *S. bulbocastanum* и *S. pinnatisectum* [30]. Были получены первичные дигаплоиды этих соматических гибридов, которые наследовали гены высокой долговременной устойчивости к фитофторозу от диких видов и были способны передавать их беккроссным поколениям. По данным молекулярно-генетического анализа у лучших по комплексу признаков диплоидных, происходящих от дигаплоидов соматических гибридов, выявлены ДНК-маркеры ценных генов устойчивости к фитофторозу от *S. bulbocastanum* *Rpi-blb1*, *Rpi-blb2* и *Rpi-blb3* (табл. 4.14).

На основании многолетних полевых испытаний по устойчивости к фитофторозу, признакам культурного картофеля были выделены и половые гибриды с *S. bulbocastanum*, *S. pinnatisectum* и *S. polyadenium*, полученные с использованием SvSv-линий [28].

Сотрудниками лаборатории обнаружено новое явление образования диплоидных гибридов в скрещиваниях между аллотетраплоидными дикими видами картофеля *S. acaule*, *S. stoloniferum*, *S. fendleri*, *S. polytrichon* и дигаплоидами *S. tuberosum*. Получение таких гибридов дает возможность значительно упростить использование в селекции ценного генофонда этих аллотетраплоидных видов [31]. На основе этих гибридов получен уникальный диплоидный материал с долговременной устойчивостью к фитофторозу и вирусам (табл. 4.14).

Таблица 4.14. – Результаты комплексной селекционной оценки фитотороустойчивых межвидовых гибридов

Коллекционный номер	Происхождение	Данные фенотипической оценки устойчивости**	Данные оценки на наличие ПЦР-маркеров генов устойчивости к основным патогенам	Мужская фертильность***
IGC 02/185.3	BC1 sto = [tbr×(tbr×chc)] × [mix 4(F1 sto (от P1161158 и P1161178) × tbr)]	LB 8-9, LBL 8,1 PVY++, PVX++	<i>Rpib1b1</i> (1521/521+629), <i>Rpi blb3</i> , <i>Rysto</i> (Yes3-3A)	MF, до 50%
IGC 02/183.22	BC1sto = [F1 sto P1161158×tbr] × mix tbr	PVY++, PVX +	<i>Rpib1b1</i> (820+629), <i>Rpi blb2</i> , <i>Rpi blb3</i> , <i>Rysto</i> (Yes3-3A)	MF, SC
IGC 02/179.6	BC1 sto = [F1 sto P1161178 (COR14263)/1×tbr] × mix tbr	PVY++	<i>Rpib1b1</i> (все маркеры), <i>Rpib1b3</i> , <i>Rysto</i> (Yes3-3A)	MF
IGC 05/1.2	BC1 fen = [F1 fen(C37-2) × mix tbr] × mix tbr	LB-8 PVY++	<i>Rpib1b1</i> (все маркеры), <i>Rpib1b3</i>	MF
IGC 08/29.39	BC2 sto = PDh Nortena×BC1 sto	LB 8-9	<i>Sen1</i> (NI25), <i>PLRV1</i> (NI27), <i>PLRV4</i> , <i>H1</i> (CP113), <i>Gro1-4</i> (Gro1-4) <i>Ryadg</i> (RYSC3) <i>Rpi blb1</i> (все), <i>Rpi blb2</i> , <i>Rpi blb3</i>	Стерильный
IGC 08/19.14	BC1 sto 02/183.8 [[F1 sto P1161158×tbr) × mix tbr] × BC1 sto 02/185.3	LB 8-9	<i>H1</i> (CP113) <i>Sen1</i> (NI25) <i>PLRV4</i> ; <i>Rpib1b1</i> (все маркеры, кроме 517/1519), <i>Rpi blb2</i> , <i>Rpi blb3</i>	Нет данных
IGC 07/86.72	BC2 blb = PDh (blb+tbr)* × [tbr×(tbr×chc)]	LB 8-9	<i>Rpi blb1</i> (все маркеры, кроме 517/1519), <i>Rpi blb2</i> , <i>Rpi blb3</i> , <i>Rysto</i> (Yes 3-3A)	MF
IGC 07/86.83	BC2 blb = PDh (blb+tbr)* × [tbr×(tbr×chc)]	LB 8-9	<i>Rpi blb1</i> (820+629), <i>Rpi blb3</i> , <i>Rysto</i> (Yes 3-3A)	MF
IGC 07/86.84	BC2 blb = PDh (blb+tbr)* × [tbr×(tbr×chc)]	LB 8-9	<i>Rpi blb1</i> (все маркеры, кроме 517/1519), <i>Rpi blb3</i> , <i>Rysto</i> (Yes 3-3A)	MF
IGC 13/69.3	F1 sto×blb = BC1 sto×BC2 blb	LB 8-9; Pfsto LBL9 (клубни) LBL 8 (ботва), LB8-9 (ботва), PVY++; Pmb1b LB 8-9	<i>Sen1</i> (NI25-1200, NI27), <i>H1</i> (CP113), <i>PLRV1</i> (NI27), <i>Ryadg</i> (RYSC3), <i>Rychc</i> (RAPD38-530+Ry364)	Нет данных

Коллекционный номер	Происхождение	Данные фенотипической оценки устойчивости**	Данные оценки на наличие ПЦР-маркеров генов устойчивости к основным патогенам	Мужская фертильность***
IGC 13/70.4	F1 sto×pnt = BC1 sto× F1 [(PDh Nortena×ver P1498010) × mix pnt]	LB 8-9; Pfsto LBL9 (клубни), LBL 8, LB 8-9 (ботва), PVY++; Pmpnt LB 8-9	<i>Sen1</i> (NL25-1200), <i>H1</i> (CP113), <i>Ryadg</i> (RYSC3), <i>Rychc</i> (RAPD38-530+Ry364)	Стерильный
IGC 13/76.1	BC = [BC1 sto P1161158× BC1 sto P1161178] × BC1sto P1161178	LB 8-9; Pf sto PVY++ Pmsto LBL9, PVX+	<i>H1</i> (CP113) <i>Ryadg</i> (RYSC3), <i>Rychc</i> (RAPD38-530)	MF около 40%
IGC 13/88.1	F1 sto×blb= BC1sto×BC2blb	LB 8-9	<i>Sen1</i> (NL25-1200), <i>H1</i> (CP113), <i>Ryadg</i> (RYSC3), <i>Rychc</i> (RAPD38-530+Ry364), <i>Rx1</i> (CP60/Ddel); Pmblb 07/86.84	MF ФФП около 50%, есть 2п
IGC 13/90.2	F1 sto×blb= BC2 sto [PDh Nortena×BC1 sto] × BC2blb	LB 8-9	<i>Sen1</i> (NL25-1200), <i>H1</i> (CP113), <i>Rychc</i> (RAPD38-530+Ry364), <i>Rx1</i> (CP60/Ddel); Pmblb 07/86.72	SC, MF, ФФП <10%
IGC 13/93.14	F1 sto×blb = BC2 sto [PDh Nortena×BC1 sto] × BC2 blb	LB 8-9	<i>Sen1</i> (NL25-1200, NL27), <i>H1</i> (CP113), PLRV1 (NL27), <i>Ryadg</i> (RYSC3), <i>Rychc</i> (RAPD38-530+Ry364); Pmblb 07/86.83	Нет данных
IGC 13/104.3	F1 sto×blb= BC2 sto[PDh Nortena×BC1sto] × BC2blb	LB 8-9	<i>Sen1</i> (NL25-1200), <i>H1</i> (CP113), <i>Ryadg</i> (RYSC3), <i>Rychc</i> (RAPD38-530); Pfsto <i>Rpi blb1</i> (все, кроме 517/1510), <i>Rpi blb3</i> ; Pmblb 07/86.83	MF<1%
IGC 08/29.39- C14/6	Митотически удвоенный клон IGC 8/29.39	LB 8-9	<i>Sen1</i> (NL25, NI27), <i>PLRV1</i> (NL27), <i>PLRV4</i> , <i>H1</i> (CP113), <i>Gro1-4</i> (<i>Gro1-4</i>) <i>Ryadg</i> (RYSC3) <i>Rpi blb1</i> (все маркеры), <i>Rpi blb2</i> , <i>Rpi blb3</i>	Стерильный
IGC 08/29.40- C14/35	Митотически удвоенный клон IGC 08/29.40	LB 8-9	<i>Sen1</i> (NL25, NI27), <i>PLRV1</i> (NL27), <i>PLRV4</i> , <i>H1</i> (CP113), <i>Gro1-4</i> (<i>Gro1-4</i>), <i>Ryadg</i> (RYSC3), <i>Rpi blb1</i> (все, кроме 517/1510), <i>Rpi blb3</i>	Стерильный

Примечание. *blb+tblr – соматический гибрид 4х; **LB 8-9 – устойчивость к фитоторозу ботвы на основании данных полевой оценки (не менее 3-х лет); LBL – устойчивость по данным лабораторного теста; ***MF – мужски фертильный; SC – самосовместимый.

Межвидовые гибриды картофеля, полученные разнообразными способами на основе разных диких видов и отобранные по результатам полевых и лабораторных тестов по комплексу селекционных показателей, были оценены на наличие ПЦР-маркеров генов устойчивости к основным патогенам картофеля (табл. 4.14). Проводятся работы по объединению (пирамидированию) в селекционных образцах генов устойчивости, происходящих от разных диких видов. Выделены образцы, сочетающие гены устойчивости к фитофторозу и вирусам от *S. stoloniferum* и *S. bulbocastanum*, *S. stoloniferum* и *S. pinnatisectum*, *S. stoloniferum* и *S. acaule*.

*Митотически удвоенные мультиплексные по генам устойчивости
линии картофеля*

Комплексная многолетняя оценка межвидовых гибридов картофеля и молекулярно-генетический анализ лучших гибридов позволил выявить два генотипа, полученных на основе аллотетраплоидного вида *S. stoloniferum*: IGC08/29.39 и IGC08/29.40. Их отличает высокая устойчивость к фитофторозу ботвы, культурный тип куста и гнезда клубней, широкий спектр маркеров генов устойчивости к основным патогенам (табл. 4.14). С помощью колхицинирования *in vitro* на их основе были получены митотически удвоенные клоны IGC 08/29.39-C14/6 и IGC 08/29.40-C14/35, дающие удовлетворительное количество семян при опылении фертильными сортами или смесью пыльцы фертильных сортов картофеля.

Молекулярно-генетический анализ гибридного потомства от опыления линии IGC 08/29.39-C14/6 сортом-тестером по двум генам устойчивости к нематодам, подтвердил дуплексное состояние этих генов в митотически удвоенной линии, что позволяет рассматривать ее и аналогичную ей линию IGC 08/29.40-C14/35 в качестве мультиплексных по комплексу генов устойчивости. По результатам испытаний гибридов между этими линиями и сортами картофеля выделены сеянцы, достоверно превышавшие по показателям продуктивности сорта-стандарты. Гибриды характеризовались удовлетворительными показателями компактности гнезда клубней, формы клубней, глубины глазков. Это подтверждает высокую эффективность использования полученных мультиплексных линий в селекционной практике.

**4.1.6. Белорусские стародавние сорта льна
(*Linum usitatissimum* L.) и их дикие сородичи
(*Linum angustifolium* L., *Linum bienne* Mill.)**

На протяжении тысячелетий лен продолжает оставаться одной из важнейших технических культур во всем мире и принадлежит к одной из ши-

роко используемых сельскохозяйственных культур двойного назначения, волокно и масло которой находят применение в различных областях промышленности. Для улучшения качества льнопродукции необходимо выведение и внедрение в производство новых высокопродуктивных, устойчивых к полеганию и болезням сортов льна-долгунца и льна масличного.

Современная селекция уменьшает генетическое разнообразие сортов сельскохозяйственных растений. Многие новые сорта получают в результате гибридизации генетически близких современных сортов, что приводит к сокращению уровня генетической изменчивости селекционного материала [32, 33]. Как отмечают эксперты, тестирующие сорта льна по DUS-критериям, морфологическая вариабельность новых сортов значительно снизилась, что указывает на сужение их генетической базы.

Вместе с тем генетическое улучшение сельскохозяйственных культур невозможно при сокращении генетического разнообразия, что делает их более уязвимыми к болезням и вредителям [34]. Многие исследователи считают [32, 33], что главные источники генетического разнообразия сосредоточены в местных стародавних сортах и популяциях (ландрасах), длительное время выращиваемых в определенных регионах и сохраняемых в настоящее время в коллекциях генбанков. Полную картину генетического разнообразия может дать изучение ландрас культурного вида, что позволит выявить генотипы, перспективные в качестве доноров редких аллелей генов хозяйственно значимых признаков. В результате длительного естественного и искусственного отбора стародавние сорта и местные формы сельскохозяйственных растений максимально приспособлены к определенным условиям произрастания и отличаются оптимальной для данной местности длиной вегетационного периода. Изучение местных сортов важно для геногеографических исследований, так как позволяет не только охарактеризовать аборигенный материал того или иного вида, но и восстановить его филогенетические связи.

Наиболее полную информацию о генетической структуре растительных ресурсов дает оценка генотипов с помощью ДНК-маркеров, что позволяет выявить скрытую изменчивость и подойти к более точной дифференциации и идентификации коллекционных образцов и выявлению ценных генотипов. Лен принадлежит к видам с низким уровнем полиморфизма, что является следствием ограниченного числа исходных форм для скрещивания, используемых при создании современных сортов. Вместе с тем лен характеризуется высокой пластичностью генома. На протяжении нескольких десятилетий изучаются наследственные изменения у льна, которые являются следствием воздействия стрессовых факторов окружающей среды. Показано, что изменение питательных веществ в почве при выра-

щивании льна приводит к фенотипическим изменениям, которые сопровождаются геномными перестройками [35]. К числу наследуемых изменений генома относится обнаруженная первоначально у генотрофов сорта Stormont Cirrus однокопийная вставка LIS-1 (Linum Insertion Sequence) – последовательность нуклеотидов размером 5,7kb, которая встраивается в единичной копии в определенный сайт генома льна [36]. Более детальное изучение особенностей возникновения LIS-1 в четырех разных условиях минерального и водного питания показало, что появление фрагмента специфически ограничивается отдельными особями (генотипами), реагирующими на ростовые условия, модифицируя свой геном в специфических условиях роста. У реагирующего генотипа льна, который не образовывал стабильные генотрофы, LIS-1 в отсутствии индуцирующих условий терялся. На основании полученных данных Chen et al. сделали заключение, что внешняя среда может действовать и как индуктор направленной генетической изменчивости, и как селективный фактор полезных мутаций [37].

Дальнейшие исследования показали, что LIS-1 собирается из коротких последовательностей, разбросанных по всему геному льна. В базе данных Linum EST были найдены совпадения по коротким последовательностям данной вставки. В LIS-1 не выявлено больших открытых рамок считывания и гомологии с транспозонами или другими мобильными элементами. Данные показывают, что LIS-1 является результатом сложного инсерционного события [38]. Механизмы формирования, функции и наследование вставки LIS-1 в настоящее время малоизучены. Зафиксировано изменение экспрессии части генов, локализованных вокруг сайта, до и после встройки LIS-1. Возможно, это указывает на то, что LIS-1 регулирует работу соседних генов. По мнению некоторых исследователей, эта последовательность является одним из наиболее перспективных молекулярных маркеров для выявления форм льна с высокой пластичностью генома и соответственно адаптационной способностью [36]. Оригинальностью данного события является то, что происходит оно как ответ на решение конкретных проблем роста, может быть стабильно передано потомству, что делает лен удобным объектом для исследования регуляторных механизмов адаптации растений к стрессовым факторам внешней среды, формирования генетического разнообразия и эволюции геномов растений.

В лаборатории генетической и клеточной инженерии ИГЦ НАН Беларуси ведутся работы по созданию и сохранению коллекции генофонда стародавних белорусских сортов льна, проводится генетико-селекционный анализ по признакам продуктивности и биологическим свойствам, изучение и характеристика новых коллекционных образцов с использованием молекулярно-генетических методов. Коллекция льна включает 56 белорус-

ских стародавних сортов и примитивных образцов льна (ландрас) и 2 образца диких видов (табл. 4.15). Семена получены из ВИРа им. Н.И. Вавилова. Руководством при создании нового генофонда образцов льна служат положения Международного классификатора СЭВ и ФАО. Посев коллекционных образцов льна проводится в соответствии с методическими указаниями [39]. Площадь делянки 1 м^2 – 12 рядков, норма высева – 200 штук семян на погонный метр (рис. 4.19).

Таблица 4.15. – Описание коллекционных стародавних сортов *L. Usitatissimum*

№	Коллекционный образец	Место сбора	Год сбора	№	Образец	Место сбора	Год сбора
1	<i>Linum bienne</i> Mill.	Венгрия	-	30	К-1453	Витебская губ.	1926
2	<i>Linum angustifolium</i>	Бельгия	-	31	К-4219	Гомельская обл.	1932
3	К-37	Витебская губ.	1922	32	К-4226	Витебск	1955
4	К-186	Витебская губ.	1922	33	К-5451	Полоцк	1947
5	К-594	Гомельская губ.	1923	34	К-5452	Брянский р-н	1940
6	К-595	Гомельская губ.	1923	35	К-5453	Брестский р-н	1940
7	К-596	Гомельская губ.	1923	36	К-5455	Белостокский р-н	1940
8	К-600	Минская губ.	1923	37	К-5461	Вилейская обл.	1939
9	К-603	Минская губ.	1923	38	К-5462	Вилейская обл.	1939
10	К-604	Минская губ.	1923	39	К-5463	Вилейская обл.	1939
11	К-776	Витебская губ.	1923	40	К-5464	Вилейская обл.	1939
12	К-777	Витебская губ.	1923	41	К-5465	Вилейская обл.	1947
13	К-778	Минская губ.	1922	42	К-5475	Минская обл.	1958
14	К-780	Минская губ.	1923	43	К-5482	Минск	1939
15	К-781	Минская губ.	1923	44	К-5483	Шарковский р-н	1940
16	К-782	Минская губ.	1923	45	К-5990	Гродненская обл.	1954
17	К-783	Минская губ.	1923	46	К-5991	Гродненская обл.	1955
18	К-784	Беларусь	1923	47	К-6213	Полоцкая обл.	1958
19	К-786	Беларусь	1923	48	К-6214	Полоцкая обл.	1958
20	К-787	Беларусь	1923	49	К-6215	Барановичская обл.	1958
21	К-789	Беларусь	1923	50	К-6216	Барановичская обл.	1958
22	К-790	Гомельская губ.	1923	51	К-6217	Барановичская обл.	1958
23	К-791	Гомельская губ.	1923	52	К-6218	Барановичская обл.	1958
24	К-1042	Витебская губ.	1924	53	К-6219	Барановичская обл.	1958
25	К-1043	Витебская губ.	1924	54	К-6220	Барановичская обл.	1958
26	К-1044	Витебская губ.	1924	55	К-6221	Барановичская обл.	1958
27	К-1424	Витебская губ.	1926	56	К-6222	Барановичская обл.	1958
28	К-1430	Гомельская губ.	1926	57	К-6601	Могилевская обл.	1964
29	К-1431	Минская губ.	1926	58	К-7236	Витебская обл.	1958

Для создания базы данных образцы оценивались по комплексу признаков, что включало фенологические наблюдения, описание морфологических признаков цветка и стебля, учет биометрических показателей и устойчивости к полеганию. По результатам многолетних наблюдений охарактеризована коллекция стародавних форм. Описаны морфологические признаки цветка и стебля, определена устойчивость к полеганию и антоциановая окраска подсемядольного колена, которая может использоваться при отборе в процессе первичного семеноводства. Предполагают, что антоцианы повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [40]. У большинства генотипов присутствовала антоциановая окраска гипокотилия. В то же время выделены образцы с отсутствием антоциановой окраски подсемядольного колена (К-1044, К-5463, К-5464, К-6215, К-5483, К-7236 и К-5453).



Рисунок 4.19. – Коллекционные образцы льна на экспериментальном участке Центрального ботанического сада НАН Беларуси

Выделены формы с коротким вегетационным периодом (К-6213, К-6218, К-595, К-5463, К-5452, К-1430, К-777, К-5464). Цветки различались по диаметру (22–24 мм в диаметре). По окраске лепестков цветка и пыльников отмечены следующие сочетания: голубая – голубая, голубая – синяя, фиолетовая – синяя, фиолетовая – голубая, голубая – кремовая, бледно-голубая – голубая, бледно-голубая – синяя.

Изменчивость оценивалась сравнением образца по средней выраженности признака (x) и показателям непрерывной вариации: среднее квадратичное отклонение (σ), коэффициент вариации (с.в., %). Коэффициент вариации по высоте растения и технической длине стебля был незначительным, кроме образцов К-1430 – 10,33%, К-1453 – 10,10%, К-5465 – 11,49%, К-6220 – 12,36%, К-5462 – 11,31%. По семенной продуктивности («число коробочек») отмечена значительная изменчивость (коэффициент вариации более 20%) у образцов *Linum angustifolium*, К-1424, К-4226,

К-789, К-1043, К-5462, К-5464, К-6220. По признаку «число семян в коробочке» отмечена значительная изменчивость у образцов К-778, К-5452, К-780, К-777, К-5453, К-5483, К-784, К-5464. Необходимо отметить, что растрескиваемость коробочек у всех изученных образцов слабая (1-2 мм) или отсутствует.

В течение вегетации определялась степень полегания льна по 5-бальной шкале. Все образцы были высокоустойчивы к полеганию, за исключением образца К-790 (балл 2), часть растений имели наклон выше 50°. У образцов К-5455, К-5451, К-782, К-5453, К-5483, К-7236 и К-784 (балл 4) полегание слабое, часть растений имели наклон 25°. Нами выделены три образца (К-594, К-5330, К-5476), сочетающие устойчивость к полеганию с высокими показателями продуктивности (табл. 4.16).

Таблица 4.16. – Показатели продуктивности волокна, семян и устойчивость к полеганию у белорусских стародавних образцов льна

Коллекционный образец	Устойчивость к полеганию (балл)	Высота растения (ВР)		Техническая длина (ТД)		Число коробочек (ЧК)		Число семян в коробочке (ЧСК)	
		х±	с.в.	х±	с.в.	х±	с.в.	х±	с.в.
К-594	4	91,3±0,37	1,27	78,20±0,49	1,98	8,00±37,00	14,38	7,40±0,31	13,11
К-5330	5	96,00±0,92	3,99	84,10±0,92	3,48	10,90±0,28	8,03	8,60±0,43	15,70
К-5476	4	96,90±0,72	2,35	73,50±1,18	5,06	24,10±0,96	12,57	8,70±0,33	12,18

Для определения степени генетического родства и филогенетических отношений между льном культурным *L. usitatissimum* и его близкородственными дикими видами *L. bienne* (лен двулетний) и *L. angustifolium* (лен узколистный) проведен сравнительный анализ геномов коллекционных образцов по комплексу молекулярных и хромосомных маркеров. Молекулярно-генетический анализ не выявил существенных различий между изученными видами, однако по числу уникальных, характерных только для одного вида ампликонов, образцы различались, причем *L. angustifolium* имел наибольшее их количество, тогда как *L. bienne* и *L. usitatissimum* были сравнимы. Полученные данные свидетельствуют в пользу того, что все изученные виды имеют общего предка и дивергировали сравнительно недавно [41].

Анализ полиморфизма микросателлитных локусов у стародавних белорусских сортов льна показал, что уровень полиморфизма изученных локусов был высоким: значения индекса PIC варьировали от 0,480 до 0,918 (в среднем 0,764±0,022 на локус). В зависимости от локуса число аллелей варьировало от 2 до 16. Отдельно учитывали частоту встречаемости уни-

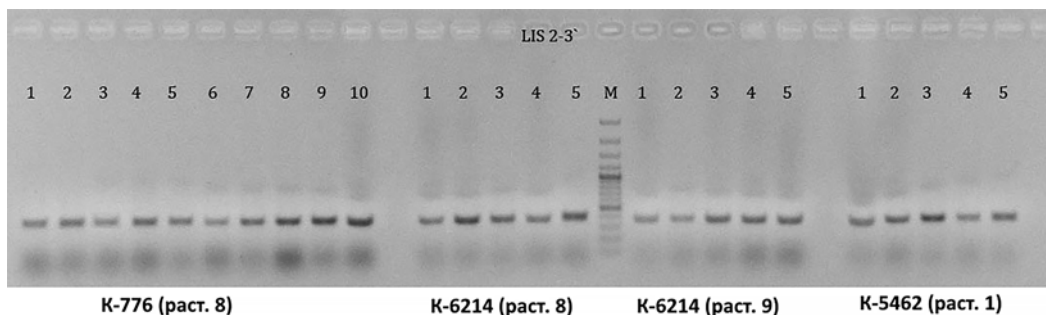
кальных и редких аллелей. Аллели относились к редким, если их частота в исследуемой выборке не превышала 5%. Уникальными аллелями для данной выборки сортов считались аллели, которые встречались только у одного сорта выборки. Изученная выборка характеризовалась высокой частотой встречаемости редких аллелей – 46,2%, из них 28% аллелей были уникальными. Максимальное число редких аллелей (11) зафиксировано у образца К-5990.

Для выявления генотипов с высокой пластичностью генома и, соответственно, адаптационной способностью проведен молекулярно-генетический анализ индивидуальных растений белорусских ландрас на присутствие вставки LIS-1. Сбор материала для анализа проводили на стадии бутонизации, так как было показано, что инсерция LIS-1 собирается из коротких участков ДНК, распределенных по всему геному в короткий промежуток времени, предшествующий цветению [42]. Вставка LIS-1 была обнаружена у 61 проанализированного индивидуального растения (табл. 4.17).

Таблица 4.17. – Белорусские ландрасы, несущие вставку LIS-1

№ п/п	Коллекционный образец	Кол-во растений со вставкой LIS-1	№ п/п	Коллекционный образец	Кол-во растений со вставкой LIS-1
1	К-776	1	11	К-786	3
2	К-784	-	12	К-787	2
3	К-5462	4	13	К-789	9
4	К-6214	5	14	К-791	1
5	К-782	4	15	К-1043	5
6	К-5461	1	16	К-1044	3
7	К-595	1	17	К-777	3
8	К-6216	1	18	К-1453	4
9	К-6220	3	19	К-780	7
10	К-6222	4			

У индивидуальных растений стародавнего сорта К-784 вставка LIS-1 не обнаружена. Растение № 3 ландрасы К-6222 по признаку наличия вставки LIS-1 оказалось гетерозиготным. Для изучения наследования вставки LIS-1 было проанализировано второе поколение ландрас, несущих данную вставку по результатам предыдущих исследований. Показано наличие вставки LIS-1 у всех проанализированных индивидуальных растений второго поколения (рис. 4.20). Можно предположить, что данные образцы обладают высокой пластичностью генома, и могут быть использованы в селекционных программах для создания белорусских высокоадаптивных сортов льна.



№ 1–10: индивидуальные растения

М – маркер молекулярной массы 1Kbp (Праймтех).

Рисунок 4.20. – Электрофореграмма продуктов амплификации ландрас К-776, К-6214 и К-5462 второго поколения с праймерами 2/3', выявляющими наличие вставки LIS-1

4.1.7. Линейный материал подсолнечника масличного (*Helianthus annuus* L.) как основа промышленных гибридов

Подсолнечник в Беларуси является достаточно новой, но в то же время актуальной культурой. Экологические испытания сортов и гибридов зарубежной селекции в условиях нашего региона, проведенные еще в 1995 г., свидетельствуют о возможности возделывания его в промышленных масштабах [43–45]. Практическая работа по селекции подсолнечника в Беларуси привела к созданию в лаборатории нехромосомной наследственности перспективных самоопыленных линий. Использование этих линий позволило получить отечественные гибриды F1 Поиск (2008) и F1 Агат (2010), что явилось подтверждением перспективности направления гетерозисной селекции подсолнечника для региона Беларуси [46].

Генетический потенциал подсолнечника в Беларуси используется не в полной мере, поэтому формирование его генофонда и изучение биологических и хозяйственных признаков коллекционных образцов для дальнейших селекционных исследований является важной задачей. Ценность родительских линий, включенных в схему скрещивания, определяется не только присутствием у них интересующих исследователя признаков и свойств, но и способностью этих форм передавать признаки потомству и давать гибриды с высокой жизнеспособностью и продуктивностью. Поэтому молекулярно-биологическим исследованиям, изучению генетики количественных признаков и определению комбинационной способности родительских форм в селекционных и генетических исследованиях уделяется большое внимание [47–49].

Почвенно-климатические условия нашей республики оптимально подходят для возделывания ультраранних и ранних гибридов. С учетом это-

го усилиями отечественных селекционеров создан гибрид Белорусский ранний, уникальный по сочетанию продуктивности и вегетационного периода [50]. В связи с этим селекция линий и гибридов подсолнечника с укороченным периодом вегетации при минимально возможном снижении урожайности, совершенствование методов селекции на скороспелость линий и гибридов является важным резервом стабилизации урожайности подсолнечника в традиционных регионах возделывания и продвижения ее в новые [51, 52].

Линии подсолнечника

Стерильная линия M475(15)/07A. Растения однокорзинчатые, стерильные. Корзинка слегка вогнутая – 15–18 см с вертикальным расположением на стадии зрелости. Средняя высота растения 72–80 см. Стебель в верхней части сильно опушенный. Листья – сердцевидной формы гладкие, зубцы средней величины. Язычковый цветок – удлинённый, желтый, трубчатый – желтый. Окраска семян – темно серая с более светлой полоской по краям, форма – продолговатая. Масличность семян – 47–49%. Урожай семян – 1,2–1,8 т/га. Масса 1 000 семян – 55–60 г. Период всходы-цветение – 56–60 дней. Обладает высокой толерантностью к склеротинии и фомопсису. Является материнской линией гибрида F1 Белорусский ранний.

Линия закрепитель стерильности M475(15)/07B. Растения однокорзинчатые, фертильные. Корзинка слегка вогнутая – 15–18 см с вертикальным расположением на стадии зрелости. Средняя высота растения 72–80 см. Стебель в верхней части сильно опушенный. Листья – сердцевидной формы гладкие, зубцы средней величины. Язычковый цветок – удлинённый, желтый, трубчатый – желтый. Окраска семян – темно серая с более светлой полоской по краям, форма – продолговатая. Масличность семян – 47–49%. Урожай семян – 1,0–1,5 т/га. Масса 1 000 семян – 55–60 г. Период всходы-цветение – 56–60 дней. Обладает высокой толерантностью к склеротинии и фомопсису.

Стерильная линия M605/04A. Растения однокорзинчатые, стерильные. Корзинка плоская – 14–16 см с вертикальным расположением. Средняя высота растения – 102–104 см. Листья сердцевидной формы слабо пузырчатые, зубцы средней величины. Язычковый цветок – удлинённый, желтый, трубчатый – желтый. Окраска семян – черная, форма – яйцевидно-продолговатая. Масличность семян – 49–52%. Период всходы-цветение – 60–65 дней. Обладает толерантностью к склеротинии и фомопсису. Является материнской линией гибридов F1 Поиск и Агат.

Линия-закрепитель стерильности M605/04B. Растения однокорзинчатые, фертильные. Корзинка плоская – 14–16 см с вертикальным распо-

ложением. Средняя высота растения – 102–104 см. Листья сердцевидной формы слабо пузырчатые, зубцы средней величины. Язычковый цветок – удлинённый, желтый, трубчатый – желтый. Окраска семян – черная, форма – яйцевидно-продолговатая. Масличность семян – 49–52%. Период всходы-цветение – 60–65 дней. Обладает толерантностью к склеротинии и фомопсису.

Стерильная линия M695(8)/07A. Растения однокорзиночные, стерильные. Высокорослая, среднеспелая линия. Период всходы-цветение – 62–67 дней. Антоциановая окраска гипокотиле на стадии семядоли средняя. Опушенность стебля в верхней части слабая. Количество листьев на главном стебле среднее. Антоциановая окраска по краям молодых листьев перед цветением отсутствует. Форма листа сердцевидная. Зубцы листьев мелкие. Глянцевитость листа имеется. Пузырчатость отсутствует. Язычковый цветок удлинённый, желтый, трубчатый цветок желтый. Листочек обертки удлинённый. Антоциановая окраска обертки отсутствует. Корзинка крупная, наполовину наклонена вниз, слегка выпуклая. Семена черные с серой полоской сбоку (и смешанного типа). Масса 1 000 семян – 58–62,5 г. Урожай семян – 2,5–2,8 т/га. Масличность 45,8–50%. Высокая устойчивость к болезням. Является материнской линией гибрида F1 Исток.

Линия закрепитель стерильности M695(8)/07B. Растения однокорзиночные, фертильные. Высокорослая, среднеспелая линия. Период всходы-цветение – 62–67 дней. Антоциановая окраска гипокотиле на стадии семядоли средняя. Опушенность стебля в верхней части слабая. Количество листьев на главном стебле среднее. Антоциановая окраска по краям молодых листьев перед цветением отсутствует. Форма листа сердцевидная. Зубцы листьев мелкие. Глянцевитость листа имеется. Пузырчатость отсутствует. Язычковый цветок удлинённый, желтый, трубчатый цветок желтый. Листочек обертки удлинённый. Антоциановая окраска обертки отсутствует. Корзинка крупная, наполовину наклонена вниз, слегка выпуклая. Семена черные с серой полоской сбоку (и смешанного типа). Масса 1 000 семян – 58–62,5 г. Урожай семян – 2,5–2,8 т/га. Масличность 45,8–50%. Высокая устойчивость к болезням.

Стерильная линия M685(1)/07A. Растения однокорзиночные, стерильные. Скороспелая, низкорослая, масличность 41,4–48%. Средняя высота растения 70–80 см. Антоциановая окраска гипокотиле на стадии семядоли средняя. Опушенность стебля в верхней части слабая. Количество листьев на главном стебле среднее. Антоциановая окраска по краям молодых листьев перед цветением отсутствует. Форма листа сердцевидная. Зубцы листьев мелкие. Глянцевитость листа имеется. Пузырчатость слабая. Язычковый цветок удлинённый, желтый, трубчатый цветок желтый. Листочек

обертки удлинённый. Антоциановая окраска обертки отсутствует. Корзинка плоская – 16–19 см, наклонена вниз. Семена черные, форма – яйцевидно-продолговатая. Урожай семян – 1,5–1,8 т/га. Масса 1 000 семян – 65–70 г. Период всходы-цветение – 54–58 дней. Высокая устойчивость к гнилям.

Линия закрепитель стерильности M685(1)/07B. Растения однокорзиночные, фертильные. Скороспелая, низкорослая, масличность 41,4–48%. Средняя высота растения 70–80 см. Антоциановая окраска гипокотиле на стадии семядоли средняя. Опушенность стебля в верхней части слабая. Количество листьев на главном стебле среднее. Антоциановая окраска по краям молодых листьев перед цветением отсутствует. Форма листа сердцевидная. Зубцы листьев мелкие. Глянцевитость листа имеется. Пузырчатость слабая. Язычковый цветок удлинённый, желтый, трубчатый цветок желтый. Листочек обертки удлинённый. Антоциановая окраска обертки отсутствует. Корзинка плоская – 16–19 см, наклонена вниз. Семена черные, форма – яйцевидно-продолговатая. Урожай семян – 1,5–1,8 т/га. Масса 1 000 семян – 65–70 г. Период всходы-цветение – 54–58 дней. Высокая устойчивость к гнилям.

Стерильная линия M213/11A. Растения однокорзиночные, стерильные. Низкорослая. Раннеспелая. Корзинка плоская – 14–16 см с вертикальным расположением. Средняя высота растения – 102–104 см. Листья сердцевидной формы слабо пузырчатые, зубцы средней величины. Язычковый цветок – удлинённый, желтый, трубчатый – желтый. Окраска семян – черная, форма – яйцевидно-продолговатая. Масличность семян – 44,0–49,0%. Масса 1 000 семян – 63,9 г. Урожай семян – 1,2–1,6 т/га. Линия имеет дружные всходы и цветение. Обладает толерантностью к склеротинии и фомопсису.

Линия закрепитель стерильности M213/11B. Растения однокорзиночные, фертильные. Низкорослая. Раннеспелая. Корзинка плоская – 14–16 см с вертикальным расположением. Средняя высота растения – 102–104 см. Листья сердцевидной формы слабо пузырчатые, зубцы средней величины. Язычковый цветок – удлинённый, желтый, трубчатый – желтый. Окраска семян – черная, форма – яйцевидно-продолговатая. Масличность семян – 44,0–49,0%. Масса 1 000 семян – 63,9 г. Урожай семян – 1,2–1,6 т/га. Линия имеет дружные всходы и цветение. Обладает толерантностью к склеротинии и фомопсису.

Линия-восстановитель фертильности пыльцы M425/08Rf. Растения ветвистые, ветвление преимущественно в нижней части стебля. Центральная корзинка плоская, вертикальная, диаметром 10–12 см. Средняя высота стебля – 65–70 см. Опушенность в верхней части стебля средняя. Форма

листа – конусовидная, зубцы мелкие. Поверхность листьев – гладкая. Язычковый цветок – удлинённый, жёлтый, трубчатый – жёлтый. Семена – темно серые, удлинённые. Масличность семян – 40–43%. Раннеспелая, период всходы-цветение – 56–58 дней. Линия обладает высокой пыльцевой продуктивностью и длительным периодом цветения. Высокая толерантность к склеротинии и фомопсису.

Линия-восстановитель фертильности пыльцы M442/08Rf. Растения ветвистые, ветвление преимущественно в верхней части стебля. Центральная корзинка плоская, вертикальная, диаметром 12–14 см. Средняя высота стебля – 75–85 см. Опушенность в верхней части стебля слабая, количество листьев на главном стебле среднее. Форма листа – ланцетовидная, зубцы средней величины. Поверхность листьев слабо пузырчатая. Язычковый цветок – удлинённый, жёлтый, трубчатый – жёлтый. Семена – удлинённые, черные, присутствует светло-серая полоска по краям. Масличность семян – 42–44%. Масса 1 000 семян – 46–48 г. Раннеспелая, период всходы-цветение – 56–58 дней. Линия обладает высокой пыльцевой продуктивностью и длительным периодом цветения. Высокая толерантность к склеротинии и фомопсису. Является отцовской линией районированного гибрида F1 подсолнечника масличного Белорусский ранний.

Линия-восстановитель фертильности пыльцы M708/04Rf. Растения ветвистые, ветвление преимущественно в верхней части стебля. Центральная корзинка плоская – 8–10 см. Средняя высота растения – 95–97 см. Листья темно-зеленой окраски, слегка пузырчатые, зубцы крупные, форма листа – сердцевидная. Поверхность листьев слабо пузырчатая. Язычковый цветок – удлинённый, жёлтый, трубчатый – жёлтый. Окраска семян – черная, форма – продолговатая. Масличность семян – 46–48,5%. Масса 1 000 семян – 33–35 г. Период всходы-цветение – 60–65 дней. Rf-линия обладает высокой пыльцевой продуктивностью и длительным периодом цветения. Высокая толерантность к склеротинии и фомопсису. Является отцовской линией гибридов F1 подсолнечника масличного Агат, Исток, Крок и Азимут.

Линия-восстановитель фертильности пыльцы M780/04Rf. Растения ветвистые по всей части стебля, центральная корзинка плоская – 8–11 см. Средняя высота растения – 100–105 см. Листья слабо пузырчатые, сердцевидной формы, зубцы крупные. Окраска семян – черная, форма – продолговатая. Масличность семян – 42–45%. Масса 1 000 семян – 35–40 г. Период всходы-цветение – 58–60 дней. Rf-линия обладает высокой пыльцевой продуктивностью и длительным периодом цветения. Обладает толерантностью к склеротинии и фомопсису. Является отцовской линией районированного гибрида F1 подсолнечника масличного Поиск.

Линия-восстановитель фертильности пыльцы M609/10Rf. Среднеспелая, среднерослая линия. Период всходы-цветение – 58–60 дней. Ветвистая, ветвление по всему стеблю. Боковые ветви мощные, высокие, плотно прижаты к стеблю. Высота растений 85–90 см. Антоциановая окраска гипокотиле на стадии семядоли средняя. Опушенность стебля в верхней части слабая. Количество листьев на главном стебле мало. Антоциановая окраска по краям молодых листьев перед цветением отсутствует. Форма листа треугольная. Зубцы листьев мелкие. Глянцевитость листа имеется. Пузырчатость отсутствует. Язычковый цветок удлинённый, бледно-желтый, трубчатый цветок желтый. Листочек обертки округлый. Антоциановая окраска обертки отсутствует. Корзинка крупная с вертикальным расположением, плоская. Масса 1 000 семян – 43,5 г. Масличность семян 39,3–42,1%. Высокая устойчивость к гнилям.

Линия-восстановитель фертильности пыльцы M734(l)/09Rf. Ветвистая, ветвление преимущественно верхнее. Среднеспелая. Период всходы-цветение – 58–62 дней. Среднерослая. Высота 95–100 см. Корзинка крупная 12–14 см., плоская. Антоциановая окраска гипокотиле на стадии семядоли слабая. Опушенность стебля в верхней части слабая. Количество листьев на главном стебле мало. Антоциановая окраска по краям молодых листьев перед цветением отсутствует. Форма листа сердцевидная. Зубцы листьев средней величины. Глянцевитость листа имеется. Пузырчатость слабая. Язычковый цветок удлинённый, желтый, трубчатый цветок желтый. Листочек обертки удлинённый. Антоциановая окраска обертки отсутствует. Масличность семян 45,2%. Масса 1 000 семян – 43,5 г. Хорошие выравненные растения. Высокая устойчивость к гнилям.

Гибриды подсолнечника



Гибрид F1 Поиск (M605/04A×M780/04Rf). Простой межлинейный гибрид. Растение высотой 100–105 см. Стебель в верхней части с сильным опушением, со средним количеством листьев. Лист сердцевидной формы, средней зубчатости, без антоциановой окраски, матовый. Язычковый цветок удлинённой формы, желтой окраски. Окраска трубчатого цветка желтая. Листочек обертки удлинённый, без антоциановой окраски. Корзинка в стадии созревания крупная, наполовину наклоненная вниз. Форма семенной части корзинки во время созревания выпуклая. Семена продолговато-яйцевидной формы, черной окраски без полосок. Гибрид

раннеспелый. Средняя урожайность за 2006–2008 гг. испытания составила 38,9 ц/га. Максимальная урожайность семян 56,0 ц/га была получена на Лунинецком ГСУ в 2007 г. Vegetационный период в среднем составляет 119 дней. Масса 1 000 семян – 59,0–61,0 г. Содержание жира в семенах 45,3%. Содержание белка 18,9%. Лузжистость составляет 16,4%. Гибрид обладает хорошей устойчивостью к полеганию. Районирован в Беларуси в 2008 г. Является стандартом раннеспелой группы в Государственном сортоиспытании Беларуси.



Гибрид F1 Агат (M605/04A×M708/04Rf). Простой межлинейный гибрид. Растение высотой 165 см. Стебель в верхней части с сильным опушением, количество листьев 23–25 шт. Лист сердцевидной формы, средней зубчатости, без антоциановой окраски, матовый. Язычковый цветок удлиненной формы, желтой окраски. Окраска трубчатого цветка желтая. Листочек обертки округлый, без антоциановой окраски. Корзинка в стадии созревания крупная, вертикального расположения. Форма семенной части корзинки во время созревания плоская. Семена

продолговато-яйцевидной формы, черной окраски без полосок. Гибрид раннеспелый. Средняя урожайность за 2008–2010 гг. испытания составила 43,8 ц/га. Максимальная урожайность 65,1 ц/га была получена на Щучинском ГСУ в 2010 г. Масса 1 000 семян – 55,0–58,0 г. Длина вегетационного периода 118 дней. Содержание жира в семенах 49,8%. Содержание белка 17,2%. Лузжистость составляет 27,5%. Выровненность и устойчивость к полеганию хорошая. Районирован в Беларуси в 2010 г.



Гибрид F1 Исток (M695(8)/07A×M708/04Rf).

Простой межлинейный гибрид. Растения среднерослые – 125–130 см. Однокорзиночные, корзинка слегка выпуклая, наполовину наклоненная вниз на стадии зрелости, диаметр корзинки 18–19 см. Листья темно-зеленой окраски слабо пузырчатые, сердцевидной формы, зубцы средней величины. Язычковый цветок удлиненной формы желтый, трубчатый – желтый. Форма листочка обертки – удлиненная, без антоциановой окраски. Окраска семян черная с темно-серой полоской по краям,

форма продолговато-яйцевидная. Гибрид относится к группе среднеспелых (100–105 дней). Урожайность семян при 12% влажности 52,1 ц/га. Маслич-

ность абсолютно сухих семян 51,4% (средний показатель за 2009–2011 гг.). Количество растений, не пораженных белой гнилью к уборке – 92,2%. Не наблюдалось поражения растений мучнистой росой, заразихой, фузариозным увяданием, ржавчиной, серой гнилью. Особенность гибрида – высокая урожайность и масличность семян, толерантность растений к болезням. По данным Государственного испытания гибрида F, Исток 2012–2014 годов урожайность на пяти участках Беларуси составила 39,4–59,4 ц/га с масличностью семян 48,9–51,6%. Масса 1 000 семян – 45,2–58,7 г. Высота растений 121–180 см., вегетационный период – 104–126 дней.



Гибрид F1 Белорусский ранний (M475(15)/07A×M442/08 Rf). Простой межлинейный гибрид.

Растения среднерослые 120–125 см. Растения однокорзинчатые, корзинка, слегка вогнутая с вертикальным расположением, диаметр корзинки 17–18 см. Листья зеленой окраски слабо пузырчатые, треугольной формы, зубцы средней величины. Опушенность стебля средняя, антоциановая окраска отсутствует. Язычковый цветок удлиненной формы желтой окраски. Окраска семян темно-серая со светло-серой полоской по краям,

форма продолговатая. Гибрид относится к группе раннеспелых (95–100 дней). Урожайность семян при 12% влажности 47,7 ц/га. Масличность абсолютно сухих семян 49,7% (средний показатель за 2009–2011 гг.). Количество растений, не пораженных белой гнилью к уборке – 87,7%. Не наблюдалось поражения растений мучнистой росой, заразихой, фузариозным увяданием, ржавчиной, серой гнилью. Особенность гибрида – скороспелость. По данным Государственного испытания гибрида F₁ Белорусский ранний 2012–2014 гг. урожайность на пяти участках Беларуси составила 34,8–50,0 ц/га с масличностью семян 40,8–45,3%. Масса 1 000 семян – 46,0–64,7 г. Высота растений 125–160 см, вегетационный период – 96–119 дней. Районирован в Беларуси в 2014 г. Является стандартом ультраранней группы в Государственном сортоиспытании Беларуси.

Гибрид F1 Крок (M475(15)/07A×M708/04Rf).

Простой межлинейный гибрид. Растения среднерослые – 110–115 см. Однокорзинчатые, корзинка тонкая, быстровысыхающая, плоская



с вертикальным расположением, диаметр корзинки 21–24 см. Листья зеленой окраски слабо пузырчатые, треугольной формы, зубцы средней величины. Опушенность стебля слабая, антоциановая окраска отсутствует. Язычковый цветок удлинненной формы желтой окраски. Окраска семян черная со светло-серой полоской по краям, форма продолговатая широкояйцевидная. Гибрид относится к группе раннеспелых (110–115 дней).

По данным Государственного испытания гибрида F₁ Крок 2017–2018 гг. урожайность на четырех участках Беларуси составила 35,6–38,8 ц/га с масличностью семян 48,5–50,3%. Масса 1 000 семян – 58,1–69,7 г. Высота растений 98–163 см, вегетационный период – 92–107 дней.

4.2. РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ПО ГЕНЕТИЧЕСКОМУ МАРКИРОВАНИЮ И ПАСПОРТИЗАЦИИ РАСТЕНИЙ

Вновь создаваемые формы растений подвергаются всестороннему изучению различными методами, в том числе и молекулярному маркированию. Республиканский центр по генетическому маркированию и паспортизации растений, животных, микроорганизмов и человека (Республиканский центр геномных биотехнологий) введен в эксплуатацию в декабре 2011 г. (постановление Бюро Президиума НАН Беларуси № 536 от 30.12.2011). Создан на базе аккредитованного Центра ДНК-Биотехнологий Института генетики и цитологии НАН Беларуси (аттестат аккредитации ВУ/112 02.1.01.1599 от 07.12.2009) в рамках задания Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2007–2010 гг. и 2011–2015 гг. Сертифицирован по системе менеджмента качества ИСО 9001, что является подтверждением способности центра обеспечивать стабильное качество продукции и услуг.

Цели создания центра:

– осуществление взаимодействия с министерствами и ведомствами Республики Беларусь для координации инновационной деятельности в области геномных биотехнологий;

– внедрение геномных биотехнологий V и VI технологических укладов в практику сельского хозяйства, здравоохранения, спорта и охраны окружающей среды.

Основные задачи центра в области растениеводства – разработка и освоение новых геномных биотехнологий по следующим направлениям:

– ДНК-паспортизация и ДНК-маркирование растений;

– анализ генетически модифицированных ингредиентов (ГМИ) в продовольственном сырье, пищевых продуктах и кормах;

- научное, информационное и методическое сопровождение работ по внедрению геномных биотехнологий в профильных учреждениях Республики Беларусь;
- подготовка кадров в области геномных биотехнологий;
- изучение и обобщение достижений мировой науки по профилю и содействие их практическому использованию в Республике Беларусь.



Республиканский центр призван решить проблему коммерциализации геномных разработок в стране и ориентирован на оказание услуг в области геномных биотехнологий учреждениям Минсельхозпрода, Минздрава, а также другим юридическим и физическим лицам.

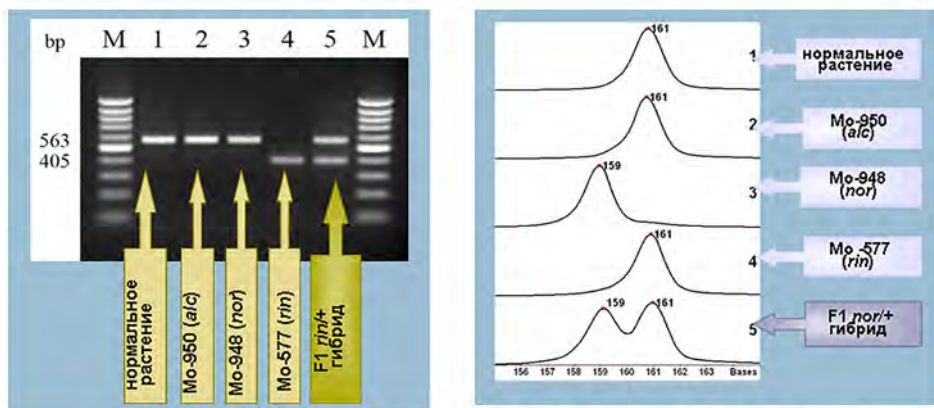
В число областей аккредитации центра входит определение ДНК-маркеров для идентификации и паспортизации сортов сельскохозяйственных культур. В отделе геномики растений в соответствии с областью аккредитации выполняются работы по маркер-сопутствующей селекции (МАС) и ДНК-паспортизации сельскохозяйственных растений.

Разработанные методы МАС позволяют эффективно выявлять гены устойчивости и качества на любой стадии развития растений от проростков до плодов, идентифицировать гетерозиготные формы и выявлять неоднородность материала (табл. 4.18, рис. 4.21). Данные методы позволяют значительно сократить объем прорабатываемого селекционного материала, упростить процесс отбора родительских форм для скрещивания, повысить эффективность и качество селекционного процесса, сократить сроки создания новых сортов на 2–3 года, снизить затраты на создание сорта на 15–20%.

Таблица 4.18. – Направления маркер-сопутствующей селекции растений

С/х культура	Хозяйственно ценный признак
Картофель	устойчивость к болезням (фитофтора, X, Y, L- вирусы) и вредителям (нематода)
Томат	содержание каротиноидов, длительность хранения плодов, устойчивость к кладоспориозу, фузариозу, нематоде, окраска плодов
Перец сладкий	содержание каротиноидов, длительность хранения плодов, окраска плодов
Пшеница	твердозерность, хлебопекарные качества, устойчивость к бурой ржавчине, короткостебельность, устойчивость к предуборочному прорастанию, масса зерна
Тритикале	короткостебельность, устойчивость к предуборочному прорастанию, хлебопекарные качества
Яблоня, груша	сроки созревания и хранения плодов; устойчивость к парше, мучнистой росе, красногалловой яблонной тле
Рапс	содержание жирных кислот в семенах, устойчивость к альтернариозу
Соя	фотопериодическая реакция
Ячмень	пивоваренность
Лен	низколиноленовость
Капуста белокочанная	самонесовместимость, устойчивость к болезням (сосудистый бактериоз, кила)
Люпин	нерастрескиваемость бобов, проницаемость оболочки семян, пониженное содержание алкалоидов, устойчивость к антракнозу

Анализ линий и сортов томата на наличие генов *rin*, *nor* и *alc*, определяющих лежкость плодов



STS маркеры для идентификации *nor* и *rin* генов

Рисунок 4.21. – Анализ линий и сортов томата на наличие генов лежкости плодов

На базе Республиканского центра осуществляется генетическое тестирование по 70 генам устойчивости и качества сельскохозяйственных рас-

тений. На основе молекулярных маркеров разработана система ДНК-паспортизации сортов пшеницы, томатов, перца, картофеля, яблоны, сои, льна, груши, ячменя, подсолнечника, сахарной свеклы. Эта система существенно превосходит применяемые сегодня методы идентификации сортов по точности. Внедрение ДНК-паспортов в практику сельского хозяйства позволит повысить эффективность контроля за вновь создаваемыми в республике сортами и качеством селекционного процесса в селекционных учреждениях, вести контроль качества семян, закупаемых за рубежом, сэкономить государственные средства.

ДНК-паспорта позволяют:

- Проводить проверку соответствия новых сортов критериями ООС-теста (отличимость, однородность и стабильность) для регистрации сортов.

- Оценивать генетическую новизну сортов, линий и гибридов.

- Оценивать соответствие партий семян стандарту.

- Подтверждать кондиционность семян, закупаемых за рубежом.

- Исключить возможность фальсификации сортов и связанных с этим экономических потерь.

- Улучшить систему патентования новых сортов, а также решать спорные вопросы об авторстве сортов и их чистоте.

*ДНК-паспортизация сельскохозяйственных культур
(томат, перец, картофель, лен, пшеница, ячмень, соя, подсолнечник,
яблоня, груша, сахарная свекла)*



Образец молекулярно-генетического паспорта:

Сорт томата Сибиряк 723

A154 B137 C224 D103 E158 F213 G122 H196 I147 J136 K159,187 L222 M165
N351 O268

Сорт томата Radek

A154,179 B137 C224 D103 E158 F213 G122,128 H196 I131,147,149 J136
K159,187 L220,222 M165 N351

A, B, C, ... – обозначение микросателлитных локусов.

Цифры индексов – размеры аллелей в п.н. (полинуклеотидах)

Технологии внедряются в НИИ аграрного профиля и позволяют разработать эффективную программу улучшения селекционного процесса. В настоящее время создано более 200 генетических паспортов сельскохозяйственных растений.

4.3. РЕСПУБЛИКАНСКИЙ БАНК ДНК РАСТЕНИЙ

Республиканский банк ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов создан в 2013 г. на базе ИГЦ НАН Беларуси в соответствии с пунктом 2 протокола поручений Премьер-министра Республики Беларусь М.В. Мясниковича, данных 24 мая 2013 г. на совещании по вопросам развития биотехнологической отрасли в Республике Беларусь. В 2016 году Республиканский банк ДНК получил статус национального достояния, согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь № 629 от 13 августа 2016 г. Руководитель Банка ДНК – академик Александр Владимирович Кильчевский.

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 Положение о Республиканском банке ДНК, Порядок депонирования образцов и система учета образцов ДНК. Создана группа для обеспечения функционирования банка ДНК.

Для хранения образцов ДНК в Институте оборудовано хранилище с низкотемпературными (-80°C) морозильными камерами (рис. 4.22).



Рисунок 4.22. – Выделение ДНК и хранение в ультраморозильнике (-80°C)

Республиканский банк ДНК состоит из пяти тематических секций: банк ДНК человека, животных, растений, микроорганизмов, редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных Республи-

ки Беларусь. В каждую секцию входит несколько тематических коллекций, число которых ежегодно увеличивается. В Банк ДНК на хранение принимаются образцы ДНК и биологические ткани, как для длительного хранения, так и для научных целей, которые используются депозиторами для молекулярно-генетических исследований Института и других научных организаций Республики Беларусь.

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 «Банк ДНК растений» хранятся 2 402 образца сельскохозяйственных культур (ДНК – 1 728 и биологического материала – 674), которые распределены по шести коллекциям (табл. 4.19):

1. Коллекция ДНК зерновых культур включает образцы мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), представленные сортами зарубежной селекции (Казахстан, Украина, Румыния), интрогрессивными линиями, линиями удвоенных гаплоидов; рекомбинантные формы тритикале (**Triticosecale* Wittm.&A.Camus) с различными сочетаниями хромосом А-, В- и D-геномов пшеницы, удвоенные гаплоиды гексаплоидного тритикале и сорта тритикале из селекционных центров ближнего и дальнего зарубежья; подвида кукурузы (*Zea mays* L.); образцы диплоидной и тетраплоидной озимой ржи (*Secale cereale* L.) на основе ЦМС Р- и G-типов; сорта ячменя (*Hordeum vulgare* L.) белорусской и зарубежной селекции, сорта овса (*Avena sp.*).

2. В коллекции ДНК зернобобовых культур находятся сорта и линии сои (*Glycine max* L. Merr.) белорусской и зарубежной селекции.

3. Коллекция ДНК картофеля включает образцы ДНК сортов и гибридов *Solanum tuberosum* L. различного происхождения, а также ДНК диких видов картофеля (*Solanum sp.*).

4. Коллекция ДНК технических культур представлена образцами льна (*L. usitatissimum* L.), в числе которых сорта льна масличного, соматоклональные формы льна-долгунца и льна масличного, ложные трансформанты льна-долгунца и их гибриды с исходными сортами Белита и Василек, белорусские ландрасы льна. В коллекцию технических культур включены сорта, сортообразцы и гибриды масличного рапса *Brassica napus* L, линии и формы ярового и озимого рапса, биотехнологические линии ярового рапса (*B. napus* L. var. *oleifera* DC.), созданные на основе сорта Магнат, внутривидовые гибриды люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) и люпина желтого (*Lupinus luteus* L.), диплоидные линии сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.).

5. В коллекцию ДНК овощных культур включены сорта томата (*Solanum lycopersicum* L.), томата черри (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), перца сладкого (*Capsicum annuum* L.), баклажана (*Solanum melongena* L.), физалиса (*Physalis* sp.), селекционных форм капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L.).

6. Коллекция образцов ДНК ягодных культур представлена сортами белорусской селекции смородины черной (*Ribes nigrum*) и сортами земляники садовой (*Fragaria×ananassa*) селекции Беларуси, России, Германии, Польши и др.

Коллекции образцов ДНК сельскохозяйственных культур используются при создании нового селекционного материала для получения конкурентоспособных отечественных сортов, а также способствуют сохранению генетического материала ценных местных стародавних сортов и сортов, имеющих важное значение для Беларуси.

Таблица 4.19. – Количество образцов ДНК и биологического материала сельскохозяйственных культур в секции «Банк ДНК растений»

	Культуры	Количество образцов
1	Пшеница	665
2	Тритикале	182
3	Ячмень	40
4	Озимая рожь	16
5	Кукуруза	82
6	Овес	10
7	Соя	61
8	Картофель	180
9	Сахарная свекла	360
10	Рапс	342
11	Лен	154
12	Люпин	32
13	Пасленовые	88
14	Капуста белокочанная	160
15	Ягодные	30
	Всего образцов	2 402

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.

Помимо хранения образцов сотрудники Республиканского банка ДНК занимаются научной деятельностью, направленной на оценку и изучение биологического разнообразия с помощью генетических методов анализа. Природоохранная деятельность Банка ДНК связана с реализацией статьи 17 «Мониторинг использования генетических ресурсов» Конвенции о биологическом разнообразии. В рамках выполнения целей Конвенции необходимо провести инвентаризацию генетических ресурсов страны с уточнением их таксономического статуса. С этой целью сотрудниками Республиканского банка ДНК проводится молекулярно-генетическая оценка ботанических ресурсов методом ДНК-штрихкодирования и создается справочная библиотека ДНК-штрих-кодов редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений. Использование в биосистематике нуклеотидных последовательностей позволяет точно идентифицировать исследуемый вид, сравнивать родственные геномы, эффективно манипулировать большими массивами генетических данных. Появившись в 2003 г., метод ДНК-штрихкодирования стал основой Международной программы «Штрих-код жизни», которая ставит своей целью создание библиотеки штрих-кодов для всех живых организмов на Земле. Это широко применяемый способ цифрового представления генетических данных, удобный для каталогизации и хранения информации о молекулярных особенностях геномов живых организмов.

Пополнение и изучение коллекций Республиканского банка ДНК является неотъемлемой частью эффективного использования генетических ресурсов, способствует обмену образцами и необходимой информацией между учреждениями Республики Беларусь, занимающимися молекулярно-генетическими исследованиями. Сохранение биологических ресурсов становится основой экологической политики и одним из условий устойчивого экономического развития государства.

Заключение

Таким образом, в ИГЦ НАН Беларуси проводится целенаправленная работа по созданию генетических коллекций качественно нового генофонда зерновых, технических, овощных, масличных культур и картофеля, его идентификация с использованием современных молекулярно-генетических методов и включение оригинального генофонда в Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь и селекцион-

ный процесс. С привлечением классических и биотехнологических методов 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. Разрабатываются альтернативные методы создания качественно нового материала, сочетающие в себе методы традиционной генетики и селекции с биотехнологическими приемами.

Профильные генетические коллекции образцов постоянно пополняются. Систематизированы и расширяются коллекции томата, перца, зерновых культур, картофеля, льна, подсолнечника. Для их создания и изучения привлекаются различные методы: морфологические, биохимические, внутривидовой и интрогрессивной гибридизации, инбридинг, полиплоидизация и деполиплоидизация, культура пыльников *in vitro*, используются последние достижения в области геномики растений.

Коллекции образцов ДНК – это ценнейшие генетические ресурсы, которые должны быть сохранены как национальное достояние Республики Беларусь. Наличие обширного, постоянно пополняемого Республиканского банка ДНК позволит Республике Беларусь обладать уникальной генетической информацией, которая может оказать неопределимое влияние на развитие биотехнологии, генетики и селекции растений в нашей стране, даст возможность сократить сроки выполнения научных работ, повысить достоверность оценки получаемых результатов, а также способствовать развитию международного сотрудничества в области генетических ресурсов растений, их изучения и использования.

Список использованной литературы

1. Husband, B.C. Evolution of the magnitude and timing of inbreeding depression in plants / B.C. Husband, D.W. Schemske // *Evolution*. – 1996. – Vol. 50. – P. 54–70.
2. Суриков, И.М. Теория самонесовместимости в связи с генетикой самофертильности ржи : автореферат дис. ... докт. биол. наук : 03-103 / И.М. Суриков. – Ленинград. – 1972. – 53с.
3. Stojatowski, S. Identification of sterility-inducing cytoplasms in rye using the plasmotype-genotype interaction test and newly developed SCAR markers / S. Stojatowski, M. Łapiński, M. Szklarczyk // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2006. – Vol. 112. – № 4. – P. 627–633.
4. Isik, Z. Organellar genome analysis of rye (*Secale cereale*) representing diverse geographic regions / Z. Isik, etc. // *Genome*. – 2007. – Vol. 50. – P. 724–734.
5. Горелик, В.В. Формирование исходного материала и эффективность его использования в селекции тетраплоидной озимой ржи : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / В.В. Горелик ; РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2015. – С. 24.
6. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 269 с.

7. Белько, Н.Б. Дупликация генома озимой ржи (*Secale cereale* L.) с использованием закисы азота (N₂O) / Н.Б. Белько [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика. – 2013. – Т. 15. – С. 64–74.

8. Гордей, И.А. Секалотритикум (**Secalotriticum*): генетические основы создания и формирования генома / И.А. Гордей, Н.Б. Белько, О.М. Люсиков. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 214 с.

9. Гордей, И.А. Молекулярно-генетические основы создания нового генофонда ржи и ржано-пшеничных амфидиплоидов секалотритикум / И.А. Гордей, О.М. Люсиков, И.С. Гордей, В.Е. Шимко, А.В. Вершинин, Е.В. Евтушенко, Ю.А. Липихина // Молекулярная и прикладная генетика : сб. науч. тр. ; Институт генетики и цитологии НАН Беларуси ; редколл. : А.В. Кильчевский (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2017. – Т. 23. – С. 26–39.

10. Гордей, И.А. Создание нового генофонда ржи и ржано-пшеничных амфидиплоидов – секалотритикум на основе инбридинга, авто- и аллополиплоидии / И.А. Гордей, С.И. Гриб, О.М. Люсиков, В.Н. Буштевич, И.С. Гордей, В.Е. Шимко // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : IV Международная научно-практическая конференция, Киров, 3–5 апреля 2018 г. ; Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого ; редкол. : Г.А. Баталова [и др.]. – Киров, 2018. – С. 14–18.

11. Salmanowicz, B.P. Molecular, physicochemical and rheological characteristics of introgressive *Triticale/Triticum monococcum* ssp. *monococcum* lines with wheat 1D/1A chromosome substitution / B.P. Salmanowicz, M. Langner, H. Wiśniewska, B. Apolinska, M. Kwiatek, L. Błaszczuk // International Journal of Molecular Sciences. – 2013. – V. 14. – P. 15595–15614.

12. Lafferty, J. Introduction of high molecular weight glutenin subunits 5 + 10 for the improvement of the bread-making quality of hexaploid triticale / J. Lafferty, T. Lelley // Plant Breed. – 2001. – Vol. 120. – P. 33–37.

13. Куркиев, К.У. Идентификация генов короткостебельности *Rht2* и *Rht8* у образцов гексаплоидного тритикале с помощью ДНК-маркеров / К.У. Куркиев, Л.Г. Тырышкин, М.А. Колесова, У.К. Куркиев // Информационный вестник ВОГиС. – 2008. – Т. 12. – № 3. – С. 372–376.

14. Дубовец, Н.И. Реконструкция кариотипа гексаплоидных тритикале путем межгеномных замещений хромосом / Н.И. Дубовец, Г.В. Дымкова, Л.А. Соловей, Т.И. Штык, В.Е. Бормотов // Генетика. – 1995. – Т. 31. – № 10. – С. 1394–1399.

15. Badaeva, E.D. “Chromosomal passport” of *Triticum aestivum* L. EmThell. cv. Chinese Spring and standartization of chromosomal analysis of cereals / E.D. Badaeva, L.F. Sozinova, N.S. Badaev, O.V. Muravenko, A.V. Zelenin // Cereal Res. Commun. – 1990. – Vol. 18. – № 4. – P. 273–281.

16. Zhang, X. Distribution of the *Rht-B1b*, *Rht-D1* and *Rht8* reduced height genes in autumn-sown Chinese wheats detected by molecular markers / X. Zhang, S. Yang, Y. Zhou, Z. He, X. Xia // Euphytica. – 2006. – Vol. 152. – № 1. – P. 109–116.

17. Yang, Y. Development and validation of a Viviparous-1 STS marker for pre-harvest sprouting tolerance in Chinese wheats / Y. Yang, X.L. Zhao, L.Q., Xia, X.M. Chen, X.C. Xia, Z. Yu, Z.H. He, M. Röder // Theor Appl Genet. – 2007. – № 115 (7). – P. 971–80.

18. Pearce, S. Molecular Characterization of *Rht1* dwarfing genes in hexaploid wheat / S. Pearce, R. Saville, S.P. Vaughan // Plant Physiology. – 2011. – Vol. 157. – № 4. – P. 1820–1831.

19. Hoogendoorn, J. Differences in leaf and stem anatomy related to plant height of tall and dwarf wheat (*Triticum aestivum* L.) / J. Hoogendoorn, J.M. Rickson, M.D. Gale // Plant Physiology. – 1990. – Vol. 136. – № 1. – P. 72–77.

20. Ma, W. Multiplex-PCR typing of high molecular weight glutenin alleles in wheat / W. Ma, W. Zhang, K.R. Gale // Euphytica. – 2003. – Vol. 134. – P. 51–60.

21. Payne, P.I. The relationship between *HMW* glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties / P.I. Payne, M.A. Nightingale, A.F. Krattiger, L.M. Holt // *J. Sci. Food Agric.* – 1987. – Vol. 40. – P. 51–65.

22. Payne, P.I. Catalogue of alleles for the complex gene loci, *Glu-A1*, *Glu-B1*, and *Glu-D1* which code for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat / P.I. Payne, G.J. Lawrence // *Cereal Res. Com.* – 1983. – Vol. 11. – P. 29–35.

23. Ahmad, M. Molecular marker-assisted selection of *HMW* glutenin alleles related to wheat bread quality by PCR-generated DNA markers / M. Ahmad // *Theor. Appl. Genet.* – 2000. – Vol. 101. – P. 892–896.

24. Butow, B.J. Dissemination of the highly expressed Bx7 glutenin subunit (*Glu-B1a1* allele) in wheat as revealed by novel PCR markers and RP-HPLC / B.J. Butow, K.R. Gale, J. Ikea // *Theor. Appl. Genet.* – 2004. – Vol. 109. – P. 1525–1535.

25. Ермишин, А.П. Создание исходного материала для маркер-опосредованной селекции родительских линий картофеля (*Solanum tuberosum* L.) на диплоидном уровне / А.П. Ермишин, Е.В. Воронкова // *Сельскохозяйственная биология.* – 2017. – Т. 52. – № 1. – С. 50–62.

26. Лукша, В.И. База данных ПЦР-маркеров генов устойчивости в сортах картофеля с указанием фенотипических показателей хозяйственно-ценных признаков / В.И. Лукша, Е.В. Воронкова, А.В. Савчук, О.Н. Гукасян, Ю.В. Полюхович, О.В. Свиточ, А.П. Ермишин. – Инф. рес. Рег. свидетельство № 1341303510 от 11 июня 2013 г.

27. Yermishin, A.P. The development of initial parental material for breeding disease resistant potatoes at the diploid level / A.P. Yermishin // *Plant Breeding and Seed Science.* – 2000. – Vol. 44. – № 2. – P. 105–115.

28. Ермишин, А.П. *SvSv*-линии – эффективный инструмент для вовлечения в селекцию ценного генофонда 1 ЕВN диких диплоидных видов картофеля / А.П. Ермишин, Ю.В. Полюхович, Е.В. Воронкова, О.Н. Гукасян // *Вавиловский журнал генетики и селекции.* – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 42–50.

29. Yermishin, A.P. Overcoming unilateral incompatibility in crosses with wild allotetraploid potato species *Solanum stoloniferum* Schldtl. & Bouchet / A.P. Yermishin, A.V. Levy, E.V. Voronkova, Yu.V. Polyukhovich, A.S. Ageeva // *Euphytica.* – 2017. – Vol. 213. – P. 249.

30. Ермишин, А.П. Получение диплоидного селекционного материала картофеля на основе соматических гибридов между дигаплоидами *Solanum tuberosum* L. и диким диплоидным видом из Мексики *Solanum bulbocastanum* Dunal. / А.П. Ермишин, О.В. Маханько, Е.В. Воронкова // *Генетика.* – 2008. – Т. 44. – № 5. – С. 645–653.

31. Воронкова, Е.В. Диплоидные гибриды между аллотетраплоидными дикими видами картофеля *Solanum acaule* Bitt., *S. stoloniferum* Schldtl. и дигаплоидами *S. tuberosum* L. / Е.В. Воронкова, В.М. Лисовская, А.П. Ермишин // *Генетика.* – 2007. – Т. 43, № 8. – С. 1065–1073.

32. Tripp, R. Biodiversity and modern crop varieties: Sharpening the debate / R. Tripp // *Agric Hum Values.* – 1996. – Vol. 13. – № 4. – P. 48–63.

33. Vellve, R. The decline of diversity in European agriculture / R. Vellve // *The Ecologist.* – 1993. – Vol. 23. – № 2. – P. 64–69.

34. The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture food and agricultural organization [Electronic resource]. – . <http://www.fao.org>.

35. Evans, G.M. Associated nuclear changes in the induction of flax genotrophs / G.M. Evans, A. Durrant, H. Rees // *Nature.* – 1966. – Vol. 212 – P. 697–699.

36. Chen, Y. An environmentally induced adaptive (?) insertion event in flax / Y. Chen, R. Lowenfeld, C.A. Cullis // *Int. J. Genet. Mol. Biol.* – 2009. – Vol. 1. – № 3. – P. 38–47.

37. Chen, Y. A site-specific insertion sequence in flax genotrophs induced by environment / Y. Chen, R.G. Schneeberger, C.A. Cullis // *New Phytol.* – 2005. – Vol. 167. – № 1. – P. 171–180.
38. Bickel, C. Identification of genomic regions involved in stress responsiveness in flax by genetic mapping : PhD dissertation / C. Bickel. – 2011. – 178 p.
39. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.). – Могилев, 2010.
40. Тихвинский, С.Ф. О селекции сортов льна с маркерными признаками / С.Ф. Тихвинский // *Селекция и семеноводство.* – 2006. – № 1. – С. 16–19.
41. Муравенко, О.В. Сравнение геномов трех близкородственных видов льна и их гибридов с использованием хромосомных и молекулярных маркеров / О.В. Муравенко, В.А. Лемеш, Т.Е. Саматадзе, А.В. Амосова, К.В. Попов, О.Ю. Семенова, З.Е. Грушецкая, Л.В. Хотылева, А.В. Зеленин // *Генетика.* – 2003. – Т. 39. – № 4. – С. 510–518.
42. Cullis, C.A. Environmental induced changes in ribosomal RNA cistron number in flax / C.A. Cullis // *Heredity.* – 1976. – Vol. 36. – P. 73–80.
43. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 1997–1999 годы / Комитет по испытанию и охране сортов растений при Министерстве сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 1999. – Ч. 2. – 358 с.
44. Холоп, Я.И. Сравнительная оценка сортов и гибридов подсолнечника / Я.И. Холоп // *Биологическая продуктивность растений и пути ее повышения* : сб. науч. тр. – Горки, 1999. – С. 64–67.
45. Силкова, Т.А. Показатели некоторых хозяйственно важных признаков сортов и гибридов F1 подсолнечника, выращенных в условиях Белоруссии / Т.А. Силкова, О.Г. Давыденко, Ф.И. Горбаченко [и др.] // *Проблемы производства продукции растениеводства и пути их решения* : материалы Международной научно-практической юбилейной конференции, посвященной 160-летию Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – Горки, 2000. – Ч. 1. – С. 216–219.
46. Силкова, Т.А. Белорусский гибрид F1 подсолнечника масличного Поиск / Т.А. Силкова, Н.С. Фомченко, О.П. Шатарнов, Т.М. Шатарнова, О.Г. Давыденко // *Белорусское сельское хозяйство.* – 2010. – № 3(95). – С. 21–22.
47. Marinkovic, R. Line x tester analysis of the combining ability in sunflower / R. Marinkovic [et al.] // *Proc. 15th Int. Sunflower Conf., Toulouse, France Int. Sunflower Assoc.* – Paris, France. – 2000. – Т. II. – P. 31–33.
48. Scoric, D. General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower / D. Scoric [et al.] // *Proc. 15th Int. Sunflower Conf., Toulouse, France Int. Sunflower Assoc.* – Paris, France. – 2000. – Т. II. – P. 23–29.
49. Тихонов, О.И. Биология, селекция и возделывание подсолнечника / О.И. Тихонов, Н.И. Бочкарев, А.Б. Дьяков [и др.]. – М. : Агропромиздат. – 1991. – С. 140–167.
50. Шатарнов, О.П. Новый гибрид подсолнечника масличного Белорусский ранний / О.П. Шатарнов, Т.А. Силкова, Н.С. Фомченко, Т.М. Шатарнова, О.Г. Давыденко // *Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы* : II Международная научная конференция, посвященная 50-летию основания Института генетики и цитологии НАН Беларуси, 2015. – 13–16 октября, Минск. – С. 134.
51. Захарова, М.В. Продолжительность вегетационного периода и урожайность гибридов подсолнечника в селекции на скороспелость / М.В. Захарова, С.В. Гончаров // *Масличные культуры (НТБ ВНИИМК).* – Краснодар, 2007. – Вып. 2 (137). – С. 14–17.
52. Каталог нового генофонда зерновых, технических, овощных, масличных культур и картофеля (паспортные и описательные данные) / А.В. Кильчевский [и др.] ; Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск, 2015. – 44 с.

ФОРМИРОВАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИЙ РАЗНЫХ ВИДОВ ЛЮПИНА В БЕЛОРУССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Мобилизация, изучение, сохранение генетических ресурсов растений и практическое использование в разных направлениях развития народного хозяйства являются важными стратегическими задачами во всех странах мира [1, 2].

Значение зернобобовых культур, в том числе и люпина, не вызывает сомнений. Они занимают господствующее положение по валовому сбору высококачественного белка в семенах (до 46%) и в зеленой массе (до 23%). Основной люпиносеющей страной в мире является Австралия, где под этой культурой занято от 450 тыс. га (данные на 2013 г.). Значительные площади возделывания узколистного люпина можно отметить в Польше (до 64 тыс. га), России (до 27 тыс. га) [3]. Уборочные площади под люпином узколистным в РБ составляют (данные на 2011–2013 гг.) около 17–20 тыс. га. Урожайность этой культуры в нашей стране на уровне одной из высоких в мире (до 20 ц/га) при урожайности во Франции и Германии 21–26 ц/га и 10–16 ц/га в Польше, Австралии, России. В условиях РБ люпин является перспективной культурой для возделывания как для сидерального направления использования, так и в виде кормовой культуры [4].

В процессе domestikации культуры люпина были потеряны многие ценные гены, в том числе устойчивости к стрессорам. Ряд аллелей генов переведены в рецессивное состояние. Эволюция люпина в культуре привела к утере ряда признаков и, соответственно, обеднению его генофонда [5–8]. Поэтому важно пополнение генофонда культуры за счет индуцированных и спонтанных мутаций [9], разных систем скрещивания, интрогрессии новых аллелей в селекционный материал, внедрения в культуру новых видов [10]. В Австралии осуществлена domestikация трех новых видов люпина (козентини, атлантического и волосистого), в Соединенных Штатах Америки – аборигенного вида люпина белостебельчатого [5], проведена интрогрессия новых аллелей в культурные сорта [7]. Введение в культуру новых видов люпина все еще остается актуально, поскольку это расширяет возможности адаптивного размещения сортов и более полной утилизации биоклиматического потенциала каждой земледельческой зоны на основе видового и генетического разнообразия.

Коллекции зернобобовых культур разных генетических банков должны служить важным источником материала для активного вовлечения зернобобовых культур в адаптивную селекцию и инструментом повышения эффективности при создании устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства.

Частные компании Финляндии, Польши, Австралии и Германии [11–16] в своих селекционных программах используют многие виды и межвидовые гибриды для поиска доноров устойчивости к болезням, вредителям и абиотическим стрессам, смены севооборота и обогащения биоразнообразия растений. Однако интрогрессия диких генов в геномы культивируемых форм люпина затруднена, и поэтому необходимы как новые стратегии селекции, так и поиск ценных генов интродуцируемых видов и индуцированных мутантов.

Расширение генофонда люпина за счет использования новых видов, а также увеличение их внутривидового [9] полиморфизма являются актуальной задачей. Для этого необходим анализ морфогенетического и биохимического разнообразия форм, что существенно обеспечит улучшение культуры [17] и определит основные направления ее использования.

Для целенаправленного использования новых образцов требуется их комплексное изучение и паспортизация. Представляет интерес исследование образцов люпина по биохимическим параметрам, в частности, по содержанию алкалоидов. Информация о современном состоянии исследований по изучению биохимических, физиологических и генетических аспектов синтеза алкалоидов широко представлена в литературе и обобщена в нашей обзорной работе [18]. Характеристика генотипов зернобобовых культур без изучения запасных белков была бы неполной, поскольку именно эти культуры являются лидерами по содержанию высокоценного белка [19].

Интенсивно и успешно идет создание молекулярных маркеров по селекционно ценным признакам. Для люпина белого проводятся исследования с применением маркеров к гену низкой алкалоидности *pauper* [20]. В селекционных программах Австралии разработаны праймеры к генам селекционно ценных признаков у люпина узколистного: нетребовательность к яровизации, устойчивость к антракнозу и растрескиваемость бобов, отсутствие твердокаменности, низкая алкалоидность [20–27]. Их применение в маркер-сопутствующей селекции значительно снижает затраты на полевые исследования и повышает эффективность селекционного процесса сокращая срок создания сорта. Использование разных методов молекулярного и биохимического маркирования зернобобовых в БГУ начато в 2000-е гг. для выделения источников устойчивости к стрессорам и генетике алкалоидности люпина [28–29].

Среди белорусских, российских, украинских, польских, немецких образцов разного происхождения были выделены аллельные и неаллельные мутанты по генам алкалоидности. Изучены генетические механизмы «перерождения» кормовых люпинов в алкалоидные и построена карта комплементации [29]. У межсортовых гибридов выявлено изменение алкалоидного комплекса в сравнении с родительскими компонентами скрещивания [18], а среди 42 образцов люпина узколистного и желтого установлены аллельные и неаллельные мутанты по генам алкалоидности.

После создания в Польше фузариозоустойчивых сортов люпина желтого (*Lupinus luteus* L.) интенсивно пополнялась коллекция этого вида и изучались возможные связи алкалоида грамина с фузариозоустойчивостью.

Пополнение признаковой коллекции люпина желтого (*L. luteus* L.) и люпина узколистного (*L. angustifolius* L.) в БГУ было осуществлено за счет гибридизации и индуцированного мутагенеза. Получены оригинальные мутантные формы с разным морфотипом растений, изменением качественных признаков у вегетативных и генеративных органов. Отдельные из этих мутантов и гибридов переданы в ВИР и включены в селекционный процесс РФ (гибрид БГУ-Г1 (№ 2608), мутант БГУ-М-1 (№2609), мутант БГУ-М2 (№2978), гибрид БГУ-184 (№3036)). Совместное использование мутагенеза и гибридизации способствовало появлению новых рекомбинантов. В начале 2000-х гг. на этой основе шел широкий обмен генофондом с селекционными центрами и научными учреждениями России, Украины, Польши, формировались рабочие коллекции люпина белого (*L. albus* L.), льнолистного (*L. linifolius* L.), козентина (*L. consentini* Guss.), люпина изменчивого (*L. mutabilis* L.) и других видов. Всего в коллекцию БГУ включено 12 видов люпина.

В связи с интенсивным поражением люпина фузариозом и антракнозом, а также разработкой в БГУ метода гаметной селекции применительно к люпину [30] коллекционные образцы оценивали по устойчивости к грибным болезням. Эти исследования дополнены молекулярно-генетическим анализом геномов для поиска источников генов устойчивости к антракнозу и других селекционно значимых признаков (нерастрескиваемость бобов, склонность к яровизации, твердокаменности семян, антракнозоустойчивости и генов низкой алкалоидности).

С использованием биохимических и молекулярно-генетических анализов выделены источники ценных признаков, выявлены маркеры для конкретных генотипов, проведена паспортизация их и составлена компьютерная база данных, включающая 592 образца люпина желтого, белого, узколистного, нута и кормовых бобов.

К настоящему времени признаковая коллекция люпина в БГУ включает 797 образцов люпина белого, желтого, узколистного и 12 других видов. Она постоянно пополняется новыми формами с обязательной комплексной оценкой по биологическим и селекционно значимым признакам, при этом преимущественно используются результаты мутагенеза и внутривидовой гибридизации от скрещивания форм разного происхождения для получения гомозиготных трансгрессий по элементам продуктивности с целью стабилизации изучаемых показателей в ряду поколений.

5.1. ВНУТРИ- И МЕЖВИДОВОЙ ПОЛИМОРФИЗМ ПРИЗНАКОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ЛЮПИНА

Учитывая большое внутривидовое разнообразие по биологическим и селекционно значимым признакам, на основе признаковой коллекции созданы с учетом методических рекомендаций литературы [11] стержневые коллекции люпина желтого и люпина узколистного. Образцы этих коллекций промаркированы по 9 генам, спектрам запасных белков и содержанию алкалоидов. Выявлена разная экспрессия генов алкалоидности на отдельных этапах онтогенеза. Найдены у отдельных генотипов белковые маркеры, источники устойчивости к болезням и других селекционно значимых признаков. Выделены генотипы с рекомбинацией компонентов по отдельным алкалоидам, элементам продуктивности на основе кумулятивного взаимодействия полимерных генов. Так, гибридные формы люпина желтого (Припять x Tomik, Tomik x Припять, Припять x Szybcsopedny wczesny, Szybcsopedny wczesny x Припять, Припять x Cyt, Cyt x Припять) в ряду поколений значительно превосходили исходные сорта по семенной продуктивности.

Создание и расширение генофонда признаковой коллекции шло за счет гибридизации, мутагенеза, обмена с селекционными центрами и научными учреждениями, генбанками. Все образцы коллекции изучаются и маркируются по различным направлениям: морфологическим, биохимическим (запасные белки, алкалоиды), молекулярно-генетическому типированию геномов, используется метод гаметной селекции и спорофитного отбора при оценке устойчивости образцов к грибным болезням. Выявлен широкий полиморфизм коллекционных образцов по фенотипическим показателям их вегетативных и генеративных органов, элементам семенной продуктивности. По типу окраски семян у образцов люпина желтого и узколистного, габитуса растений, составу алкалоидов и белковых комплексов выявлены согласно закону о гомологических рядах Н.И. Вавилова законо-

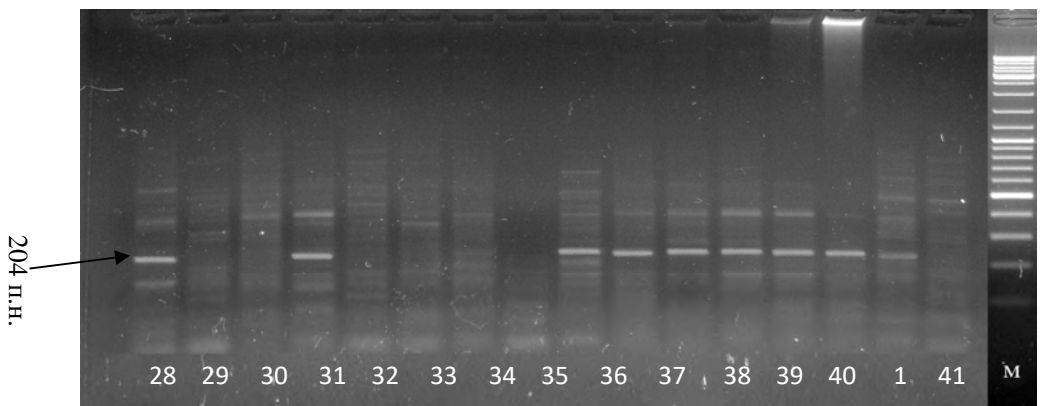


Рисунок 5.1. – Электрофореграмма образцов люпина узколистного по праймеру LeM2

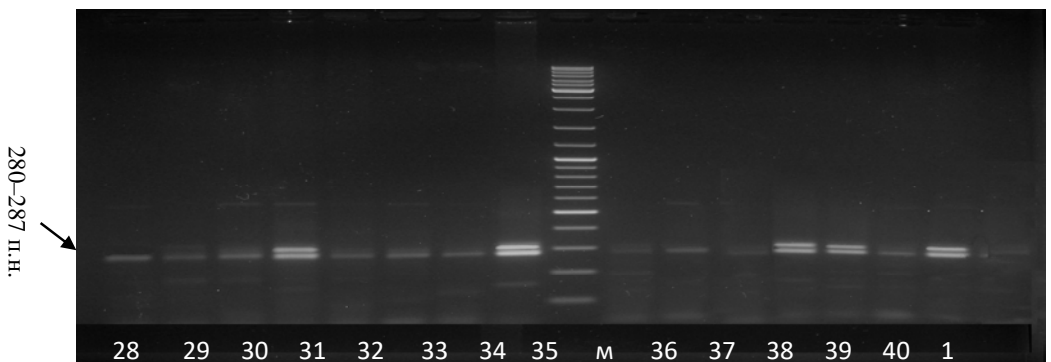


Рисунок 5.2. – Электрофореграмма образцов люпина узколистного по праймеру KuH

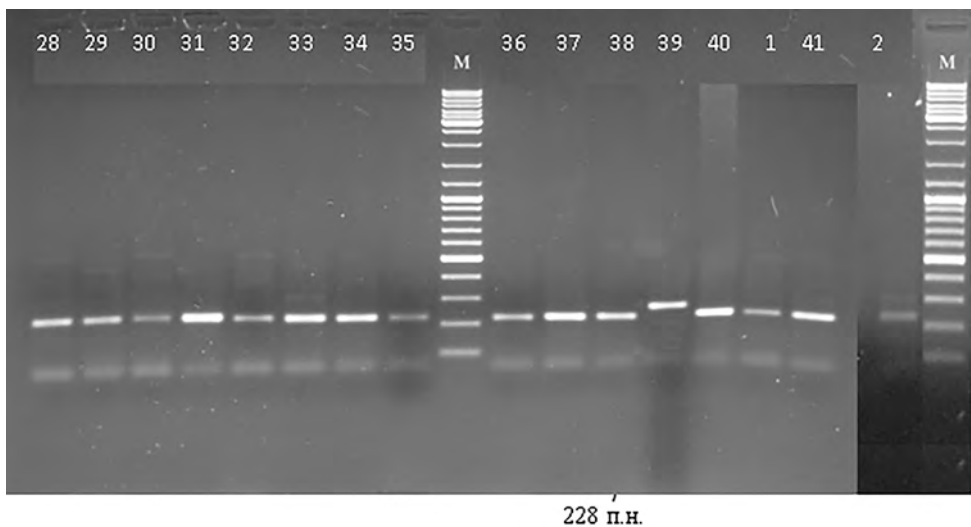


Рисунок 5.3. – Электрофореграмма образцов люпина узколистного по праймеру AnMap

мерности проявления гомологической изменчивости в процессе эволюции этих видов.

Более 100 образцов люпина узколистного изучены по генам хозяйственно ценных признаков с применением праймеров, разработанных авторами [21–26]. Отдельные результаты ДНК-маркирования геномов представлены на *рисунках 5.1–5.3* и в *таблице 5.1*.

В ходе типирования образцов установлено наличие генотипов с доместизируемыми и дикими аллелями генов хозяйственно ценных признаков (*табл. 5.1*). Наличие большинства доместизируемых аллелей по изученным генам у белорусских образцов связано с основными направлениями селекции люпина в РБ: продуктивность, скороспелость, урожайность, устойчивость.

Таблица 5.1. – Результаты оценки геномов отдельных образцов коллекции люпина узколистного по генам хозяйственно ценных признаков с применением соответствующих праймеров

Сорт	Нетребовательность к яровизации (KuH)	Отсутствие твердокаменности семян		Устойчивость к антракнозу (AnMan)	Растрескиваемость бобов		
		MoA	MoLi		tardus	lentus	
					TaLi	LeMS1	LeMS2
Frost *	d/w		w	s	н/д	н/д	н/д
Giepie	w		d	s	d	+	-
La-V	d		w	s	н/д	н/д	н/д
Mirela*	w		d	s	w	н/д	н/д
Антоциановый мутант	d		d	s	н/д	н/д	н/д
Ашчадны	d/w	+	d	s	d	-	+
Беняконский-335*	d	+		s	+	-	+
Блакит*	w	+	d	s	н/д	н/д	н/д
Брянский 1121	d		н/д	s	н/д	н/д	н/д
Брянский 123*	d		d	s	d	-	+
Вада 18	w		н/д	s	d/w	+	+
Владлен	d		d	s	d/w	+	-
Гелена	w	+	w	s	w	+	+
ГЛ 174-86	d	+	d	s	н/д	н/д	н/д
Гулливер	d		d	s	н/д	+	+
Гюльцевский	d		w	s	d	+	+
Дикаф 14	w		d	s	w	-	-
Дикаф 2	w		w	s	н/д	н/д	н/д
К-1992	d/w		н/д	s	н/д	н/д	н/д
Кристалл	d		d	s	н/д	-	+

Крупносемян- ный 67	d		н/д	s	w	+	-
Ладный	d		d	s	d	+	+
Лаф-рбс / 2	d	+	d	s	н/д	н/д	н/д
Линия 32	d		d	s	н/д	н/д	н/д
Миртан*	d	+	d	r	-	-	+
Митан*	d	+	d	s	н/д	н/д	н/д
Мужин белый	w		d	s	d	+	+
Натальевский 1*	d	+	d	s	н/д	н/д	н/д
Натальевский 5	d	+		s	-		
Орловский М 2*	d/w		d	s	н/д	н/д	н/д
Першацвет	d	+		r	-	-	+
Ранний 79	d		d	s	н/д	н/д	н/д
Северный 3*	d/w		d	s	н/д	н/д	н/д
Сидерат 38	d		d	s	н/д	н/д	н/д
Стодолицен- ский 641	d		d	s	н/д	н/д	н/д
Узколистный 5*	d	+		s	+		
Узколистный светлый	d/w	+	d	s	+	н/д	н/д

Примечание: образец стержневой коллекции; w – аллель дикого типа, d –доместицируе-
мый аллель; s – аллель восприимчивости к антракнозу, r – аллель антракнозоустойчиво-
сти; «+» – бэнд присутствует; «-» – бэнд отсутствует, н/д – нет данных

Оценка образцов люпина узколистного разных лет селекции подтвер-
дила информацию [13] о накоплении у современных образцов генов
доместикации, многие из которых являются рецессивными (гены алка-
лоидности, окраски вегетативных и генеративных органов, нерастрески-
ваемости бобов, детерминации морфотипа, скороспелости и др.) и могут
отрицательно влиять на устойчивость растений и адаптивный потенциал,
в связи с чем требуется разработка новой стратегии по созданию модели
будущего сорта с включением в геном большего числа доминантных генов
(окраска семян, цветков, габитус растений и др.).

5.2. СТЕРЖНЕВЫЕ КОЛЛЕКЦИИ ЛЮПИНА

На базе признаковой коллекции в БГУ были сформированы стержневые
коллекции люпина желтого и люпина узколистного.

5.2.1. Стержневая коллекция люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.)

Для селекционных целей важным показателем является количественное содержание алкалоидов в растениях и семенах люпина. В *таблицах* 5.2 и 5.3 приведены данные образцов стержневой коллекции люпина узколистного по этому признаку. Среди 67 изученных образцов коллекции люпина почти 1/3 составляют образцы белорусской селекции с уровнем алкалоидов от 0,02%

ОСВ (Знічка, Купала, Блакіт и др.) до уровня алкалоидов 0,5 % и более (Узколистный 5 – 0,85 %, Беняконский 335 – 1,31 %, ГЛ 174-86 – 1,73 % алкалоидов в семенах относительно сухого вещества). Такой полиморфизм образцов указывает на разные направления селекции люпина узколистного в РБ по содержанию алкалоидов.

В процессе селекции шел отбор форм у люпина узколистного на снижение количественного содержания алкалоидов (*рис. 5.4*), о чем свидетельствуют сравнительные данные по этому признаку у образцов разных лет селекции.

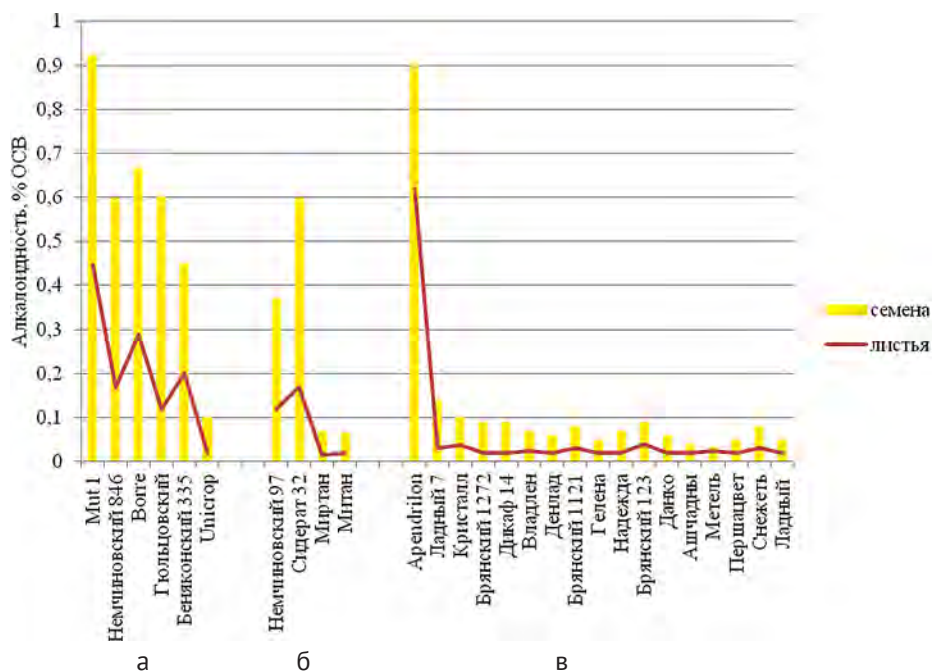


Рисунок 5.4. – Содержание алкалоидов в сортах люпина узколистного разных лет селекции: а) – образцы старой селекции; б) – сорта 1970–1990 гг.; в) формы конца XX – начала XXI вв.

Таблица 5.2. – Сводные данные по характеристике образцов стержневой коллекции люпина узколистного

Сорт	Разновидность	Алка-лоидность семян, % ОСВ	Формула спектра белков	Нетребовательность к яркости (Kuh)	Отсутствие твердости семян		Устойчивость к антракнозу (AnMan)	Расстрескиваемость бобов	
					MoA	MoLi		tardus	LeMS1
Frost	<i>var.chalybeus</i>	0,92	9, 11, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 41, 42, 44, 46, 55	d/w		w	s	н/д	н/д
Marri	<i>var. albidus</i>	0,05	4, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 18, 21, 23, 28, 30, 35, 36, 43, 54, 58, 62, 64						
Mirela	<i>var. brunneus</i>	0,95	5, 9, 15, 18, 21, 22, 26, 30, 34, 35, 44, 49, 57, 64	w		d	s	w	н/д
Pulawsky wczesny	<i>var. atabekovae</i>	0,18	н/д						
Беняконский-335	<i>var. albirpunctatus</i>	1,31	9, 10, 11, 12, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 29, 31, 32, 37, 47, 49	d	+		s	+	-
Блакит	<i>var. chalybeus</i>	0,03	15, 18, 20, 21, 24, 27, 31, 33, 37, 39, 44, 46, 48, 55	w	+	d	s	н/д	н/д
Брянский 123	<i>var. purpureus</i>	0,06	9, 10, 13, 15, 18, 22, 23, 24, 29, 30, 33, 35, 36, 41, 42, 50, 58	d		d	s	d	-
Миртан	<i>var. candidus</i>	0,06	9, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 36, 41, 53, 56, 58	d	+	d	r	-	-
Знічка	<i>var. mitopovae</i>	0,02	н/д						
Митан	<i>var. colylinus</i>	0,04	9, 12, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 31, 36, 38, 39, 42, 44, 45	d	+	d	s	н/д	н/д
Натальевский 1	<i>var. sparsiusculus</i>	0,11	9, 11, 13, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 29, 32, 34, 41, 43, 51	d	+	d	s	н/д	н/д
Немчиновский 846	<i>var. candidus</i>	0,03	5, 9, 10, 15, 18, 20, 22, 27, 30, 31, 35, 36, 43, 45, 50, 62						
Орловский М 2	<i>var. rubidus</i>	0,44	н/д	d/w		d	s	н/д	н/д
Синий 1	<i>var. angustifolius</i>	0,88	н/д						
Северный 3	<i>var. rubidus</i>	0,04	9, 10, 15, 18, 21, 23, 24, 27, 28, 33, 35, 42, 45	d/w		d	s	н/д	н/д
Узколистный 5	<i>var. purpureus</i>	0,85	н/д	d	+		s	+	

Примечание: w – аллель дикого типа, d – доместизируемый аллель; s – аллель восприимчивости к антракнозу, r – аллель антракнозоустойчивости; «+» – бэнд присутствует, «-» – бэнд отсутствует, н/д – нет данных

Таблица 5.3. – Качественный состав алкалоидного комплекса сортов и сортообразцов люпина узколистного

Сорт, сортообразец	Исследуемый материал	Алкалоид				
		люпанин	13-окси-люпанин	пахикарпин	люпинин	другие
КР 60, мутант	листья	+	+	+		1 н/и
	семена	+	+	+		1 н/и
10 КР 344, мутант	листья	+	+	+		1 н/и
	семена	+	+	+		1 н/и
20 КР 347, мутант	листья	+	+	+		1 н/и
	семена	+	+	+		1 н/и
Aprendrilon	листья	+	+	+		
	семена	+	+	+		
Borre	листья	+	+	+		2 н/и
	семена	+	+	+		2 н/и
Giepie	листья	+	+	+		2 н/и
	семена	+	+	+		2 н/и
Mirela	листья	+	+	+		
	семена	+	+	+		
Mut 1	листья	+	+	+	+	
	семена	+	+	+	+	
Синий 1	листья	+	+	+		
	семена	+	+	+		
Миртан	семена		+			спартеин
Дикаф 14	семена	+	+	+	+	
Снежить	семена	+	+	+	+	
Брянский 1121	семена	+		+	+	
Радужный	семена	+		+		
Вясновы	семена		+		+	1 н/и
Лангуст	семена		+			1 н/и
Добрыня	семена		+			1 н/и
Дзіўны	семена	+	+			1 н/и
Зничка	семена					1 н/и
Прывабны	семена	+		+		

Примечание: н/и – неидентифицированный алкалоид

В то же время не учитывался качественный состав алкалоидного комплекса, отдельные алкалоиды которого отличаются по степени их токсичности. Ведь при низком содержании общего количества алкалоидов в зависимости от концентрации алкалоида люпанина и других токсичность семян и листьев образцов будет разной.

Доказана [19] эффективность применения спектров запасных белков при изучении полиморфизма коллекции. При анализе электрофореграмм запасных белков у 21 образца коллекции люпина узколистного БГУ отмечено 60 компонентов спектра с различной частотой встречаемости каждого из них. Так, у образцов La V, Frost, Снежень, Владлен, ДМ-зеленый, Ланадекс 1, ДМ-антоциановый отмечено (*табл. 5.2*) наибольшее (более 22) количество компонентов спектра. Минимальные количества компонентов спектра (10 и менее) отмечены у сортов Крупносемянный 67, Ян, Мужин белый. По результатам анализа спектров запасных белков люпина узколистного построено филогенетическое древо, отражающее родственные связи между изученными образцами и степень их дивергенции. Спектры запасных белков и дендрограммы указывают на отсутствие отбора по компонентному составу запасных белков в процессе селекции отечественных форм.

Для отдельных образцов установлены редкие спектры запасных белков, что позволяет их рекомендовать в качестве маркерных признаков при идентификации генотипа, паспортизации форм и защите авторских прав. Например, 16-й компонент спектра характерен только для сорта Митан, 61-й отмечен у сорта Кристалл, в то время как 15-го компонента спектра нет у образца Крупносемянный 67.

Молекулярно-генетический анализ 37 образцов разного происхождения позволил установить (*табл. 5.1*) наличие аллелей доместикиции по двум изученным генам, определяющим нестрескиваемость бобов у образцов Геріе, Ладный, Гюльцовский и др. и нетребовательность к яровизации у Крупносемянного 67, ГЛ 174-86, Гуливер и др. Отсутствие твердокаменности характерно было практически для всех изученных образцов, за исключением Frost, La V, Гелена, Гюльцовский. Видимо, это результат длительной селекции люпина на отсутствие твердокаменности.

Сводные данные по характеристике образцов стержневой коллекции люпина узколистного приведены в *таблице 5.2* [31]. У образцов белорусской селекции, включенных в стержневую коллекцию люпина БГУ, выявлены образцы с аллелями резистентности к антракнозу (Миртан), нестрескиваемости бобов (Беняконский 335), а отсутствие твердокаменности и нетребовательности к яровизации было у всех образцов белорусской селекции, кроме сорта Блакіт.

Созданная стержневая коллекция люпина узколистного включает 16 сортообразцов, отражающих характеристику вида по основным систематическим признакам. По мере получения новых фенотипов она может быть дополнена новыми разновидностями. Комплексная оценка образцов

стержневой коллекции не только отражает полиморфизм вида, но и позволяет ее целесообразно использовать.

5.2.2. Стержневая коллекция люпина желтого (*Lupinus luteus* L.)

Генофонд люпина желтого по базе данных ВИР составляет более 800 образцов [32]. Европейская база данных включает 1 799 образцов люпина желтого (на декабрь 2015 г.) [33]. Основные используемые в современной селекции образцы люпина желтого, являясь близкородственными [8], несут в себе одинаковые аллели генов ряда признаков, в том числе и хозяйственно ценных. Сегодня актуален поиск или создание генотипов, несущих в себе редкие аллели, идентифицирующие селекционно значимые признаки. Молекулярно-генетические маркеры помогают дополнительно выявить более точно гетерогенность образцов.

В стержневую коллекцию люпина желтого БГУ включены 22 образца. Проведен анализ их спектров запасных белков по [19]. Алкалоидность листьев и семян опытных образцов изучена по [34], а ДНК-типирование – с использованием рекомендаций [35].

В соответствии с современной систематикой рода *Lupinus* вид *L. luteus* L. включает 18 разновидностей, 4 подразновидности и 6 форм. Стержневая коллекция люпина желтого БГУ включает на сегодняшний день 11 разновидностей по [11]. При пополнении признаковой коллекции образцами новых разновидностей за счет рекомбинагогенеза, мутагенеза и обмена с другими учреждениями она будет изменяться, сегодня она представлена образцами из 6 стран-оригинаторов (табл. 5.4).

В белковых комплексах образцов коллекции в различных сочетаниях выявлено 55 полиморфных компонентов. Частота встречаемости каждого компонента была различной, как и количество компонентов спектра для каждого изученного образца. Единично встречались 3-й, 4-й и 41-й бэнды – только у образца К 2667, 7 – у *Refusa nova*, 14-й, 24-й и 45-й – у *Wista*, 33-й и 83-й – у отбор из К 2290, 51-й – у БСХА 382, 63-й – у Юлиты, 64-й – у СН 22/90, 69-й – у сортообразца Белоцветковый Т, 74-й и 80-й компоненты – у сорта Фауст. Возможно, эти бэнды будут присутствовать и у других образцов. Пока же мы можем утверждать лишь об их уникальности относительно данных конкретных изученных генотипов.

Оценка ДНК-образцов стержневой коллекции проведена с использованием EST-SSR-праймеров [35], применяемых для изучения внутривидового полиморфизма люпина желтого (рис. 5.5). Из полученных данных следует, что праймер 2 itg 26 293 давал амплификоны 4 размеров (от 123 до 190 п.о.), что можно использовать для идентификации этих генотипов.

Таблица 5.4. – Образцы стержневой коллекции люпина желтого, согласно классификации [11]

Разновидность	Образец
var. luteus	Кастрычник, Фотон, Refusa nova, Wista
var. luteus f. volovnenkoae	БГУ М2
var. maculosus	Afus, Klinkowski sizilian, Анатолия, отбор из каталожного образца ВИР № 2290, гибрид М-4 x Выток, линия 1
var. arcellus	Гибрид Müncheberger x Копыловский, линия 3
var. melanospermus	Грей, К-2667
var. leucospermus subvar. leucospermus	Weiko К 1402, Юлита,
var. leucospermus f. ucrainicus	М4, М3
var. citrinus	БСХА 382
var. sulphureus	СН 22/90
var. ochoroleucus subvar. chloroticus f. bernatzkayae	Фауст
var. albicans	Белоцветковый Т
var. leucomelanus	Жемчуг

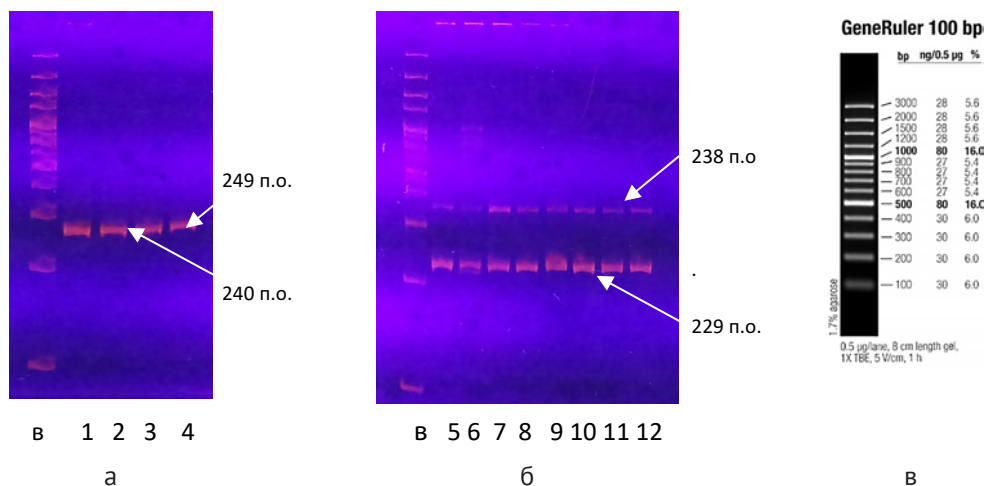


Рисунок 5.5. – Результаты типирования отдельных образцов люпина желтого различного происхождения с праймерами 2itg 22424 (а) и 2itg 20858 (б), электрофорез в 12% ПААГ

Примечание: 1 – А.С.10 А Tremosilla, 2 – Булат, 3 – Жемчуг, 4 – Факел, 5 – МЛ (нов.окр), 6 – Deutschland, ФМ3 750 Гр, Л3, 7 – МЛ, ФМ 3 500 Гр, Л1, 8 – МЛ, ФМ 3 500 Гр, Л2, 9 – А.С.10 Tremosilla, 10 – Булат, 11 – Жемчуг, 12 – Факел; в, М – маркер молекулярного веса

По результатам исследований семян люпина желтого большинство изученных образцов относится к кормовым (содержание алкалоидов у них колебалось от 0,032% до 0,1%). К условно пищевым можно отнести лишь образец М-3 селекции БГУ, содержание алкалоидов у которого было 0,03%.

Высокоалкалоидная форма Wista содержала и в зеленой массе, и в семенах более 0,3% алкалоидов в течение 4 лет изучения.

Образцы стержневой коллекции люпина желтого отличаются между собой не только морфологически, как представители разных разновидностей. Четкие характеристики в компонентах белкового спектра позволяют определить степень генетического родства и дивергенции форм, что следует учитывать при подборе родительских пар при гибридизации. Различия по количественному содержанию алкалоидов и по оригинальным амплификонам, как и отдельные белковые спектры, можно использовать для идентификации образцов и в разработке схемы внутривидовой гибридизации. Выделенные источники отдельных признаков этой коллекции переданы в Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь.

Анализ алкалоидного комплекса у люпина желтого (табл. 5.5) и люпина узколистного (табл. 5.3) выявил наличие внутривидового полиморфизма по этому показателю, сходство и различие между видами, дивергенцию и параллелизм в наличии отдельных алкалоидов.

Таблица 5.5. – Качественный состав алкалоидного комплекса сортов и сортообразцов люпина желтого

Сорт, сортообразец	Исследуемый материал	Алкалоид			
		люпинин	спартеин	пахикарпин	грамин
Schwacko	листья	+	+		+
	семена	+	+		+
Weiko K 1310	листья	+	+		+
	семена	+	+		+
Refusa nova	листья	+	+		+
	семена	+	+		+
Любишевский	листья	+	+		+
	семена	+	+		+
Искра	листья	+	+	+	+
	семена	+	+	+	+
БГУ М-2	семена	+	+	+	
М4	семена	+	+	+	
Фауст*	семена	+	+		
Klinkowski	семена	+	+	+	
Жемчуг*	семена			+	
Полуцкий	семена			+	
Ресурс 720	семена	+	+		

Примечание: образец стержневой коллекции

В селекции люпина желтого отмечено постепенное уменьшение доли грамина в алкалоидном комплексе, который, по мнению исследователей, у сортов *Cyt*, *Refusa nova* и др. обеспечил устойчивость их к фузариозу.

Оценка образцов разных лет селекции подтвердила существующую информацию [13] о накоплении у современных сортов генов доместикиации, которые могут значительно влиять на снижение устойчивости растений и их адаптивный потенциал (рецессивные гены алкалоидности, окраски вегетативных и генеративных органов, нерастрескиваемости бобов и др.), в связи с чем требуется разработка новой стратегии по созданию модели будущего сорта (например, по окраске вегетативных и генеративных органов, содержанию алкалоидов и др.).

Стержневая коллекция люпина желтого включает 22 образца разного происхождения, которые отражают 10 разновидностей. Они оценены по содержанию алкалоидов, белковым спектрам и ДНК с использованием EST-SSR – праймеров, что позволяет судить о полиморфизме вида люпина желтого. Для этого вида крайне актуально расширение его генофонда.

5.3. ЛЮПИН БЕЛЫЙ (*LUPINUS ALBUS* L.)

Используемые ранее в Беларуси люпин желтый и в последние годы люпин узколистный не решают полностью проблемы дефицита растительного белка в силу их болезней, неустойчивой продуктивности по годам и низкой устойчивостью к абиотическим стрессорам, в связи с чем требуется внедрение в практику и других видов этой культуры.

Люпин белый – традиционная культура, главным образом производимая фермерами для зерна и поддержания значения почвенного плодородия в странах Африки и Австралии. В семенах люпина белого содержится 37–40% белка. По сбору белка с гектара белый люпин значительно опережает не только остальные виды люпина, но и другие зернобобовые культуры [36].

В генетическом плане *L. albus* L. изучен недостаточно. Хотя уже идентифицировано 28 групп сцепления и картировано 105 молекулярных маркеров на генетической карте, но исследованы лишь отдельные морфологические и биохимические признаки [37].

У *L. albus* L. генетическое картирование трех важных признаков (резистентность к антракнозу, время цветения и содержание алкалоидов) позволило выделить локусы, кодирующие эти признаки [38] и показать, что устойчивость и время цветения являются полигенными признаками.

Экономические преимущества люпина белого складываются из следующих составляющих: мощный биотический средостабилизирующий по-

тенциал, накопление биологического азота в почве, урожайность белка у люпина белого выше сои за счет высокой продуктивности, не требователен к влаге, экономически выгодное возделывание.

Крупнейшим производителем белого люпина в мире является Австралия. Широкое использование люпина белого в Европе и Южной Америке доказало его экономическую эффективность [39]. В России после 2007 г. начали возрождать семеноводство белого люпина, и в 2012 г. им было занято пять тысяч гектаров, в 2013 г. – 10 тыс. (собрано 25 тыс. т семян), в 2014 г. посеяно 45 тыс. га, эта цифра явно будет расти [36]. В Беларуси длительное время отсутствовала селекция люпина белого, в качестве стандарта используется французский сорт Amigo, который в наших условиях поражается комплексом грибных болезней (рис. 5.6).

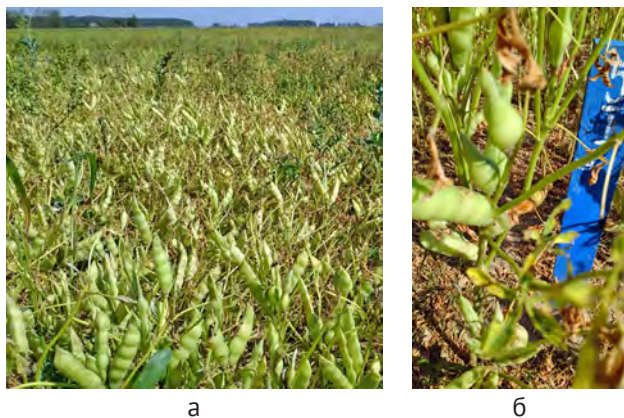


Рисунок 5.6. – Пораженные антракнозом растения сорта люпина белого Amigo (а) и здоровые растения мутанта Дега М (БГУ) (б)

Актуален поиск устойчивых генотипов люпина белого. В БГУ были получены мутантные образцы устойчивые к заболеваниям, которые дают в условиях Брестской ГОСХОС урожай семян до 53 ц/га (рис. 5.7–5.8).



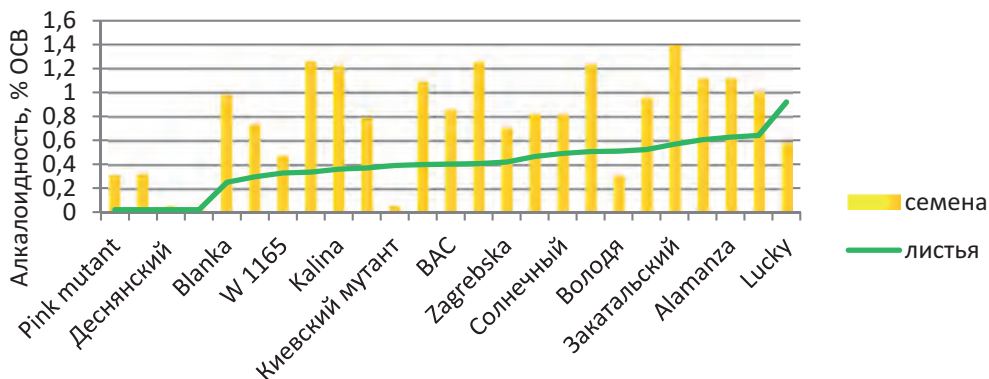
Рисунок 5.7. – Мутанты люпина белого, различающиеся по времени формирования и созревания боковых побегов (из коллекции БГУ)



Рисунок 5.8. – Мутанты люпина белого с детерминированным типом ветвления

Создаваемые мутантные и гибридные формы позволяют осуществлять поиск доноров по этим важным признакам и разрабатывать стратегию маркер-сопутствующей селекции на устойчивость, продуктивность и кормовую ценность растений. Однако секвенирование генома для поиска источников устойчивости все еще ограничено очень узким диапазоном генов устойчивости, доступных для производителей, и узкой специализацией патогена. Поэтому актуально знание генетических основ взаимодействия и эволюции патогена, а также необходимы разные пути увеличения генофонда культуры.

На базе сортов и мутантов в БГУ сформирована коллекция люпина белого (63 образца), которая частично изучена (рис. 5.9) по содержанию алкалоидов (25 образцов), у отдельных форм проведена ДНК-идентификация по гену *raurper* – детерминирующему пониженное содержание алкалоидов.



Вновь интродуцируемые в РБ образцы люпина белого

Рисунок 5.9. – Алкалоидность вегетативной массы и семян образцов люпина белого

Часть образцов характеризовалась стабильно низким (менее 0,1%) содержанием алкалоидов в листьях (Pink mutant, Сож, Деснянский, Алый парус) и в семенах (Деснянский, Алый парус и Киевский мутант), что делает их ценными для дальнейшего использования в селекции на безалкалоидность. По спектрам запасных белков построено филогенетическое древо интродуцируемых образцов, что следует учитывать в селекции этой культуры (рис. 5.10). Все изученные мутантные образцы люпина белого и их родительские формы по спектрам запасных белков разделены на 3 кластера.

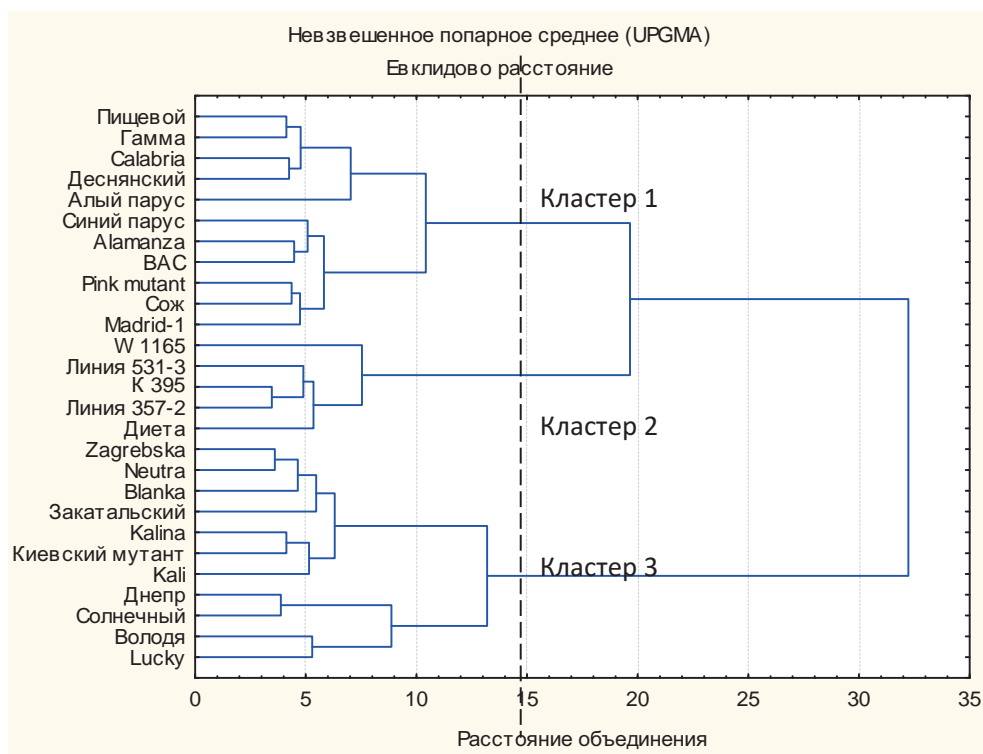


Рисунок 5.10. – Дендрограмма образцов люпина белого, вновь интродуцируемых в условиях РБ по спектрам запасных белков

Частично названные выше образцы проанализированы по гену *raurper* (низкого содержания алкалоидов) с праймером RaurperM1. Результаты представлены на *рисунке 5.11*.

Наличие доместизируемых рецессивных аллелей низкой алкалоидности у образцов Киевский мутант, Алый парус, Володя соответствовало низкому содержанию алкалоидов в семенах и зеленой массе. Сорто-гетерозиготы по этому признаку (носители доместизируемых и диких аллелей алкалоидности, например W1165), как и образцы только с диким аллелем в 207 п.о. (Alamanza, ВАС и др.), характеризовались высоким уровнем алкалоидов (более 0,4%). У образца Диета отмечено различие результатов

фенотипического проявления алкалоидности и данных молекулярного анализа, что позволяет предположить наличие в его геноме иного доминантного гена алкалоидности в гомозиготном состоянии.

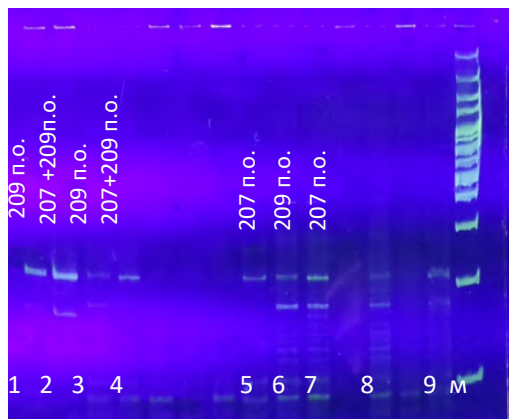
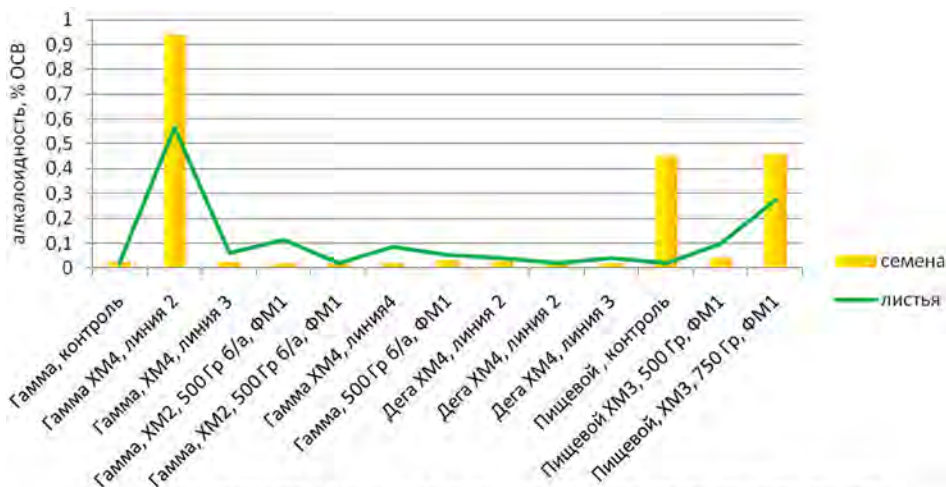


Рисунок 5.11. – Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК образцов люпина белого с праймером *raiper M1* к гену пониженного содержания алкалоидов *raiper*: 207 п.о – аллель дикого типа («горький» фенотип), 209 п.о. – доместизируемый аллель «сладкого» генотипа [20]

Примечание: 1 и 9 – Киевский мутант, 2 – W 1165, 3 – Алый парус, 4 – Старт, 5 – Alamanza, 6 – Володя, 7 – ВАС, 8 – Диета, м – маркер молекулярного веса, Fermentas

Анализ содержания алкалоидов у мутантных форм (получены в БГУ) разных поколений (*рис. 5.12*) позволил выявить генотипы с разным содержанием алкалоидов. Большая часть изученных мутантных линий имела низкое количество алкалоидов, что, возможно, было следствием мутирования разных или одинаковых генов алкалоидности.



Алкалоидность образцов люпина белого мутантного происхождения

Рисунок 5.12. – Диаграмма уровня алкалоидности образцов люпина белого мутантного происхождения селекции БГУ

Выявленные закономерности по генетическому родству, содержанию алкалоидов и спектрам запасных белков необходимы для целевого их использования в селекции. Например, источником низкого содержания алкалоидов и высокой продуктивности рекомендованы мутантные линии из сорта Дега.

5.4. МОЛЕКУЛЯРНОЕ МАРКИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ЛЮПИНА БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Для эффективного подбора компонентов скрещивания в зависимости от направлений селекции возникает необходимость их идентификации по комплексу признаков. На первое место выходит оценка по биохимическим и молекулярно-генетическим характеристикам, которые являются генетически детерминированными и в меньшей мере зависят от условий окружающей среды [19-27].

Для ДНК-типирования коллекционных образцов люпина узколистного использованы предложенные в работах [21-26] маркеры для тестирования геномов по 4 признакам:

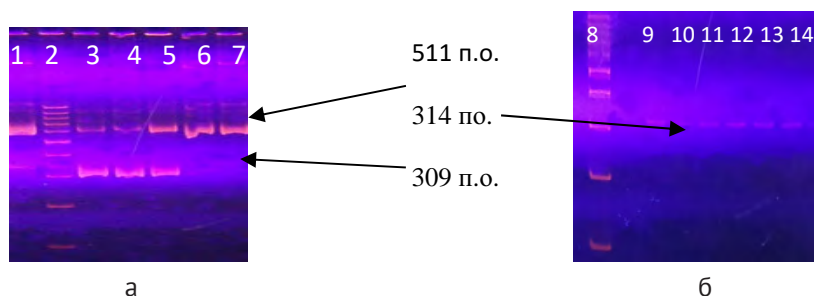
- ген *R* (праймер AnMan) – контролирует признак устойчивости к антракнозу;
- ген *mollis* (праймеры MoA и MoLi) – контролирует признак наличие/отсутствие твердокаменности;
- ген *ku* (праймер KuH) – контролирует нетребовательность к яровизации;
- гены *lentus* (праймеры LeM1 и LeM2) и *tardus* (праймер TaLi) – контролируют признак растрескиваемость бобов.

На *рисунке 5.13* приведены примеры типирования отдельных коллекционных образцов люпина узколистного по генам хозяйственно ценных признаков. Сводные данные представлены в *таблице 2*.

Среди изученных образцов резистентный аллель R-гена устойчивости к антракнозу был обнаружен у 12 форм (Fest, Tanjil, Jak, БСХА, Викс, Szaraby и др.), что позволяет рекомендовать как источники данного признака. Образцы люпина узколистного Добрыня и Витязь обладают генами нерасстрескиваемости бобов, следовательно, их можно включить в селекционный процесс и по другим селекционно значимым признакам.

В период с 2012 по 2018 гг. в секторе генетики растений БГУ проведено маркирование образцов различного происхождения люпина белого, желтого, узколистного (сорта, сортообразцы, гибриды, мутанты). Сводные данные по количеству оцененных образцов представлены в *таблицах 5.6 и 5.7.*

Для повышения эффективности селекции в ряде люпиносеющих стран интенсивно разрабатываются методы молекулярно-генетического тестирования ДНК селекционных форм, что обеспечивает надежность отбора нужных генотипов. Кроме того, ДНК-маркирование образцов позволяет оценить степень генетического родства и дивергенции генотипов и подобрать необходимые образцы для гибридизации с целью получения рекомбинантов согласно модели будущего сорта. Данные по ДНК-маркированию образцов нашей коллекции люпина могут быть использованы при селек-



- 1 – F4 Миртан х Дикаф-14, 2,8 – маркер молекулярного веса, 3 – F4 К 1992 х Apendrilon, 4 – F4 Apendrilon х К 1992, 5 – F4 АН846, 6 – F4 Н846К-2, 7 – F8 М-Д14;
9 – F4 Миртан х Дикаф-14, 10 – F4 К 1992 х Apendrilon, 11 – F4 Apendrilon х К 1992, 12 – F4 АН846, 13 – F4 Н846К-2, 14 – F8 М-Д14

Рисунок 5.13. – Результаты типирования образцов люпина узколистного:

а – по праймеру *TaLi* к гену нерастрескиваемости бобов *tardus*, б – по праймеру *MoLi* к гену отсутствия твердокаменности семян *mollis*

Таблица 5.6. – Количество образцов желтого люпина, оцененных с использованием молекулярно-генетических методов

Праймер, ген	Проанализировано образцов, шт.			
	сортов, сортообразцов	гибридов	мутантов	всего
2 itg 22424	48	7	23	78
2 itg 26293	48	7	33	88
2 itg 41827	37	5		42
2 itg 45631	37	5		42
2 itg 20858	11	2	28	41
2 itg 20349	11	2	26	39
2 itg 29217	11	2	26	39
2 itg 29887	11	2	33	46
2 itg 54849	11	2	33	46

Таблица 5.7. – Количество образцов люпина узколистного и белого, оцененных с использованием молекулярно-генетических методов

Ген, праймер	Проанализировано образцов, шт.		
	сортов	гибридов	всего
люпин узколистный			
<i>ku</i> , KuHMS1 (нетребовательность к яровизации)	105	104	209
<i>mollis</i> , MoA (отсутствие твердокаменности)	70		70
<i>mollis</i> , MoLi (отсутствие твердокаменности)	31	101	132
R-ген, AnMap (устойчивость к антракнозу)	113	8	121
<i>LanR1</i> , AnSeq 3 (устойчивость к антракнозу)	12	18	30
<i>LanR1</i> , AnSeq 4 (устойчивость к антракнозу)	12	18	30
<i>lentus</i> , LeM1 (нерастрескиваемость бобов)	44	104	148
<i>lentus</i> , LeM2 (нерастрескиваемость бобов)	44	104	148
<i>tardus</i> , TaLi (нерастрескиваемость бобов)	12	99	111
люпин белый			
<i>pauper</i> , PauperM1 (сниженное количество алкалоидов)	34	10	44

ции на низкое содержание алкалоидов, для конвергентного скрещивания с целью объединения многих генов устойчивости, нерастрескиваемости бобов и скороспелости, учитывая полигенную природу этих признаков.

5.5. КОЛЛЕКЦИЯ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ГИБРИДОВ И МУТАНТОВ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО И УЗКОЛИСТНОГО

У ранее полученных в БГУ гибридных и мутантных популяций люпина выделены и размножены оригинальные формы, которые изучены по комплексу селекционно значимых признаков. У восстановленных гибридов и мутантов разных поколений люпина желтого выявлен широкий полиморфизм по элементам продуктивности, фенологическим характеристикам, биохимическим показателям, морфотипу растений, что позволяет выделить источники разных ценных признаков. Различия установлены среди мутантных образцов люпина желтого по количественным показателям продуктивности (рис. 5.14).

У восстановленных гибридов люпина узколистного поздних поколений полиморфизм установлен по показателям элементов продуктивности по окраске цветков и семенной кожуре, типу ветвления, алкалоидности.

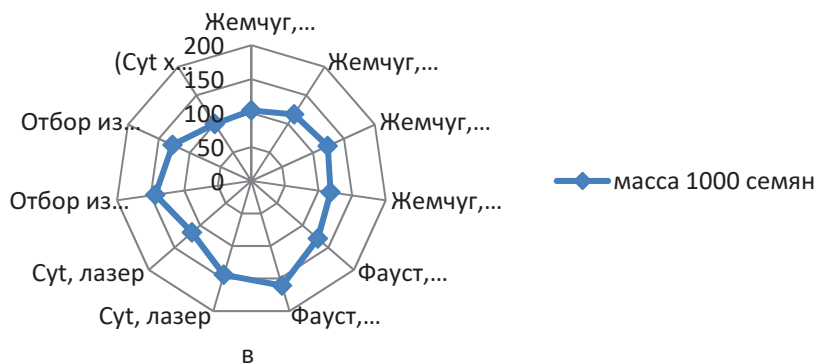
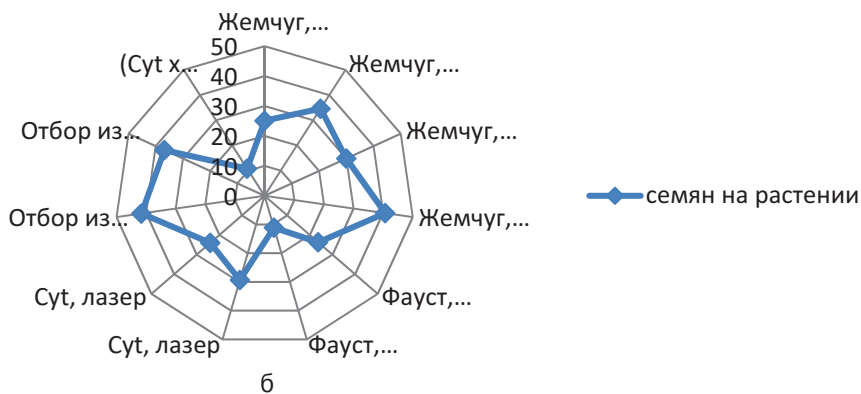
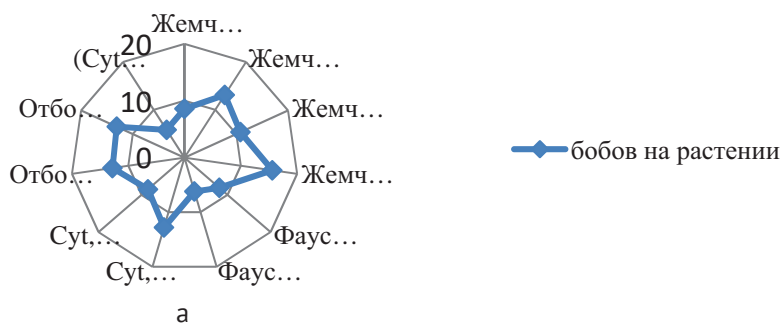


Рисунок 5.14. – Полиморфизм образцов мутантного происхождения люпина желтого по элементам семенной продуктивности (2018 г. репродукции)

В связи с известными фактами о возможности восстановления у гибридов F1 высокоалкалоидного потомства при скрещивании неаллельных по признаку алкалоидности мутантов изучены гибридные комбинации люпина желтого и узколистного по их способности восстанавливать алкалоидность в потомстве и составлены [19] пары совместимых (аллельные мутанты) и несовместимых генотипов (дающих при скрещивании алкалоидное потомство).

Эта информация может использоваться при подборе компонентов скрещивания для получения в F1 и сохранения в ряду последующих поколений гибрида генотипов со стабильно низкой алкалоидностью.

Из созданных в БГУ образцов люпина желтого 4 перспективные формы включены в коллекцию ВИР: гибрид БГУ-Г1 (№ 2608), мутант БГУ-М-1 (№ 2609), мутант БГУ-М2 (№ 2978), гибрид БГУ-184 (№ 3036).

На основе гибридных форм создан совместно с Российской Федерацией (ВНИИ СХ ЦРНЗ России) сорт люпина узколистного Фазан, а ряд мутантов и гибридов люпина желтого, белого и узколистного переданы в БСХА, ВНИИ люпина (Брянск) и ВНИИ СХ ЦРНЗ России для экологического и конкурсного сортоиспытания. Выделенная гибридная форма 64/09 в геноме содержит 2 гена антракнозостойчивости. Она включена в КСИ в МосНИИСХ ЦРНЗ (РФ).

Из восстановленных гибридов и мутантов люпина узколистного, проанализировано 37 линий из 20 гибридных комбинаций, выделено 94 образца, у которых определено содержание алкалоидов в семенах и проведено ДНК – маркирование по 5 генам, детерминирующим селекционно значимые признаки. Выделено с низким содержанием алкалоидов 47 образцов, а 21 образец несет 3 аллеля генов нерастрескиваемости бобов. Сочетание этих показателей установлено в генотипах 7 линий гибридных комбинаций F4 БСХА 892 x Немчиновский 846, 31-13-14, F5 Н846К-1 и F8 Миртан x Дикаф 14. Линия F8 гибрида Миртан x Дикаф-14 несет в своем генотипе к тому же еще и ген нетребовательности к яровизации *ku*.

Выделены по комплексу признаков перспективные формы в гибридных комбинациях люпина желтого:

- У гибридов F5 М4 x Сут отмечены 2 линии с ранним цветением, высокой выживаемостью (66,7% и 100%) и с практически безалкалоидными растениями. Они рекомендованы для селекции на кормовые цели для посева в северных регионах;

- У гибрида F5 Szybcopedny x Выток – 1 линия была с ранним цветением, 100% выживаемостью и безалкалоидной зеленой массой, а линия F5 гибрида Припять x Сут с выживаемостью 80% имела практически безалкалоидную вегетативную массу и раннее цветение. 2-я линия была ультраскороспелая (длина вегетационного периода (ДВП) – 79 дней) (алкалоидов в листьях менее 0,02%);

- Среди растений F5 гибрида М4 x Vornova отмечена 1 безалкалоидная линия, с выживаемостью 87,5% и ДВП 75 дней и 1 линия с выживаемостью 100% и безалкалоидной зеленой массой;

- У гибрида F5 Сут x М4 интересны 3 линии были с короткой ДВП (95 дней) и низким содержанием алкалоидов в листьях, а в F6 гибрида

МЗ х Мут. выделены 2 линии с выживаемостью 100%, безалкалоидные, с ДВП 108 дней.

Эти формы будут размножены и как источники ценных признаков переданы в Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь (2019–2020 гг.).

У образцов коллекции люпина узколистного выявлены носители доместизируемых аллелей, детерминирующих устойчивость к антракнозу, нетребовательность к яровизации, отсутствие твердокаменности, нерастрескиваемость бобов. У образцов люпина белого проведено тестирование отдельных форм по гену низкого содержания алкалоидов, скороспелости и антракнозоустойчивости.

Выявлены белковые маркеры у люпина белого, желтого и узколистного, рекомендуемые для идентификации соответствующих генотипов.

Заключение

Изучение коллекционных образцов разных видов люпина позволяет заключить, что эволюция рода имела дивергентный характер и характеризуется параллелизмом в развитии отдельных признаков у разных видов. В результате спонтанного и индуцированного мутагенеза, рекомбиногенеза шло увеличение генофонда люпина, в свою очередь в процессе селекции накопились в геномах гены доместикации (окраска цветков, листьев, семян, морфотип растений, низкое содержание алкалоидов, мягкокожурность, нерастрескиваемость бобов, скороспелость, тип соцветия и др.), что сказалось на общей устойчивости растений.

Велика роль в оценке геномов люпина молекулярно-генетических маркеров, однако они еще не в состоянии отразить даже все фенотипические различия, а тем более генетическую детерминацию полигенных признаков, в том числе устойчивость к стрессорам, алкалоидность, продуктивность и др. Для эффективного использования ДНК-маркирования необходима информация о наличии и экспрессии генов, детерминирующих селекционно значимые признаки, характере взаимосвязи с источниками различных патогенных организмов, эволюция которых идет значительно быстрее селекции нового сорта.

Крайне актуально при создании устойчивых форм люпина и выделения здоровых семян наличие экспресс-методов диагностики степени инфицированности семян патогеном, величина полиморфизма которого постоянно возрастает. Актуальна и кооперация квалифицированных специалистов разного профиля для решения проблемы создания новой модели устойчивых к стрессорам сортов разных видов люпина и решение в перспективе

планов «Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь».

По материалам проведенных исследований в БГУ подготовлены и защищены 5 кандидатских и 3 магистерские диссертации. Результаты исследований апробированы на 3 международных конгрессах по люпину и Международных научно-практических конференциях, опубликованы в двух монографиях и более чем в 100 работах в научных изданиях в РБ и за рубежом.

Список использованной литературы

1. Жэбрак, А.Р. Лубін – на палі Савецкай Беларусі / А.Р. Жэбрак // Звязда. – 26 лютага 1946 г. – С. 3.

2. Привалов, Ф.И. Мобилизация генетических ресурсов в Республике Беларусь и их использование в народном хозяйстве / Ф.И. Привалов, С.И. Гриб, И.С. Матыс // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (5–6 июля 2017 г., г. Жодино) / Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию ; ред.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 210–214.

3. Prusinski, J. Rosliny straczkowe w Unii Europejskiej / J. Prusinski // Zeszyty problemone postępow nauk rolniczych. – 2010. – Z. 550. – P. 11–19.

4. Привалов, Ф.И. Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Беларуси / Ф.И. Привалов, В.Ч. Шор // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2015. – № 2. – С. 47–53.

5. Вишнякова, М.А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства / М.А. Вишнякова // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – №3. – С. 3–23.

6. Купцов, Н.С. Люпин – генетика селекция, гетерогенные посевы / Н.С. Купцов [и др.]. – Брянск : Клинцовский город, 2006.

7. Cowling, W.A. Efficient Introgression of valuable new alleles from Lupin gene Banks into Elite lupin Breeding Programs / W.A. Cowling “Lupinus for health and Wealth” Proc. 12th Intern. Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia.

8. Анохина, В.С. Люпин: селекция, генетика, эволюция / В.С. Анохина, Г.А. Дебелый, П.М. Конорев. – Минск : БГУ. – 2012. – 271 с.

9. Rudloff, E. Some aberrant variants in m2 lines and the resulting m3 lines of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) originating from EMS application / E. Rudloff, F. Eickmeyer, P. Wehling // “Lupinus for health and Wealth” Proc. 12th Intern. Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia.

10. Talhinhos P. Collection of Lupinus angustifolius L. germplasm and characterization of morphological and molecular diversity/ P. Talhinhos, I. Leitao, I. Neves-Marting // Genetic resources and Crop Evolution. – 2006. 52:563-578.

11. Kurlovich, B.S. (ed). Lupinus: Geography, classification, genetic resources and breeding / B.S. Kurlovich. – St-Petersburg : Intan. – 2002. – 468 p.

12. Eickmeyer, F. Narrow leafed lupine breeding in Saatzucht Steinach – a private company integrated in a network of research and development / F. Eickmeyer [et al] // In:

Palta, J.A., J.B. Berger (Eds.): Lupins for Health and Wealth. Proc. 12th Intern. Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia. – P. 328–331.

13. Gladstones, J.S. Breeding the first modern crop lupins// Journals of agricultural, department of agricultural / J.S. Gladstones. – Western Australia, 1982. – № 3. – P. 70–72.

14. Ladizinski, G. The genetics of hard seed coat in the genus *Lens* / G. Ladizinski // *Euphytica*. – 1985. – Vol. 34 – P. 539–543.

15. Clements, J.C. Crop improvement in *Lupinus mutabilis* for Australian agriculture – progress and prospects / J.C. Clements, M.S. Sweetingham, L. Smith, G. Francis, G. Thomas, S. Sipsas // In: Palta, J.A., J.B. Berger (Eds.): Lupins for Health and Wealth. Proc. 12th Intern. Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia. – P. 244–250.

16. Galek, R. Morphogenesis potential of interspecific hybrid (*Lupinus albus*/ *termis* X *Lupinus mutabilis* MUT. 628) and its parents in the tissue culture / R. Galek // In: Palta, J.A., J.B. Berger (Eds.): Lupins for Health and Wealth. Proc. 12th Intern. Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia.

17. Foley, R. Comparative genomic study of conglutin seed storage proteins across lupin species / R. Foley, J.C. Jimenez-Lopez, L.G. Kamphius, J.K. Hane, K.B. Singh // *BMC Plant Biology*. – 2015. – Vol. 15. – P. 106.

18. Романчук, И.Ю. Алкалоиды люпина (строение, биосинтез, генетика). Обзор / И.Ю. Романчук, В.С. Анохина // Молекулярная и прикладная генетика : сб. науч. трудов. – 2018. – Т. 25. – С. 109–124.

19. Конарев, В.Г. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян [Текст] / под ред. В.Г. Конарева; Сост. Сидорова В. В.; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. центр Рос. Федерации, Всерос. НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. – СПб. : Гос. науч. центр Рос. Федерации, Всерос. НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, 2000. – 185, [1] с.

20. Development of a sequence-specific PCR marker linked to the gene «*pauper*» conferring low-alkaloids in white lupin (*Lupinus albus* L.) for marker assisted selection / R. Lin [et al.] // *Mol. Breeding*. – 2009. – Vol. 23. – P. 153–161.

21. Boersma, J.G. Development of a sequence-specific PCR marker linked to the *Ku* gene which removes the vernalization requirement in narrow-leaved lupin [Текст] / J.G. Boersma, B.J. Buirchell, K. Sivasithamparam, H. Yang // *Plant Breeding*. – 2007. – 126. – P. 306–309.

22. Application of next-generation sequencing for rapid marker development in molecular plant breeding: a case study on anthracnose disease resistance in *Lupinus angustifolius* L. / H. Yang [et al.] // *BMC Genomics*. – 2012.

23. Идентификация гена устойчивости к антракнозу *Lanr1* у люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) с помощью ДНК-маркеров AnSeq3 и AnSeq4 / С.Ю. Гришин [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. – 2015. – Т. 50, № 1. – С. 30–36.

24. Development of a co-dominant DNA marker tightly linked to the gene *tardus* conferring reduced pod shattering in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.) / X. Li [et al.] // *Euphytica*. – 2010. – 176.1. – P. 49–58.

25. Development of two sequence-specific PCR markers linked to the *le* gene that reduced pod shattering in narrow-leaved lupin / J.G. Boersma [et al.] // *Gen. and. Mol. Biol.* – 2007. – Vol. 30, № 3. – P. 623–629.

26. A molecular marker linked to the *mollis* gene conferring soft-seediness for marker-assisted selection applicable to a wide range of crosses in lupin (*Lupinus angustifolius* L.) breeding / X. Li [et al.] // *Molecular breeding*. – 2012. – 29. – P. 361–370.

27. Development of a DNA marker tightly linked to low-alkaloid gene *iucundus* in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.) for marker-assisted selection / X. Li [et al.] // Crop & Pasture Science. – 2011. – V. 62. – P. 218–224.
28. Анохина, В.С. Гомологическая изменчивость признаков разных видов люпина / В.С. Анохина, И.Б. Саук, И.Ю. Романчук // Труды БГУ. – 2015. – Т. 10, ч. 1. – С. 111 – 115.
29. Анохина, В.С. Изучение явления генетической комплементации по признаку алкалоидности у сложных межсортовых гибридов кормового люпина / В.С. Анохина // Исследования по теоретической и практической генетике. – Минск, 1975. – С. 108–112.
30. Морфолгенетические и биохимические исследования коллекции желтого и узколистного люпина / И.Б. Саук, В.С. Анохина, М.К. Тимошенко, И.Ю. Цибульская, Е.А. Брыль // Молекулярная и прикладная генетика : сб. науч. тр. / Институт генетики и цитологии НАН Беларуси ; редкол.: А.В. Кильческий (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2008. – С. 133–137.
31. Романчук, И.Ю. Оценка генофонда образцов люпина узколистного разного происхождения с использованием белковых и молекулярных маркеров / И.Ю. Романчук, В.С. Анохина // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2017. – С. 282–287.
32. Egorova, G. Diversity of *Lupinus* sp. from the Mediterranean region in the VIR collection / G. Egorova // Proceedings Book of the XIV International Lupin conference Milan, Italy, 21–26 June 2015. – 2015. – P. 139.
33. Lupinus Collection Database [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.igr.poznan.pl>. – Date of access: 28.03.2017.
34. Яговенко, Т.В. Усовершенствованный колориметрический метод определения алкалоидов в люпине / Т.В. Яговенко, М.В. Рудометкина, С.В. Рудометкин, Л.В. Трошина // Кормопроизводство. – 2004. – № 3. – С. 27–29.
35. Parra-Gonzalez, L.B. Yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) transcriptome sequencing: molecular marker development and comparative studies / L.B. Parra-Gonzalez // BMC Genomics, 2012. – Mode of access: <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/13/425>. – Date of access: 14.08.2012.
36. Лукашевич, М.И. Направления и результаты селекции люпина белого во Всероссийском НИИ люпина / М.И. Лукашевич, М.В. Захарова, Т.В. Свириденко, Н.И. Хараторкина // Применение удобрений в современной земледелии : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рожд. ак. В.И. Шенпеля, 6 июля 2018 г., Жодино. – С. 292–294.
37. Нецветаев, В.П. Генетический контроль синтеза белков семян белого люпина (*Lupinus albus* L.) / В.П. Нецветаев, И.В. Князева, А.П. Огуля, О.А. Сорокопудова // Генетика. – 2013. – Т. 49. – № 6. – С. 778–782.
38. Huynh, H.T.T. The First Genetical and Comparative Map of White Lupin (*Lupinus albus* L.): Identification of QTSs for Anthracnose Resistance and Flowering Time, and a Locus for Alkaloid Content / H.T.T. Huynh, S.R. Elwood, K. Adhikari, M.N. Nelson, R.P. Oliver // DNA Research. – 2007. – Vol. 14. – P. 59–70.
39. Gataulina, G. Breeding of *Lupinus albus* cultivars in Russia: results, Perspectives, problems / G. Gataulina, M. Lukashevich, N. Medvedeva, A. Artiuhov, A. Tsigutkin In: Palta, J.A., J.B. Berger (Eds.): Lupins for Health and Wealth. Proc. 12th Intern. Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia. – P. 283–286.

СОХРАНЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИЙ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

6.1. СОХРАНЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИЙ ГНУ «ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ»

Важнейшим объектом ГНУ «Центрального ботанического сада НАН Беларуси» (далее – ЦБС), отличительной его особенностью в ряду других учреждений биологического профиля, являются коллекции живых растений, демонстрирующие необычайно богатое разнообразие растительного мира нашей планеты.

Коллекции растений начали формироваться в ЦБС после его образования. Первый директор доктор биологических наук, профессор Степан Павлович Мельник выполнил большую и ответственную работу по выработке принципов формирования коллекций, планировке их размещения на выделенной территории, организации кадрового обеспечения и др.

Уже к 1936 г. на освоенной территории сформированы первые коллекции. Под руководством профессора И.Г. Василькова создан филогенетический участок. В построенных теплицах формировалась коллекция тропических и субтропических растений. Здесь было собрано свыше 50 видов и сортов цитрусовых, активно велась интродукция и других хозяйственно полезных, а также декоративных растений южного происхождения. Одновременно формировался гербарий, в котором хранились сборы аборигенной и интродуцированной флоры, в том числе из других регионов Советского Союза. К концу 1930-х годов гербарий насчитывал 25 790 гербарных листов 1 398 видов, коллекции живых растений составляли примерно 1 500 наименований.

После освобождения Минска от немецких оккупантов вместе с городом стал возрождаться и ЦБС.

Поворотным этапом в истории ЦБС, в определении его новой роли в качестве главного хранителя генофонда мировой флоры на территории

Белорусской ССР явилось назначение в 1955 г. на должность директора академика Академии наук Таджикской ССР Николая Владиславовича Смольского.

Коллекционный фонд растений пополнялся быстро. В 1955 г. он составлял 3 000 наименований, в 1957 г. – 5 600, в 1960-м – 7 000. На базе созданных коллекций были организованы и успешно проводились плановые научные исследования по интродукции и акклиматизации растений, зеленому строительству и промышленному цветоводству, селекции и защите растений, фитомелиорации.

В 1960–1970-е гг. произошла переориентация научных исследований на потребности народного хозяйства республики. Именно генофонд ЦБС оказался тем резервом, который обеспечил расширение перечня культивируемых в республике кормовых, лекарственных, пряно-ароматических, декоративных, плодово-ягодных растений. С коллекций ЦБС получили путевку на поля республики галега восточная и амарант, более 20 видов лекарственных и пряно-ароматических растений, а также клюква крупноплодная, голубика высокорослая, сортовая брусника, десятки видов декоративных травянистых и древесных растений.

К середине 1970-х годов коллекционный фонд ЦБС составил около 9 тысяч наименований.

В 1980-е гг. активно пополняются коллекции нетрадиционного плодоводства, дендрарий, коллекции цветочно-декоративных растений. В это время сформирована коллекция редких и охраняемых растений природной флоры Беларуси численностью 89 видов.

Серьезным испытанием для коллекций ЦБС и всего коллектива явился период экономического и финансового кризиса при переходе Республики Беларусь к государственной самостоятельности. В этих непростых условиях благодаря стараниям руководства, прежде всего, директора чл.-корр. НАН Беларуси Евгения Антоновича Сидоровича и всего коллектива, удалось сберечь уникальные коллекции, особенно уязвимые в тех условиях фонды тропической и субтропической флоры.

С приходом на пост директора члена-корреспондента, впоследствии академика НАН Беларуси Владимира Николаевича Решетникова, встал вопрос о восстановлении прежнего статуса Ботанического сада как главного хранилища генофонда мировой флоры, обеспечение его нормального функционирования в соответствии с мировыми тенденциями в развитии ботанических садов. Посещение ЦБС в 1999 г. Президентом Республики Беларусь А.Г. Лукашенко ознаменовало вступление его в новую эпоху, эпоху «глобальной реконструкции». Во исполнение данных во время визита Главы государства поручений был разработан и утвержден Правитель-

ством Республики Беларусь ряд основополагающих для ЦБС документов, в частности, Программа реконструкции объектов Центрального ботанического сада НАН Беларуси, охватывающая все стороны его деятельности, Государственная программа создания национального генетического фонда хозяйственно полезных растений, Государственная программа развития сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений. Коллекции живых растений и гербарий интродуцированных растений мировой флоры получили статус научного объекта, составляющего национальное достояние Республики Беларусь и включены в Государственный реестр этих объектов под № 1. Постоянно пополнявшийся и накопленный к этому времени коллекционный фонд растений активно вовлекается в научно-исследовательский и селекционный процессы, используется для обогащения культурной флоры Беларуси. В это время начала формироваться коллекция аквафлоры, выделились в самостоятельные коллекции декоративные садовые формы хвойные растения, орхидеи, плодовые субтропические растения, значительно пополнилась коллекция асептических культур, содержащаяся в условиях *in vitro*, осуществлялись многочисленные зарубежные экспедиционные поездки и командирования для пополнения коллекционных фондов. На конец 2009 г. генофонд ЦБС состоял из 10 408 наименований растений, из них открытого грунта – 7 869, защищенного – 2 335, коллекция культур *in vitro* – 204.

В 2009 г. Президиум НАН Беларуси назначает директором ЦБС доктора биологических наук Владимира Владимировича Титка. Под его руководством продолжено крупномасштабное капитальное строительство и реконструкция объектов основной инфраструктуры, активно развивается инновационная, информационная и выставочная деятельность. В последние годы значительно расширены исследования редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси, лекарственных, пряно-ароматических, кормовых и биоэнергетических растений.

Активная работа учреждения в области интродукции растений обеспечила создание ценного генофонда декоративных и хозяйственно полезных интродуцированных растений, который широко используется в народном хозяйстве. По состоянию на начало 2018 г. коллекционный фонд ЦБС представлен 14 832 образцами, из них открытого грунта – 11 352, защищенного – 3 131, коллекция культур *in vitro* – 349. Отдельные коллекционные растения уникальны и имеются не более чем в двух-трех ботанических садах мира. Активизирована селекционная работа, развернуты биохимические и генно-инженерные исследования. Проводится ежегодная инвентаризация и постановка коллекционных образцов на бухгалтерский учет. Создана электронная база данных по всем коллекциям.

6.1.1. Коллекции древесных растений

6.1.1.1. Дендрарий

В настоящее время дендрарий занимает около 46 га и состоит из шести географических секторов «Беларуси», «Европы и Сибири» (с трендом к постепенному выделению двух самостоятельных секторов – «Европы» и «Северо-Восточной и Северной Азии (Сибири)»), «Восточной Азии» (ранее «Дальний Восток и Китай» и «Восточной Азии»), «Кавказа» (ранее «Крыма и Кавказа»), «Западной и Центральной Азии» (ранее «Средней Азии»), «Северной Америки».

Преобладающими жизненными формами являются кустарники (47,4%) и деревья (39,7%). Существенно участие растений способных проявлять себя и деревьями, и кустарниками (8,2%). Доля лиан невелика (3,5%), а полукустарников и кустарничков – малозначительна (1,1% и 0,2% соответственно).

Преобладающая часть интродуцированных в ЦБС древесных растений естественно распространена на территории Голарктической области, включающей Европу, Азию и Северную Америку. Наибольшее количество экзотов интродуцировано из стран Восточной и Центральной Азии, отличающихся чрезвычайным богатством дендрофлоры. По численности экспонируемых таксонов в секторе Восточной Азии представлено 38% всей коллекции. Несколько меньшим количеством видов древесных растений представлена дендрофлора Северной Америки – 28%, еще меньшим – Европы – 20%. Доля растений из других географических зон в дендрологической коллекции невелика, в сумме составляет 14%. В экспозиции Беларуси отражены основные растительные сообщества лесов республики. В них представлено 48 видов древесных растений, в том числе 21 вид деревьев, 21 вид кустарников и 7 видов полукустарников и кустарничков [1, 2, 3].

Анализ насыщенности дендрологической коллекции ЦБС видами в семействах показывает, что лидирующее место занимает семейство *Rosaceae* (475 видов, 32%). Менее представительны семейства *Caprifoliaceae* (99 видов, 7%), *Betulaceae* (85 видов, 6%) и *Hydrangeaceae* (72 вида, 5%). Среди еще менее значимых семейств: *Berberidaceae*, *Pinaceae*, *Ericaceae*, *Oleaceae* и *Fabaceae* (67, 60, 59, 58 и 56 видов, 4%), *Salicaceae*, *Grossulariaceae* и *Aceraceae* (47, 42 и 39 видов, 3%), *Cupressaceae*, *Celastraceae*, *Cornaceae* и *Fagaceae* (30, 26, 23 и 23 вида, 2%). По 1% (22 вида) занимают в составе дендрологической коллекции *Rhamnaceae* и *Tiliaceae*. Суммарное участие остальных семейств, охватывающих 195 оригинальных видов, составляет 8%. Эти семейства представляют, как правило, менее 13 видов, а 17 семейств в дендрологической коллекции Сада представлены только одним видом [6, 7, 8].

Ряд самостоятельных экспозиций (рододендроны, клематисы, розы) территориально и административно относятся к другим подразделениям ЦБС.

6.1.1.2. Интродукционный питомник

Формирование питомника древесно-кустарниковых растений началось одновременно с созданием лаборатории древесных растений.

В разные годы коллекционные фонды интродукционного питомника курировали Н.В. Шкутко, А.А. Чаховский, Е.З. Бобореко, И.М. Гаранович.

Насчитывает 644 таксона 47 семейств 97 родов 237 видов. В их число входят декоративные формы хвойных, лиственных деревьев и кустарников, нетрадиционные плодово-ягодные растения. В составе коллекции интродукционного питомника на долю лиственных деревьев приходится 25%, кустарников – 76%, лиан – 3%. Ведущее место по жизненным формам принадлежит кустарникам (рис. 6.1.).



Сорт сирени селекции ЦБС *Минская красавица*



Энкиантус колокольчатый (*Enkianthus campanulatus* (Miq.) G. Nicholson)

Рисунок 6.1. – Образцы коллекции древесных растений ЦБС

В коллекции представлены редкие формы и сорта ели канадской (*Picea glauca* S. Brown) *Maigol*, *Piccolo*, *Laurin*, ели колючей (*Picea pungens* Engelm.) *Erich Frahm*, *Omega*, *Oldenburg*, *Wald-brunn*, *Glauca Globosa*, *Hoopsi*, ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) H. Karst) *Olendorffii*, *Virgata*, *Pendula major*, ели сербской (*Picea omorika* (Pancic) Purk.) *Pendula*, *Nana*, пихты бальзамической (*Abies balsamea* Mill.) *Karel*, *Nana*, пихты корейской (*Abies koreana* E.H. Wilson) *Molli*, *Hortmans silverlock*, *Oberon*, туи западной (*Thuja occidentalis* L.) *Danica Aurea*, *Globosa Aurea*, кипарисовика Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl.) *Diks Weeping*, *Blue Rububery*, *Green Pilar*, *White Wonder*, *Killeres Gold*, сосны горной (*Pinus mugo* Turra) *Jacobsen*, *Ophir*, *Peterle*, *Laurin*, *Carstens Wintergold*,

Columnaris, сосны мелкоцветковой (*Pinus parviflora* Siebold & Zucc.) *Negishi*, *Glauca*, *Blauer Engel*, сосны черной (*Pinus nigra* J.F. Arnold) *Oregon Green*, *Helga*, сосны Веймутова (*Pinus strobus* L.) *Pendula*, *Macopin*, *Densa Hill*, различные виды можжевельника (*Juniperus*): китайского (*J. chinensis* L.), обыкновенного (*J. communis* L.), прибрежного (*J. conferta* Parl.), горизонтального (*J. horizontalis* Moench), среднего (*J. ×media* van Melle), казацкого (*J. sabina* L.), чешуйчатого (*J. squamata* Buch.-Ham.), скального (*J. scopulorum* Sarg.).

Особое значение имеют хвойные породы. Декоративные хвойные растения представлены 47 видами 10 родов 3 семейств. Важное место занимает семейство *Cupressaceae* (род *Chamaecyparis* Sprach. (5 видов, 42 формы), *Juniperus* L. (12 видов, 62 формы), *Thuja* L. (3 вида, 54 формы)) и *Pinaceae* Lindl. (род *Abies* Mill., *Larix* Mill., *Picea* A. Dietr. (6 видов, 39 форм), *Pinus* L. (9 видов, 27 форм)).

По характеру окраски представлены древесные растения с пестрой листвой – клен ясенелистный *Flamingo*, клен остролистный *Drummondii*, клен полевой *Carnival*; красной – бук лесной *Dawyck Purpurea* и *Purple Fountain*, скумпия кожевенная *Purpureus*, черемуха обыкновенная *Colorata*; желтой – бук лесной *Dawyck Gold*, *Zlatia*, вяз голландский *Wredei*, катальпа бигнониевидная *Aurea*, клен американский *Auratum*, скумпия кожевенная *Golden Spirit*, барбарис Тунберга *Golden Ring*, *Harlequin*, *Pink Queen*, вейгела цветущая *Variegata*, *Nana Variegata*, *Monet*, дерен белый *Argenteomarginata*, *Spaethii*, форзиция промежуточная *Golden Times*; желтой – барбарис Тунберга *Aurea*, *Tiny Gold*, *Golden Ring*, *Maria*, бузина черная *Aurea*, бузина обыкновенная *Plumosa Aurea*, дерен белый *Aurea*, пузыреплодник калинолистный *Luteus*, *Dart's Gold*, спирея Вангутта *Golden Fontain*, спирея японская *Gold Flame*, чубушник венечный *Aurea*; красной – барбарис обыкновенный *Atropurpurea*, барбарис Тунберга *Red Pillar*, *Riby Carnival*, *Royal Burgundy*), бересклет европейский *Red Cascade*, бересклет крылатый *Compactus*, бузина черная *Guincho Purple*, *Black Beauty*, вейгела цветущая *Alexandra*, *Victoria*, *Nana Purpurea*, пузыреплодник калинолистный *Diabolo*.

Из вьющихся растений в коллекции интродукционного питомника представлены гортензия черешковая *Cordifolia*, девичий виноград пятилисточковый, виноградовник аконитолистный *Seattle*, жимолость вьющаяся *Serotina*, каприфоль *Inga*, акебия пятилисточковая *Alba* и *Variegata*.

Значительное место в питомнике занимают нетрадиционные культуры плодовоговодства [4, 5, 10]. Их насчитывается более 110 таксонов. В коллекции представлено 28 сортов жимолости обыкновенной, некоторые районированы в Беларуси: *Амфора*, *Бажовская*, *Бакчарская*, *Ботаническая*, *Васюганская*, *Волхова*, *Волшебница*, *Голубое Веретено*, *Десертная*, *Золушка*,

Камчадалка, Кувшиновидная, Лазурная, Ленинградский Великан, Лебедушка, Мальвина, Морена, Нимфа, Павловская, Памяти Лучник, Признание, Роксана, Синяя Птица, Соловей, Сувенир, Томичка, Фиалка, Успех. Коллекция рябин представлена 14 сортами: Невеженская, Бурка, Вефед, Гранатная, Ангри, Рубиновая, Сорбинка, Солнечная, Титан, Моравская, Алая Крупная, Десертная, Ликерная, Розина. Калина обыкновенная представлена следующими сортами: Ульгень, Киевская Садовая, Дачная, Шукшинская, Союзга, Мария, Красная Гроздь, Красный Коралл, Памяти Валентины, Таежные Рубины. Проведено комплексное испытание сортов кизила обыкновенного украинской селекции – Лукьяновский, Владимирский, Выдубецкий, Евгения, Радость. За последние годы привлечен ряд новых сортов, среди них: Алена, Гренадер, Коралловый Марка, Нежный, Экзотический, Миколка, Элегантный, Крупноплодный, Светлячок, Семен. Новые интродуцированные сорта шиповника: Победа, Рух, Глобус, Шпиль, Уральский Чемпион. В ЦБС культивируется 5 интродуцированных сортов актинидии коломикта: Ананасная, Крупноплодная, ВИР-1, Сентябрьская, Доктор Шимановский. Перспективными сортами пополнена коллекция актинидии аргуа (*Ananasnaya*, *Ken's Red*, *Purpurna Sadowa*, *Jumbo*, *Weiki*). Генофонд аронии Мичурина включает сорта Венисса и Надзея. В коллекции 3 таксона хеномелеса Маулея, в том числе сорта собственной селекции: Ароматный, Осенний. Кроме того, имеется 5 сортов декоративного назначения: *Chaenomeles superba* (Frahm) Rehder *Elly Mossel*, *Nicoline*, *Crimson Gold*, *Clementine*, *Jet Trail*. Генофонд облепихи представлен 11 сортами: Алей, Ботаническая, Дар Катуня, Витаминная, Красноплодная, Новость Алтая, Обильная, Отрадная, Подарок Саду, Превосходная, Трофимовская. В коллекции имеется 1 сорт лимонника китайского – Садовый 1.

Пополнение коллекции хвойных и лиственных пород интродукционного питомника происходит за счет привлечения новых образцов. Так в 2015 г. привлечено 18 видообразцов: пихта корейская *Grune Spinne*, пихта субальпийская *Green Globe*, туя западная *Golden Globe*, сосна черная *Green Tower*, сосна Веймутова *Minima*, сосна монтикола *Ammerland*, сосна кедровая *Glauca*, можжевельник чешуйчатый *Blue Carpet*, можжевельник виргинский *Hetz*; чубушник *Natchez*, *Starbright*, *Snowbelle*, вейгела гибридная *Candida*, барбарис Тунберга *Orange Dream*, *Read Dream*, пузыреплодник калинолистный *Little David*. В 2017 г. приобретены и прошли первичное интродукционное испытание 10 новых таксонов, среди них: микробиота перекрестнопарная *Jakobsen*, можжевельник казацкий *Tam No Blight*, можжевельник средний *Blound*, сосна веймутова *Louie*, стланник кедровый *Jeddeloh*, туя западная *Golden Smaragd*, *Spotty Smaragd*; калина трехлопастая *Spring Red Compact*, спирея японская *Snowmound*, облепиха крушиновидная *Leikora*.

6.1.1.3. Сиригарий

Помимо интродукции и сортоизучения сортов сирени, велась селекционная работа. Под руководством директора ЦБС академика Н.В. Смольского научный сотрудник В.Ф. Бибикова в 1959–1966 гг. провела серию межсортовых скрещиваний сирени. В результате было отобрано 16 перспективных гибридов, из которых получились 4 сорта с махровыми цветками (*Лунный свет*, *Защитникам Бреста*, *Павлинка*, *Жемчужина*) и 12 сортов с простыми цветками лилово-пурпурной и белой окраски.

Благодаря своим высоким декоративным качествам и устойчивости в культуре часть белорусских сортов селекции быстро получили международное признание. Это прежде всего белые сорта: *Лебедушка*, *Защитникам Бреста*, *Лунный свет*, лилово-пурпурные: *Павлинка*, *Минчанка*, розоватые: *Жемчужина*, *Вера Хоружая*, голубоватые: *К. Заслонов*, *Партизанка*. До настоящего времени мало распространены в ботанических садах *Зорька Венера*, *Белорусские Зори*, *Свитязянка*, *Успех*, *Хорошее Настроение*, *Полесская Легенда*, *Памяти А.Т Смольской*, *Нестерка*.

Коллекция сирени ЦБС НАН Беларуси самобытна не только сортами белорусской селекции, но и малораспространенными историческими сортами зарубежной селекции. Например, сорт *Siebold* (Лемуан, 1906) с оригинальной палево-кремовой окраской махрового цветка сохранился только в коллекции ЦБС. В 2016 г. сотрудники завершили восстановление коллекции лемуановских сиреней.

Благодаря наличию в коллекции сирени ЦБС редких сортов с названиями военной тематики (*Маршал Жуков*, *Маршал Василевский*, *А. Маресьев*, *Зоя Космодемьянская*, *Капитан Гастелло*, *Полина Осипенко*, *Защитникам Бреста*, *Партизанка*, *К. Заслонов*, *Вера Хоружая* и др.) стало возможным их тиражирование с помощью микрклонального размножения для использования в международном проекте «Сирень Победы – сады Мира».

Сохранились в коллекции 26 сортов выдающегося русского селекционера Л.А. Колесникова, в том числе и редко встречающиеся: *Максим Горький*, *Утро Москвы*, *Огни Москвы*, *40 лет Комсомола*, *Михаил Калинин*. Очень редко в ботанических садах можно встретить сорта Н.Н. Сташкевича – друга и соратника Л.А. Колесникова. Из пяти его сортов: *Танкист*, *Суворовец*, *Комсомольцы 20-х годов*, *Грация*, *Русская красавица*, в коллекции ЦБС НАН Беларуси сохранились три: *Танкист*, *Комсомольцы 20-х годов*, *Суворовец*. В коллекции имеется практически забытый сорт *Серебристый Ландыш* селекции Е. Потупова (г. Санкт-Петербург) [9, 10].

Уникальность коллекции, состоящей из 268 таксонов, заключается в количественном и качественном составе сортового ассортимента. Следует

отметить, что коллекция сирени включена в Международный реестр и награждена золотым дипломом.

6.1.1.4. Декоративные садовые формы древесных растений

В настоящее время коллекция включает 192 таксона 46 видов, относящихся к 16 родам 7 семейств. Основу ее составляют садовые формы голосеменных растений (табл. 6.1, рис. 6.2).

Основателем и куратором коллекции до 2012 г. являлся доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси В.И. Торчик, с 2012 г. куратор – кандидат сельскохозяйственных наук Г.А. Холопук.

Декоративные формы универсальны в своем применении и могут широко использоваться на различных объектах зеленого строительства. Колоновидные и конусовидные формы подходят для одиночных и групповых посадок на газоне, в разреженных насаждениях лиственных пород, садах регулярного стиля, создания аллей и живых изгородей. Распростертые – для создания композиций на газоне в садах, парках, рокариях, садах на крышах. Стелющиеся, плоскогоризонтальные и карликовые декоративные формы рекомендуются для озеленения склонов, посадок в рокариях, для озеленения мемориальных объектов, выращивания в кадках и садах на крышах, оформления входных групп, могут использоваться в качестве заменителей газона. Декоративные формы с окраской хвои подходят для использования в качестве акцентов и создания оттенков в групповых посадках [11–14].



Гинкго двухлопастный
Annys Dwarf



Гинкго двухлопастный
Baldi



Гинкго двухлопастный
Troll

Рисунок 6.2. – Образцы коллекции «Декоративные садовые формы декоративных растений»

Таблица 6.1. – Таксономический состав коллекции декоративных садовых форм древесных растений

Семейство	Род	Вид	Сорт
Pinaceae	Abies Mill.	<i>balsamea</i> (L.) Mill.	<i>Kiwi</i>
		<i>concolor</i> (Gordon) Lindl. ex Hildebr.	<i>Compacta</i>
		<i>koreana</i> Wils.	<i>Molli, Silberlocke</i>
		* <i>arnoldiana</i> Nitz.	<i>Kornik</i>
	Larix Mill.	<i>decidua</i> Mill.	<i>Cizovice, Fastigiata, Horstmann Recurved, Kornik, Puli</i>
		<i>kaempferi</i> (Lambert) Carr.	<i>Blue Dwarf, Cruwys Morchard, Diana, Grey Pearl, Jacobsen's Pyramid, Pendula, Stiff Weeper, Susterzeel</i>
	Picea A. Dietr.	<i>abies</i> (L.) Karst.	<i>Barryi, Cupressina, Little Gem, Pendula, Pumila Nigra, Will's Zwerg</i>
		<i>glauca</i> (Moench) Voss.	<i>Alberta Blue, Alberta Globe, Arneson's Blue Variegated, Blue Planet, Daisy's White, Echiniformis, Laurin, Piccolo, Sander's Blue</i>
		<i>mariana</i> (Mill.) B. S. P.	<i>Beissneri, Nana</i>
		<i>omorika</i> (Pančić) Purkyně	<i>Karel, Nana, Pendula, Pimoko</i>
		<i>orientalis</i> (L.) Link.	<i>Aurea</i>
		<i>pungens</i> Engelm.	<i>Bialobok, Glauca Globosa, Hoopsii, Iseli Fastigate, Kornik 2000, Montgomery</i>
	Pinus L.	<i>leucodermis</i> Ant.	<i>Compact Gem, Malinki, Schmidtii</i>
		<i>mugo</i> Turra.	<i>var. mughus, var. pumilio, Benjamin, Carsten's Wintergold, Hesse, Mops, Ophi, Winter Gold</i>
		<i>nigra</i> Arnold.	<i>Bambino, Marie Bregeon, Pyramidata</i>
		<i>pumila</i> (Pall.) Regel	<i>Jeddeloh</i>
		<i>sylvestris</i> L.	<i>Aurea, Fastigiata, Watereri</i>
		<i>uncinata</i> Ramond ex DC.	<i>Grüne Welle</i>
	<i>Pseudotsuga</i> Carr.	<i>menziesii</i> (Mirb.) Franco	<i>Glauca Pendula</i>
	<i>Tsuga</i> Carr.	<i>canadensis</i> (L.) Carr.	<i>Compacta, Minima, Nana</i>
Taxaceae	Taxus L.	<i>baccata</i> L.	<i>Amersfoort, Aurea Decora, Dovastonii Aurea, Elegantissima, Fastigiata Variegata, Overeynderi, Repandens Aurea, Robusta, Standishii</i>
		* <i>media</i> Rehder	<i>Hillii</i>

Семейство	Род	Вид	Сорт
Cupressaceae	<i>Chamaecyparis</i> Spach.	<i>nootkatensis</i> (D. Don) Spach.	<i>Aurea, Glauca, Tatra</i>
		<i>obtusa</i> Sieb. et Zucc.	<i>Lycopodioides</i>
		<i>pisifera</i> Sieb. et Zucc.	<i>Boulevard, Filifera Aurea Nana, Filifera Nana, Nana, Squarrosa Intermedia, Sungold</i>
	<i>Juniperus</i> L.	<i>chinensis</i> L.	<i>Blaauw, Blue Alps, Blue Point, Gold Coast, Jova, Keteleeri, Kuriwao Gold, Mountbatten, Obelisk, Pfitzeriana Aurea, Plumosa Albovariegata, Plumosa Aureovariegata</i>
		<i>communis</i> L.	<i>Anna Maria, Arnold, Bruns, Depressa Aurea, Gold Cone, Green Carpet, Horstmann, Minima, Sentinel</i>
		<i>conferta</i> Parl.	<i>Schlager</i>
		<i>davurica</i> Pall.	<i>Expansa Variegata</i>
		<i>horizontalis</i> Moench	<i>Agnieszka, Blue Chip, Blue Forest, Douglasii, Emerald Spreader, Glacier, Golden Carpet, Grey Pearl, Hughes, Limeglow, Monber (Ice Blue), Plumosa, Prince of Wales, Repens, Winter Blue, Yukon Belle</i>
		<i>pingii</i> W.C. Cheng	<i>Loderi</i>
		<i>procumbens</i> (Endl.) Miq.	<i>Bonin Isles</i>
		<i>sabina</i> L.	<i>Arcadia, Broadmoor, Buffalo, Rockery Gem, Tam No Blight</i>
		<i>scopulorum</i> Sarg.	<i>Blue Arrow, Pathfinder</i>
		<i>squamata</i> D. Don.	<i>Blue Carpet, Blue Star, Golden Flame, Holger</i>
		<i>virginiana</i> L.	<i>Burkii, Canaertii, Grey Owl, Tripartita</i>
		<i>×media</i> Melle	<i>Blue and Gold, Gold Star, Golden Saucer, Mint Julep, Pfitzeriana Glauca</i>
		<i>×pfitzeriana</i> (Späth) P.A. Schmidt	<i>Goldkissen</i>
	<i>Microbiota</i> Kom.	<i>decussata</i> Kom.	<i>Goldspot</i>
	<i>Thuja</i> L.	<i>occidentalis</i> L.	<i>Bodmeri, Boothii, Danica, Dumosa, Elegantissima, Europa Gold, Fastigiata, Golden Globe, Golden Smaragd, Golden Tuffet, Goldperle, Holmstrup, Hoseri, Little Champion, Miky, Mr. Bowling Ball, Pendula, Smaragd, Smaragd White, Stolwijk, Sunkist, Teddy, Tiny Tim, Woodwardii</i>
		<i>plicata</i> Donn ex D. Don	<i>Jan, Kornik, Little Boy</i>

Семейство	Род	Вид	Сорт
	<i>Thujaopsis</i> Sieb. et Zucc.	<i>dolobrata</i> Sieb. et Zucc.	<i>Nana, Variegata</i>
<i>Ginkgoaceae</i>	<i>Ginkgo</i> L.	<i>biloba</i> L.	<i>Annys Dwarf, Baldi, Beijing Gold, Troll</i>
<i>Berberidaceae</i>	<i>Berberis</i> L.	<i>thunbergi</i> DC.	<i>Admiration, Erecta, Green Carpet, Tiny Gold</i>
<i>Celastraceae</i>	<i>Paxistima</i> Raf.	<i>canbyi</i> A. Gray	
<i>Salicaceae</i>	<i>Salix</i> L.	<i>helvetica</i> Vill.	

6.1.1.5. Спонтанные соматические мутации и декоративные формы древесных растений селекции ЦБС

Коллекция насчитывает 26 декоративных форм видов хвойных растений селекции ЦБС, в том числе 19 сосны обыкновенной, 5 ели европейской, 1 пихты белой и 1 пихты корейской.

Инициатором создания коллекции и куратором является член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук В.И. Торчик.

Кроме того, коллекция включает более 120 сеянцев сосны обыкновенной с выраженным карликовым ростом и 42 вегетативных клона 9 аборигенных и интродуцированных древесных видов, в том числе 28 сосны обыкновенной, 10 ели европейской, по 1 пихты корейской, пихты сибирской, сосны Банка (рис. 6.3).



Сосна обыкновенная
Имени Челюскинцев
селекции ЦБС



Сосна обыкновенная
Толстушка селекции ЦБС



Сосна обыкновенная
Желтоватая селекции ЦБС

Рисунок 6.3. – Образцы коллекции декоративных древесных растений

Сорта селекции ЦБС представлены низкорослыми растениями, имеющими шаровидную, пирамидальную, раскидистую, овальную или колонновидную форму кроны. Они рекомендуются для посадок на каменистых горках, в альпинариях, в качестве оригинальных растений на переднем

плане, вблизи дорожек. Привитые на штамп сорта могут использоваться для оформления аллей в регулярных садах и уличных насаждениях, а также в контрастных сочетаниях с пирамидальными формами [15–16].

Экспозиционная часть коллекции является экскурсионным объектом для посетителей ЦБС, в том числе студентов профильных вузов при проведении практических занятий, а также служит для популяризации декоративного садоводства.

6.1.1.6. Коллекция рододендронов

Род Рододендрон (*Rhododendron* L.) объединяет около 1 300 видов. География распространения рододендронов обширна: от Арктики до тропического пояса. Во флоре Беларуси встречается один вид – рододендрон желтый (*R. luteum* L.).

В настоящее время в коллекции рододендронов ЦБС НАН Беларуси содержится 67 видов, 6 форм и 96 сортов, из них: вечнозеленых – 62%, полувечнозеленых – 6%, листопадных – 32%. Нынешняя коллекция рододендрона содержит представителей 5 подродов: *Rhododendron*, *Pentanthera*, *Tsutsusi*, *Hymenanthes*, *Therorhodium* из 8 подродов, принятых современной классификацией этого рода [17]. Родиной видовых рододендронов, собранных в коллекции, являются Восточный Китай, Корея, Япония (35% видов), Северная Америка (29%), Сибирь и Дальний Восток (9%), Европа (12%) и пр.

В последние годы коллекция активно пополняется сортовыми рододендронами. Организовано документирование коллекционного материала. Учет образцов ведется по международной системе EURISCO. На 15 видов по результатам ПЦР-анализа составлены генетические паспорта [18].

Основное направление в использовании рододендронов – декоративное садоводство. Поэтому особое внимание в исследовательской работе уделяется изучению их декоративности. Отличительной особенностью рододендронов является то, что у них оригинальны и высоко декоративны не только цветки, но и раскрывающиеся бутоны, что раздвигает временной интервал декоративности этих растений. При определенных погодных условиях (относительно низкая температура, обильные осадки) процесс раскрытия цветочных бутонов у рододендронов может растягиваться на 3–4 дня.

Для обеспечения внедрения перспективных видов в практику озеленения и декоративное садоводство разработаны приемы семенного размножения видовых рододендронов. Апробировано получение посадочного материала с закрытой корневой системой, выращиваемого до пикировки в пластиковых кассетах с верховым торфом в качестве почвенного суб-

страта. Сотрудниками сада разработаны технологии микрклонального размножения некоторых видов и сортов [19]. Обосновано использование рододендронов в качестве лекарственного сырья с Р-витаминной активностью [20].

Результатом селекционных работ являются первые отечественные сорта (*Янка*, *Академик Смольский*, *Аksamit*), которые с 2017 г. включены в Государственный реестр сортов растений (рис. 6.4). По мере накопления экспериментального материала проводится ранжирование видов и сортов по перспективности культивирования в условиях Беларуси [21, 22]. Согласно последним исследованиям [22] к числу высокоперспективных для Беларуси отнесены 23 вида и 29 сортов.



Рододендрон *Янка* селекции ЦБС



Рододендрон *Академик Смольский*
селекции ЦБС

Рисунок 6.4. – Образцы коллекции «Рододендроны ЦБС»

6.1.1.7. Коллекция ягодных растений рода *Vaccinium* L.

Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Исследования по культивированию брусники в Беларуси в основном сосредоточены в ЦБС НАН Беларуси. Первые опытные посадки брусники были созданы в 1978 г. парциальными кустами, перенесенными из естественных зарослей М.А. Кудиновым и Е.К. Шарковским [23].

Интродукционные исследования сортовой брусники начались в 1987 г. в лаборатории интродукции и технологии ягодных растений в Ганцевичском районе. Первоначально было интродуцировано 5 сортов из Варшавской сельскохозяйственной академии. В дальнейшем коллекция пополнилась и в настоящее время в ней насчитывается 15 сортов (рис. 6.5).

Все зарегистрированные сорта брусники отобраны из естественных популяций или из семян, выросших из семян от свободного опыления.

В таблице 6.2 приводится описание имеющихся в коллекции ЦБС сортов брусники.



А



Б

Рисунок 6.5. – Плоды брусники сортов *Sanna* (А), плоды голубики сорта *Weymouth* (Б)

Таблица 6.2. – Хозяйственно-биологическая характеристика сортов брусники

Сорт	Год регистрации	Страна оригинатор	Высота растения, см	Масса плода, г
<i>Костромичка</i>	1995	Россия	10–15	0,25
<i>Костромская розовая</i>	1995	Россия	15	0,30
<i>Рубин</i>	1997	Россия	15–20	0,27
<i>Ammerland</i>	-	ФРГ	30	0,25
<i>Erntedank</i>	1975	ФРГ	15–20	0,20
<i>Erntekrone</i>	1978	ФРГ	15–20	0,40
<i>Erntesegen</i>	1981	ФРГ	40	0,57
<i>Ida</i>	1997	Швеция	10–20	0,40
<i>Koralle</i>	1969	Нидерланды	30	0,30
<i>Linnea</i>	1997	Швеция	15–20	0,30
<i>Masovia</i>	1985	Польша	10–15	0,25
<i>Red Pearl</i>	1981	Нидерланды	20–30	0,20
<i>Sanna</i>	1980	Швеция	15–20	0,27
<i>Sussi</i>	1988	Швеция	10–20	0,30

Голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.). Первые опытные посадки голубики высокорослой в Беларуси созданы в 1980 г. на Ганцевичской научно-экспериментальной базе ЦБС НАН Беларуси. Сорта этой культуры поступили из Главного ботанического сада АН СССР. Первые исследования по оценке нескольких интродуцированных сортов голубики высокорослой проведены Т.В. Курлович [24].

На начало 2019 г. в Беларуси имелось более 1 000 га промышленных насаждений голубики высокорослой, 70% которых локализовано в Брестской области. Наиболее популярным и широко культивируемым сортом голубики высокорослой в Беларуси является *Bluecrop*.

В настоящее время насчитывается более 400 сортов голубики, большинство которых являются отдаленными гибридами, полученными при скрещивании разных североамериканских видов голубик (голубики щитковой, г. узколистной, г. южной, г. прутьевидной, г. Даррова и др.). Коллекционный фонд ЦБС насчитывает 63 сорта, 17 из которых включены в госреестр (табл. 6.3).

Таблица 6.3. – Хозяйственно-биологическая характеристика сортов голубики, районированных в Беларуси

Сорт	Год регистрации	Страна оригинатор	Высота растения, м	Срок созревания	Масса плода, г
<i>Голубика высокорослая</i>					
<i>Bluecrop</i>	1952	США	1,8–2,0	средний	2,2
<i>Bluetta</i>	1967	США	1,4–1,6	ранний	1,6
<i>Bluejay</i>	1978	США	1,4–1,6	средний	1,5
<i>Collins</i>	1959	США	1,6–1,8	ранний	1,7
<i>Earlyblue</i>	1952	США	1,8–2,0	ранний	1,6
<i>Elizabeth</i>	1966	США	1,8–2,0	поздний	2,1
<i>Denise Blue</i>		Австралия	1,5–1,7	средний	2,0
<i>Duke</i>	1987	США	1,5–1,7	ранний	2,1
<i>Elliott</i>	1973	США	1,4–1,6	поздний	1,8
<i>Hardyblue</i>		США	2,0–2,2	средний	1,4
<i>Jersey</i>	1928	США	1,8–2,2	поздний	1,4
<i>Patriot</i>	1976	США	1,4–1,6	ранний	2,2
<i>Spartan</i>	1978	США	1,4–1,6	ранний	2,3
<i>Weymouth</i> (п.с. 6.5.Б)		США	1,5–1,7	ранний	1,6
<i>Голубика полувисокорослая</i>					
<i>Northblue</i>	1973	США	1,0–1,2	ранний	1,9
<i>Northland</i>	1967	США	1,4–1,6	средний	0,7
<i>Northcountry</i>	1986	США	1,0–1,2	ранний	1,3

Клюква крупноплодная (*Oxycoccus macrocarpus* L.) – является первой культурой из семейства *Ericaceae*, вовлеченной в интродукционные исследования в ЦБС. По инициативе академика Н.В. Смольского для оценки адаптационного потенциала и возможности выращивания новой культуры в Беларуси в ЦБС был создан участок, имитирующий условия клюквенной плантации.

Многолетними эколого-биологическими исследованиями доказано преимущество введения в культуру североамериканской клюквы крупноплодной относительно местного вида – клюквы болотной. Последняя хорошо приспособлена к местным условиям, однако фенотип данного вида не обладает качественными и количественными параметрами, необходимыми для культурного растения, такими как высокая урожайность, крупноплодность, возможность механизированной уборки, пригодность к переработке.

Первая в Беларуси опытно-производственная плантация клюквы крупноплодной построена в 1980 г. в Ганцевичском районе Брестской области. В 1984 г. на основе Ганцевичской научно-экспериментальной базы создана лаборатория ЦБС (лаборатория интродукции плодово-ягодных растений), которую возглавил к.с.-х.н. Н.Н. Рубан.

На начало 2019 г. в коллекционном фонде ГНУ «ЦБС НАН Беларуси» имеется 43 сорта клюквы крупноплодной. В таблице 6.4 приведена хозяйственно-биологическая характеристика сортов клюквы включенных в госреестр [25].

Таблица 6.4. – Хозяйственно-биологическая характеристика сортов клюквы крупноплодной, районированных в Беларуси

Сорт	Год регистрации	Срок созревания	Урожайность, т/га	Масса плода, г
<i>Ben Lear</i>	неизвестен	ранний	10–15	1,6
<i>Franklin</i>	1961	средний	10	1,2
<i>Howes</i>	1843	поздний	8–10	1,2
<i>McFarlin</i>	1874	поздний	10	1,7
<i>Pilgrim</i>	1961	поздний	10–12	1,9
<i>Stevens</i>	1940	поздний	15–20	1,5

6.1.2. Коллекционный фонд декоративных орнаментальных растений

Коллекционный фонд декоративных растений лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений включает 6 111 видов, форм и сортов из 380 родов, относящихся к 87 семействам. В коллекциях представлены все 20 садовых декоративных культур, которые можно выращивать в климатических условиях Беларуси (таблицы 6.5 и 6.6).

В генофонде коллекций сохраняется 72 редких и исчезающих вида евроазиатской флоры (Беларусь, Украина, Россия, Грузия, Польша), в том числе:

– виды 1 категории: *Juno magnifica* (Vved.) Vved., *Primula juliae* Kusn., *Paeonia peregrina* Mill.;

– виды 2 категории: *Juno bucharica* (Foster) Vved, *Juno orchioides* (Carr.) Vved., *Iris prilipkoana* Kem.-Nath., *Paeonia wittmanniana* Hartwiss ex Lindl.,

Таблица 6.5. – Количественный состав коллекций лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений (на 01.11.2018)

Наименование культуры	Количество видов, сортов
Георгины	212
Гиацинты	104
Гладиолусы	719
Декоративные растения флоры Беларуси	60
Ирисы	363
Клематисы	171
Лилейники	139
Лилии	414
Мелколуковичные растения	208
Многолетники	594
Нарциссы	422
Однолетники	733
Пионы	342
Почвопокровные многолетники	184
Рододендроны	270
Розы	239
Тюльпаны	566
Флоксы	83
Хризантема индийская	103
Хризантема корейская	185
Всего	6 111

Paeonia mlokosewitschii Lomak., *Allium christophii* Trautv., *Puschkinia hyacinthoides* Baker, *Erythronium dens-canis* L.;

– виды 3 категории: *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem, *Helleborus caucasicus* A. Br., *Helleborus purpurascens* Waldst. et Kit., *Colchicum autumnale* L., *Paeonia tenuifolia* L., *Paeonia anomala* L., *Paeonia lactiflora* Pall., *Paeonia steveniana* Kem.-Nath., *Galanthus nivalis* L., *Galanthus plicatus* Bieb., *Crocus reticulatus* Stev. ex Adam, *Crocus susianus* Ker.-Gawl., *Iridodictyum reticulatum* (Bieb.) Rodion., *Leucojum vernalis* L.;

– виды 4 категории: *Primula elatior* (L.) Hill., *Arisaema japonicum* Blume, *Colchicum speciosum* Stev., *Lilium dahuricum* Ker.-Gawl., *Lilium martagon* L., *Crocus speciosus* Bieb и др.

Немалую ценность представляют также виды, редкие в культуре (в т.ч. в коллекциях ботанических садов): *Cyclamen hederifolium* Ait., *Dodecatheon meadia* L., *Armeria juniperifolia* (Vahl) Willd. ex Hoffmanns., *Trillium camschatcense* Rafin., *Astilboides tabularis* (Hemsl.) Engl., *Lilium monadelphum* M. Bieb. и др.

Таблица 6.6. – Список семейств, растения которых представлены в коллекциях декоративных травянистых растений

№ п/п	Семейство	№ п/п	Семейство
1.	<i>Acanthaceae</i> Juss.	40.	<i>Fabaceae</i> Lindl.
2.	<i>Aizoaceae</i> Rudolphi	41.	<i>Fumariaceae</i> Marquis
3.	<i>Alliaceae</i> Borkh.	42.	<i>Geraniaceae</i> Juss.
4.	<i>Amaranthaceae</i> Juss.	43.	<i>Globulariaceae</i> DC.
5.	<i>Amaryllidaceae</i> J. St.-Hil.	44.	<i>Hemerocallidaceae</i> R. Br.
6.	<i>Apiaceae</i> Lindl.	45.	<i>Hostaceae</i> B. Mathew
7.	<i>Arocynaceae</i> Juss.	46.	<i>Hyacinthaceae</i> Batsch ex Borkh.
8.	<i>Araceae</i> Juss.	47.	<i>Hydrangeaceae</i> Dumort.
9.	<i>Araliaceae</i> Juss.	48.	<i>Hydrophyllaceae</i> R. Br.
10.	<i>Asclepiadaceae</i> Borkh.	49.	<i>Hypericaceae</i> Juss.
11.	<i>Asparagaceae</i> Juss.	50.	<i>Iridaceae</i> Juss.
12.	<i>Asphodelaceae</i> Juss.	51.	<i>Juncaceae</i> Juss.
13.	<i>Aspleniaceae</i> Newman	52.	<i>Lamiaceae</i> Lindl.
14.	<i>Asteraceae</i> Dum.	53.	<i>Liliaceae</i> Juss.
15.	<i>Athyriaceae</i> Alston	54.	<i>Limnanthaceae</i> R. Br.
16.	<i>Balsaminaceae</i> A. Rich.	55.	<i>Limoniaceae</i> Ser.
17.	<i>Basellaceae</i> Moq.	56.	<i>Linaceae</i> DC. ex S.F. Gray
18.	<i>Begoniaceae</i> C. Agardh.	57.	<i>Loasaceae</i> Dum.
19.	<i>Berberidaceae</i> Juss.	58.	<i>Lobeliaceae</i> R. Br.
20.	<i>Bignoniaceae</i> Juss.	59.	<i>Lythraceae</i> Jaume
21.	<i>Blechnaceae</i> Newman	60.	<i>Malvaceae</i> Juss.
22.	<i>Boraginaceae</i> Juss.	61.	<i>Melanthiaceae</i> Batsch ex Borkh.
23.	<i>Brassicaceae</i> Burnett	62.	<i>Martynaceae</i> Stapt.
24.	<i>Campanulaceae</i> Juss.	63.	<i>Nyctaginaceae</i> Juss.
25.	<i>Cannaceae</i> Juss.	64.	<i>Onagraceae</i> Juss.
26.	<i>Caryophyllaceae</i> Juss.	65.	<i>Onocleaceae</i> Pic. Serm.
27.	<i>Chenopodiaceae</i> Vent.	66.	<i>Orchidaceae</i> Juss.
28.	<i>Cistaceae</i> Juss.	67.	<i>Oxalidaceae</i> R. Br.
29.	<i>Cleomaceae</i> Horan.	68.	<i>Papaveraceae</i> Juss.
30.	<i>Colchicaceae</i> DC.	69.	<i>Plantaginaceae</i> Juss.
31.	<i>Tradescantiaceae</i> Salisb.	70.	<i>Poaceae</i> Barnhart.
32.	<i>Convolvulaceae</i> Juss.	71.	<i>Polemoniaceae</i> Juss.
33.	<i>Crassulaceae</i> J. St.-Hil.	72.	<i>Polygonaceae</i> Juss.
34.	<i>Cucurbitaceae</i> Juss.	73.	<i>Polypodiaceae</i> J. Presl & C. Presl.
35.	<i>Cyperaceae</i> Juss.	74.	<i>Portulacaceae</i> Juss.
36.	<i>Dipsacaceae</i> Juss.	75.	<i>Primulaceae</i> Vent.
37.	<i>Dryopteridaceae</i> Mett. ex Frank	76.	<i>Pteridaceae</i> E.D.M. Kirchn.
38.	<i>Ericaceae</i> Juss.	77.	<i>Ranunculaceae</i> Juss.
39.	<i>Euphorbiaceae</i> Juss.	78.	<i>Resedaceae</i> S.F. Gray

№ п/п	Семейство	№ п/п	Семейство
79.	<i>Rosaceae</i> Juss.	84.	<i>Tropaeolaceae</i> DC.
80.	<i>Sapindaceae</i> Juss.	85.	<i>Valerianaceae</i> Batsch.
81.	<i>Saxifragaceae</i> Juss.	86.	<i>Verbenaceae</i> Jaume
82.	<i>Scrophulariaceae</i> Juss.	87.	<i>Violaceae</i> Batsch
83.	<i>Solanaceae</i> Juss.		

Наибольшим количеством таксонов представлены покрытосеменные, среди которых самые многочисленны семейства *Asteraceae* (51 род, 89 видов, 491 сорт), *Ranunculaceae* (11 родов, 24 вида), *Lamiaceae* (16 родов, 19 видов), *Primulaceae* (3 рода, 19 видов), *Rosaceae* (8 родов, 19 видов). По численности сортов лидируют семейства *Liliaceae* (5 родов и 823 сорта) и *Amaryllidaceae* (соответственно 4 и 375).

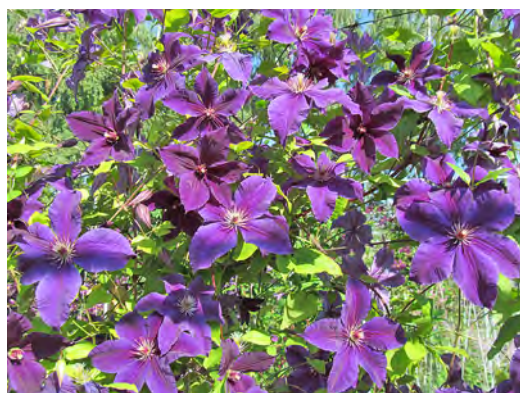
Следует подчеркнуть, что по своей численности коллекции нарциссов, малораспространенных многолетников, пионов, гладиолусов, однолетников, тюльпанов – одни из самых крупных среди коллекций ботанических садов Европы.

Ценность коллекционного фонда декоративных травянистых растений заключается не только в количестве таксонов, но и в их большом биоразнообразии. В коллекции собраны растения разных фенологических групп как по срокам вегетации (гемиэфемероиды, летнезеленые, зимнезеленые, весенне-осеннезеленые, вечнозеленые), так и по срокам цветения (весеннецветущие, весенне-летние, летнецветущие, летне-осенние и осеннецветущие), а также растения разных жизненных форм (стержнекорневые, корневищные, кистекарневые, столонообразующие, ползучие, луковичные, клубнелуковичные, лианы, полукустарнички, кустарники, однолетники) и экологических свойств.

Растения коллекций представляют все флористические зоны мира, а также достижения мировой селекции различных исторических периодов. Флора Северной Америки, например, представлена оригинальными додекатеонами (*Dodecatheon* L.), эхинацеями (*Echinacea* Moench), астрами (*Aster* L.), лиатрисами (*Liatris* Schreb.), флоксами (*Phlox* L.), космеей (*Cosmos* Cav.), бархатцами (*Tagetes* L.), цинниями (*Zinnia* L.), агератумом (*Ageratum* L.) и др. Южной Америки – бегонией (*Begonia* L.), портулаком (*Portulaca* L.), вербеной (*Verbena* L.), клеомой (*Cleome* L.) и многими другими. Из Восточной Азии: пионы (*Paeonia* L.), хризантемы (*Chrysanthemum* L.), хосты (*Hosta* Tratt.), астильбы (*Astilbe* Buch.-Ham.), лилейники (*Hemerocallis* L.), примулы (*Primula* L.), роджерсии (*Rodgersia* A. Gray), астра китайская (*Callistephus chinensis* Nees), кохия (*Kochia* Roth), бальзамин (*Impatiens* L.) и др. Эффектны

растения африканской флоры: многолетние книфофии (*Kniphofia* Moench), гальтонии (*Galtonia* Decne.), крокосмии (*Crococsmia* Planch.), однолетние лобелии (*Lobelia* L.), настурции (*Tropaeolum* L.), диморфотеки (*Dimorphotheca* Moench) и др. Не менее представительна флоры Европы, в том числе и горных районов. Это астра альпийская (*Aster alpinus* L.), примула ушковая (*Primula auricula* Hill), волжанка двудомная (*Aruncus dioicus* (Walter) Fernald), таволга обыкновенная (*Filipendula vulgaris* Moench), галантусы (*Galanthus* L.), календула (*Calendula* L.), львиный зев (*Antirrhinum* L.), душистый горошек (*Lathyrus odoratus* L.) и др.

Следует подчеркнуть, что в коллекциях собраны и сохраняются уникальные исторические сорта, которые стали в наше время большой редкостью, т.к. коммерческие структуры их не выращивали ранее, а многие ботанические сады заменили новинками. В отличие от ряда современных сортов они десятилетиями и столетиями сохраняют сортовые признаки. Перечислим некоторые наиболее значимые исторические сорта коллекции: пионы *Festiva Maxima* (1851), *Sarah Bernhardt* (1906), *Восток* (1957), *Новость Алтая* (1960), ирисы *Madame Chereau* (1844), *Mary* (1890), тюльпаны *Diana* (1909), *Duc van Toe Yellow maxima* (1864), астильбы *Professor van der Wielen* (1917), *Koenig Albert* (1916), *Gloria Purpurea* (1921), клематис гибридный *Первенец* (рис. 6.6).



Клематис гибридный *Первенец* (1962)



Ирис гибридный *Gracchus* (1884)

Рисунок 6.6. – Образцы коллекций декоративных травянистых растений

Генофонд монокультур максимально отражает достижения селекции за счет интродукции сортов из всех существующих садовых классов той или иной цветочной культуры.

Большим разнообразием форм и окрасок цветков отличаются коллекции тюльпанов и гиацинтов (рис. 6.7).



Рисунок 6.7. – Структура коллекции тюльпанов

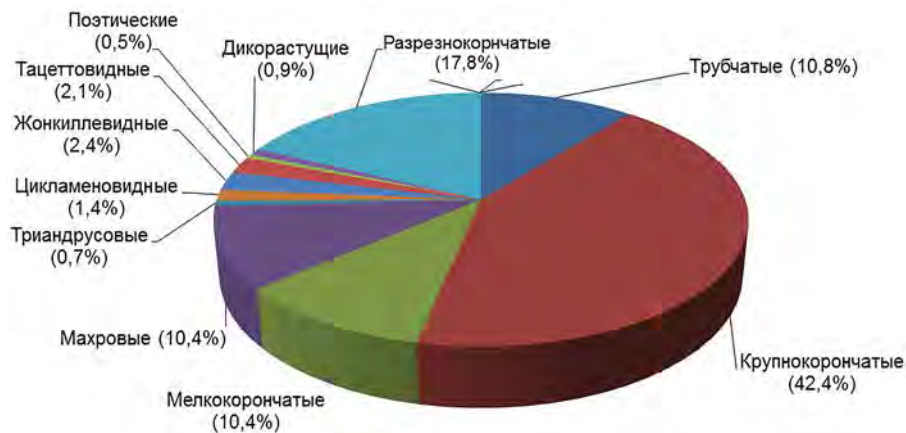


Рисунок 6.8. – Структура коллекции нарциссов

Коллекция нарциссов – одна из самых крупных, включает сорта всех садовых групп разных лет селекции. Среди них крупнокорончатые, трубчатые, махровые сорта. Они отличаются окраской, размерами (рис. 6.8).

Лилии (*Lilium* L.) – луковичные растения открытого грунта универсальные по возможности использования. Структура коллекции отражена на рисунке 6.9. В коллекции преобладают среднерослые сорта (от 60 до 120 см) Азиатских и ЛА-гибридов (*Adelina*, *Amulet*, *Navona*, *Sun Jose*, *Rising Sun* и др.). К высокорослым (выше 120 см) относятся Трубчатые, Американские, Мартагон гибриды, некоторые ЛА-гибриды (*Red Alert*, *Top Gun*, *Fangio*), видовые лилии (*L. martagon* L., *L. × marchan* Hoog., *L. henryi* Baker) и ОТ-гибриды (*Conca d'Or*, *Shocking*, *Dallas*, *Orania*). В коллекции ирисов (*Iris* L.) собраны растения



Рисунок 6.9. – Структура коллекции лилий

4-х подродов: *Limniris* (безбородые ирисы), *Xyridion* (степные и полупустынные виды), *Crossiris* (гребенчатые теплолюбивые ирисы) и *Iris* (бородачатые ирисы). Сорта бородачатых ирисов составляют основу коллекции. В последние годы были интродуцированы оригинальные сорта российской селекции ириса карликового, перспективные для популярного в городах контейнерного озеленения.

Коллекция мелколуковичных растений насчитывает 208 таксонов, относящихся к 24 родам из 7 семейств. 48 видов коллекции – редкие и охраняемые растения, занесенные в региональные «Красные книги» России, Украины, Молдовы, Казахстана, Киргизии, Узбекистана. Из них 11 – эндемы. В основном это раноцветущие растения родов *Erythronium* L., *Fritillaria* L., *Galanthus* L., *Iridodictyum* Rodion., *Leucojum* L., *Juno* Tratt. и др.

Клематисы и княжики (*Clematis* L. и *Atragene* (L.) DC.) – растения-лианы. Они представлены 168 таксонами (28 видов, 5 садовых форм и разновидностей и 135 сортов). Основу коллекции составляют сорта наиболее устойчивой в условиях Беларуси группы Жакмана (*Jackmanii*), такие как *Восток*, *Виктория*, *Негритянка*, *Первенец*, *Фантазия*, *Ялтинский Этюд*, сохраняющиеся в коллекции уже более 30 лет. В последние годы интродуцированы сорта из групп Патенс (*Patens*) и Флорида (*Florida*), с махровыми, полумахровыми и двуцветно окрашенными цветками (*Akaishi*, *Asao*, *Belle of Woking*, *Isago*, *Kiri te Kanawa*, *Fujimusume*, *Hania*, *Mazury*, *Piilu*, *Violet Elizabeth* и др.).

Коллекция малораспространенных многолетников включает красивоцветущие (около 500 таксонов) и декоративно-лиственные растения (200 таксонов). Из декоративно-лиственных многолетников наиболее мно-

гочисленны хосты (*Hosta* Tratt.; около 70 таксонов), гейхеры (*Heuchera* L.; 12) и папоротники (20). Коллекция астильб включает около 70 видов и сортов. Среди них обильно цветущие классические сорта, созданные в начале 1900 г., и сорта новых селекционных линий, выведенные в 2000 г. В 2013 г. интродуцированы оригинальные сорта модной эхинацеи с красными и оранжевыми соцветиями.

Декоративные травы – самые популярные в современном садовом дизайне растения – представлены в коллекционном фонде 56 таксонами (*Hakonechloa macra* (Munro) Honda *All Gold*, *Pennisetum alopecuroides* Ham. *Hameln*, *Acorus gramineus* Aiton *Ogon*, сорта мискантуса китайского и др.).

Большим разнообразием характеризуется коллекция однолетних растений – основного элемента цветочного оформления городов республики. Наиболее многочисленны в коллекции роды тагетес (*Tagetes* L.), цинния (*Zinnia* L.) (рис. 6.10), петуния (*Petunia* L.), календула (*Calendula* L.), львиный зев (*Antirrhinum* L.), сорта калистефуса китайского, группа сухоцветов и др.

Коллекция пионов привлекает пышным цветением. Особую ценность представляют старинные сорта (рис. 6.11), а также оригинальные видовые и древовидные пионы – новинка для Беларуси. Множеством расцветок характеризуются сорта флокса метельчатого. В коллекции этих растений сохраняются уникальные сорта советской селекции

Большим разнообразием сортов отличаются коллекции гладиолусов, хризантемы корейской, роз, рододендронов.



Рисунок 6.10. – Сорта циннии узколистной



Рисунок 6.11. – Пион гибридный *Festiva Maxima* (1851)

На базе коллекций орнаментальных растений проводится селекционная работа по выведению отечественных сортов. Получены авторские свидетельства на сорта георгин (*Андромеда*, *Литвинка*, *Родны Кут*, *Стефания*, *Ефросинья Полоцкая* и др.), лилий, примул (*Раніца*, *Таямніца*), ирисов, лилейника, эхинацеи.

Данные о коллекционном фонде доступны в сети интернет на страницах информационно-поисковой системы HBC-Info (<http://hbc.bas-net.by>).

6.1.3. Коллекции хозяйственно полезных травянистых растений

Введение в культуру полезных травянистых растений впервые началось в апреле 1932 г., когда было принято решение Совета народных комиссаров БССР об организации при Белорусской академии наук ЦБС в Минске, который в последствии вырос в крупное научное учреждение, разрабатывающее сложные проблемы сохранения и преумножения природных богатств, привлечения новых растительных ресурсов для покрытия нужд народного хозяйства (интродукция растений). Уже в первые годы в ЦБС выращивались лекарственные растения: лаванда, буквица лекарственная, шалфей эфиопский и др. В период немецко-фашистской оккупации почти все коллекции полностью уничтожены. После освобождения Минска вместе со строительством города началось восстановление Ботанического сада.

С 1946-го по 1968 г. всю работу по изучению полезных травянистых растений в культуре возглавляла старейший научный сотрудник Ботанического сада Евгения Владимировна Иванова. В 1956 г. к работе приступила Галина Васильевна Пашина, а в 1960 г. – Лидия Васильевна Кухарева. Коллекции пряно-ароматических и лекарственных растений выделались из общей первичной интродукции полезных растений в 1980 г. под руководством Михаила Александровича Кудинова.

Рассматривая итоги исследований по интродукции растений, необходимо подчеркнуть, что создание и поддержание коллекций – это лишь предпосылка для перехода к следующему более ответственному этапу интродукционной работы: создание и отбор наиболее ценных форм и сортов растений, внедрение их в практику отдельных отраслей народного хозяйства республики.

6.1.3.1. Лекарственные растения

Коллекционный генофонд лекарственных растений насчитывает 549 видообразцов 399 видов, относящихся к 186 родам из 53 семейств. В составе коллекционного генофонда лекарственных растений некоторые виды являются фармакопейными и включены в Государственную фармакопею Республики Беларусь: арника горная (*Arnica montana* L.), бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch.), марена красильная (*Rubia tinctorum* L.), Melissa лекарственная (*Melissa officinalis* L.), алтей лекарственный (*Althaea officinalis* L.), мята перечная (*Mentha piperita*), расторопша пятнистая (*Silybum*

marianum (L.) Gaertn.), фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) и другие. Многие виды, не включенные в фармакопею, обладают различными терапевтическими свойствами и широко используются в народной медицине и гомеопатии, а также являются резервом для включения в разработку биологически активных добавок (БАВ), лекарственных сборов, лекарственных средств направленного фармакологического действия.

Формирование коллекции шло и идет в настоящее время за счет видов, интродуцированных из различных флористических областей и географических регионов. Из стран Средиземноморья привлечено около 30% лекарственных растений: иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.), полынь лечебная (*Artemisia abrotanum* L.), амми зубная (*Ammi visnaga* (L.) Lam.), фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.), полынь приморская (*Artemisia maritima* L.), мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.), хатьма тюрингская (*Lavatera thuringiaca* L.) Около 25% от общего количества интродуцентов привлечено из Европейско-Сибирского региона: полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jacq.), пижма северная (*Tanacetum boreale* Fisch. ex DC.), род змееголовник (*Dracosephalum* L.) и другие. Около 15% видов лекарственных растений интродуцировано из Передней Азии: тысячелистник таволговый (*Achillea filipendulina* Lam.), пиретрум бальзамический (*Balsamita major* (L.) Willd.) и другие. Из флоры Кавказа интродуцированы виды рода: котовник (*Nepeta* L.), тысячелистник (*Achillea* L.), пиретрум (*Pyrethrum* Zinn.), катран (*Crambe* L.) и другие.

В условиях интродукции изучен биоэкологический потенциал лекарственных растений, установлены требования к условиям выращивания. Исследованы их ботанико-систематические и эколого-биологические особенности, проявленные в культуре. Обоснована перспективность их использования в народно-хозяйственном комплексе Беларуси. Изучены репродуктивные способности и основные закономерности адаптации ценных интродуцированных видов лекарственных растений в новых почвенно-климатических условиях, разработаны приемы семенного и вегетативного способов размножения.

Важнейшими результатами проведенных исследований является создание новых сортов лекарственных растений: кадило сарматское сорт *Нежность*, многоколосник морщинистый сорт *Корал*, мелисса лекарственная сорт *Заря*, полынь эстрагон сорт *Виктория*, душица обыкновенная сорт *Грета*, иссоп лекарственный сорт *Лазурит*, пижма бальзамическая сорт *Аэлита* и другие (рис. 6.12). Всего в лаборатории создано более 25 сортов лекарственных растений.

Созданные сорта отличаются многолетностью в эксплуатации, технологичностью в возделывании, высокими показателями продуктивности и, соответственно, находят спрос и практическое использование в производстве.



Кадило сарматское сорт *Нежность*
(*Melittis sarmatica* Klok.)



Многоколосник морщинистый
сорт *Копал* (*Agastache rugosa*
(Fisch. et Mey.) O. Kuntze.)

Рисунок 6.12. – Образцы коллекции «Лекарственные растения» селекции ЦБС

Из большого разнообразия интродуцированных ЦБС лекарственных растений несомненный интерес представляет род солодка (*Glycyrrhiza* L.), в частности солодка уральская (*G. uralensis* Fisch.). Солодковый корень и экстракт из него используются в 20 отраслях промышленности. Прежде всего – это источник ряда важных лечебных препаратов. В медицинской практике солодковый корень применяется с глубокой древности и еще за 2 800 лет до нашей эры был включен в китайские травники.

Горицвет (*Adonis* L.) представляет ценность как источник карденолидных средств, содержащий 25 индивидуальных гликозидов сердечного действия. Наибольшее количество их сосредоточено в листьях и зеленых плодах.

На базе сырья культивируемых лекарственных растений проводятся углубленные исследования биологических и биохимических особенностей наиболее ценных из них. Ведется разработка научных основ их воспроизводства, создание семенных и маточных участков, заготовка и поставка образцов сырья для биохимических исследований, а также медикам, биологам и биотехнологам для разработки лекарственных средств. Изучены биологически-активные вещества ряда лекарственных растений и даны рекомендации по созданию на их основе лекарственных средств направленного действия.

Совместно с отраслевыми научно-исследовательскими учреждениями Белбиофарма и медицинского профиля на основе местного лекарственного сырья разработаны новые составы биологически активных добавок (БАД) для профилактики заболеваний щитовидной железы. В качестве перспективных растений для производства БАД были взяты: лапчатка белая (*Potentilla alba* L.), эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), многоколосник морщинистый (*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Kuntze), бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) и другие.

6.1.3.2. Пряно-ароматические растения

Пряно-ароматические растения, включенные в состав коллекции, обладают различными хозяйственно ценными свойствами. Многие из них применяются в пищевой, фармацевтической промышленности, используются в медицинской практике для лечения заболеваний, являются ценными эфирноносителями, хорошими медоносными и декоративными растениями. В коллекции имеются пряно-ароматические растения, которые обладают лечебными свойствами, из них 29 видов включены в Государственную фармакопею Республики Беларусь: мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.), мята перечная (*Mentha piperita* L.), аир обыкновенный (*Acorus calamus* L.), фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) и др.

Коллекционный фонд пряно-ароматических растений представлен 134 видами, 25 сортами, относящимися к 75 родам из 22 семейств (187 образцов). Наиболее широко в фонде в родовом отношении представлены семейства: *Lamiaceae* (20), *Asteraceae* (14), *Apiaceae* (12); меньше – *Rosaceae* и *Brassicaceae* (по 5), *Fabaceae* (3), остальные 15 семейств насчитывают по 1 роду. Самые многочисленны по количеству видов и сортов в коллекции являются семейства: *Lamiaceae* (73), *Asteraceae* (24), *Apiaceae* (18). Наиболее разнообразны родовые комплексы *Thymus* L. (8 видов), *Salvia* L. (6 видов), *Artemisia* L. (5 видов), *Nepeta* L. (5 видов) и др. (рис. 6.13).

Анализ источников поступления в коллекцию растений показал, что 55% составляют образцы, полученные по международному ботаническому обмену и несколько меньше – 45%, составляют образцы, приобретенные во время экспедиций, командировок и из других источников.

Привлечение интродуцентов осуществляли в основном по международному ботаническому обмену из зарубежных ботанических учреждений. В течение последних лет в коллекцию таким путем привлечены новые образцы *Satureja hortensis* L., *Trigonella foenum-graecum* L., *Carum carvi* L. *Rekord* и др. Пряно-ароматические растения, включенные в состав коллекции, поступили из ботанических учреждений 17 стран мира. Наибольшее количество образцов растений, введенных в состав коллекции, получены из ботанических садов Германии (38), Польши (18), Чехии (15).



Origanum vulgare L.



Thymus×citriodorus (Pers.) Schreb.

Рисунок 6.13. – Образцы коллекции «Пряно-ароматические растения»

Многие ценные виды и сорта пряно-ароматических растений поступили в коллекцию в результате зарубежных экспедиций, командировок. Во время экспедиции в страны Балтии из ботанических садов получены растения и семенной материал, в частности из Академии наук Латвии (г. Саласпилс) – *Mentha suaveolens* Ehrh. и др., Университета Витаутаса Великого (г. Каунас) – *Coluria geoides* Ledeb., *Mentha×piperita* cv. Чернолистная и др., Латвийского университета (г. Рига) – *Hyssopus angustifolius* M. Vieb. и др. растительный материал различной систематической принадлежности.

Для формирования коллекционного материала особое значение придавали сбору материала из мест их естественного произрастания, поэтому осуществляли экспедиционные поездки, откуда привезены *Thymus pulegioides* L., *Thymus serpyllum* L. и другие растения.

Коллекция широко используется в научном, учебном и культурно-просветительном процессах. На основе созданного коллекционного фонда проводятся интродукционные исследования, нацеленные на решение вопросов обогащения культурной флоры Беларуси новыми пряно-ароматическими растениями, представляющими интерес для различных отраслей народного хозяйства республики. Для пополнения коллекционного фонда осуществляется работа, направленная на расширение видового и сортового разнообразия пряно-ароматических растений, создание родовых комплексов, сбор наибольшего количества образцов каждого вида из различных географических регионов и экологических условий.

На базе коллекционного фонда проводятся занятия со студентами Белорусского государственного университета, Белорусского государственного медицинского колледжа, Белорусского государственного аграрного технического университета. На базе коллекции «Пряно-ароматические растения» проводятся культурно-просветительские экскурсии для учащихся

ся школ, граждан, лекции, а также проведена запись передачи о растениях для телеканала «Беларусь 1».

6.1.3.3. Медоносные и красильные растения

Коллекция «Медоносные и красильные растения» насчитывает 82 вида-образца, представленных 63 видами, относящимися к 50 родам из 23 семейств. Наиболее многочисленными по количеству видов являются семейства *Asteraceae* (22%) и *Lamiaceae* (13%). По 1% у семейств *Cucurbitaceae*, *Menispermaceae*, *Polygonaceae*, *Asparagaceae*, *Apiaceae*, *Geraniaceae*, *Saxifragaceae*, *Brassicaceae*, *Phytolaccaceae* и *Boraginaceae*.

Проводится поиск и вовлечение в интродукционный процесс новых перспективных медоносных и красильных растений, представляющих интерес для отдельных отраслей пищевой промышленности и для парфюмерно-косметического производства. Пополнение видообразцов ведется за счет обмена между ботаническими садами, экспедиций и командировок. За период 2016–2017 гг. коллекция «Медоносные и красильные растения» пополнена 18 новыми видами из 8 семейств (змееголовник молдавский, шалфей мутовчатый и тимьян Маршалла, лук поникающий, воробейник краснокорневой и др.).

Медоносные растения (ресурс для развития пчеловодства) являются обширной группой хозяйственно ценных растений. В коллекции преобладают виды летнего периода цветения (*Lavandula vera* DC., *Thymus serpyllum* L., *Isatis tinctoria* L., *Dracocephalum moldavica* L., *Salvia verticillata* L., *Lavatera thuringiaca* L., *Allium nutans* L. и др.). Из ранневесенних – *Adonis vernalis* L. (горичцвет весенний).

По месту обитания:

– медоносы полей: (*Lavandula vera* DC., *Stachys officinalis* (L.) Trevis., *Alcea rosea* L. var. *nigra*, *Satureja montana* L. и др.);

– медоносные растения, высеваемые специально для пчел (видообразцы *Dracocephalum moldavica* L., *Asclepias syriaca* L.);

– луговые медоносы (*Salvia verticillata* L., *Sedum spurium* M. Bieb., *Thymus serpyllum* L. и др.);

– медоносное разнотравье (*Lavatera thuringiaca* L.).

Красильные растения используются для окраски пищевых продуктов, косметических средств, в производстве ковров и тканей. В последние десятилетия наблюдается повышенный спрос на натуральные красители. В качестве источника для получения красителя в пищевых целях применяют: *Calendula officinalis* L., *Phytolacca americana* L., *Alcea rosea* L. var. *nigra* и др., при окраске тканей: *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch, *Alchemilla vulgaris* L., *Lithospermum erythrorhizon* Siebold & Zucc., *Isatis tinctoria* L., *Iris pseudacorus* L. и др.

Многие виды коллекции являются лекарственными растениями, применяемыми в официальной и народной медицине (лаванда настоящая, горюхецвет весенний, тимьян ползучий, буквица лекарственная, ваточник сирийский и др.). Также в составе коллекции имеются пряные (чабер горный, змееголовник молдавский, пиретрум бальзамический, полынь эстрагоновая и др.), декоративные (практически более 95% видов) и дубильные (бадан толстолистный) растения.

На базе коллекционного материала проводятся учебные практики студентов Белорусского государственного медицинского колледжа по фармакогнозии с элементами ботаники, Белорусского государственного аграрно-технического университета по основам агрономии.

Коллекция «Медоносные и красильные растения» является источником получения семенного и посадочного материала для осуществления обмена между ботаническими учреждениями и расширения современного ассортимента растений для озеленения населенных мест. В дальнейшем интродукционные исследования по изучению адаптационных возможностей растений данной коллекции будут продолжены (рис. 6.14).



Расторопша пятнистая
Silybum marianum (L.) Gaertn.



Хатьма тюрингенская
Lavatera thuringiaca L.

Рисунок 6.14. – Образцы коллекции «Медоносные и красильные растения»

6.1.3.4. Кормовые растения

Интродукция кормовых растений в ЦБС началась в 1955 г. Первые коллекционные участки гречихи Вейриха и марального корня были заложены Е.В. Ивановой. Изучение собранных видов растений начали в 1960 г.

Руководителем научной программы являлся А.К. Чурилов. Оценку хозяйственно-полезных свойств отдельных кормовых растений проводили М.С. Борейша (галега, борщевик, маралий корень), Л.Ф. Грищик (катран), Л.Г. Бирюкова (горцы), М.И. Ярошевич (амарант, топинамбур), А.Е. Касач (люцерна), Н.Н. Вечер (галега). В разные годы коллекцию курировали Е.В. Иванова (1955–1967), М.А. Кудинов (1968–1980), Л.В. Кухарева (1981–1986). С 1987 г. куратором коллекции является С.Е. Лобан.

С 1980-х годов Центральный ботанический сад АН БССР начал работу по интродукции двух видов галеги восточной и лекарственной (*Galega orientalis* Lam. и *G. officinális* Lam.). На основании обобщенных результатов исследований ЦБС, Белорусского центрального научно-исследовательского института механизации и электрификации с.-х. нечерноземной зоны СССР в 1985 г. были разработаны рекомендации «Галега восточная – высокопродуктивная кормовая культура». В 1988 г. на основании рекомендаций и полученных данных разработана «Технология возделывания галеги восточной», обеспечивающая получение 100–120 ц/га кормовых единиц и 2,5–3,0 ц/га семян. Технологию подготовили: кандидат с.-х. наук, заведующий лабораторией М.И. Ярошевич, начальник подотдела полевого кормопроизводства Д.Ф. Морозов, заместитель председателя по кормопроизводству колхоза-комбината «Память Ильича» Слуцкого района А.Л. Лопачук.

Для создания коллекционного питомника растений рода Амарант использовали семенной материал, полученный из коллекции Всесоюзного института растениеводства имени Н.И. Вавилова, а также из других отечественных и зарубежных ботанических учреждений. Всего коллекция на начальном этапе (1989) включала 65 видов и образцов. По происхождению семян образцы представлены из всех континентов: Южной и Северной Америки, Африки, Европы, Азии, Австралии. После изучения и отбора лучшей коллекция сократилась, к 2018 г. насчитывала 60 образцов. Из коллекции были исключены образцы, отличавшиеся низкой продуктивностью зеленой массы и семян, не успевавшие завершить полный цикл развития за вегетационный период и другие неперспективные в селекционном значении.

По результатам исследований в 1989 г. разработана агротехника возделывания «Амарант – новая высокобелковая кормовая культура». В Беларуси в 2001 г. в Государственный реестр сортов внесен и рекомендован для возделывания в Гомельской области сорт амаранта силосного назначения Рубин селекции ЦБС НАН Беларуси. В группу цветочно-декоративных культур включены следующие сорта: *Жемчужинка*, *Прелюдия*, *Чародей*, *Малиновый Звон*, *Янтарь*. В настоящее время продолжают работы по селекции и семеноводству амаранта (рис. 6.15).



Жемчужинка



Прелюдия



Чародей

Рисунок 6.15. – Сорты амаранта селекции ЦБС НАН Беларуси

Испытанные за это время многие кормовые растения – горец Вейриха (*Polygonum weyrichii* (Fr. Schmidt) Nara.), галега восточная (*Galega orientalis* Lam.), сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.), амарант (*Amaranthus* L.) стали новыми культурами для Беларуси, другие виды пока не нашли хозяйственного применения в кормовых целях или нашли иное применение, а именно, в пищевой промышленности, для лечебных целей. Рапontiкум пленчатый (*Rhaponticum scariosum* Lam.) и рапontiкум сафлоровидный (*Rhaponticum carthamoides* Lam.) используются как лекарственные растения, а топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – как пищевое и техническое, реже – как кормовое. Все виды горцев первоначально изучались как кормовые растения, а также растения, содержащие дубильные вещества. Благодаря открытию в них биологически активных веществ в настоящее время они привлекают внимание фармакологов и медиков. К растениям комплексного использования относится также сида обоепоялая (*Sida hermaphrodita* Rusby), полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.), щавель тянь-шаньский (*Rumex tianschanicus* Losinsk.), амарант (*Amaranthus* L.), сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.) является хорошими медоносом.

6.1.3.5. Биоэнергетические растения

Работы по формированию коллекции «Биоэнергетические культуры» в ЦБС начаты в 2007 г. кандидатом сельскохозяйственных наук М.И. Ярошевичем, который был ее куратором до 2015 г. С 2015-го куратором коллекции является Н.С. Купцов. В настоящее время коллекция насчитывает 37 образцов, относящихся к 7 видам: *Helianthus tuberosus* L., *Miscanthus*

giganteus J.M. Greef, Deuter ex Hodkinson, Renvoize, *Silphium perfoliatum* L., *Polygonum weyrichii* F. Schmidt, *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai, *Lupinus mutabilis* Sweet, *Lupinus albus* L. subsp. *graecus* (Boiss. et Sprun.) Franko et Silva. Коллекционный материал получен путем международного ботанического обмена с учреждениями ближнего и дальнего зарубежья. Собранный материал коллекции подвергается перманентному всестороннему изучению и апробации.

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) представлен в коллекции 30 образцами, среди которых 13 раннеспелых, 1 среднеспелый, 16 позднеспелых сортов и образцов.

У топинамбура для целей биоэнергетики можно использовать как надземную часть, так и клубни растений. Наибольший урожай (80–90 т/га) общей биомассы (надземная часть и клубни) дают позднеспелые сорта Сиреники 2, Киевский белый. Топинамбур можно выращивать как однолетнюю, так и многолетнюю культуру (рис. 6.16) [33–35].

Мискантус гигантский (*Miscanthus giganteus* J.M. Greef, Deuter ex Hodkinson, Renvoize) в коллекции представлен одним образцом, полученным из Польши. Мискантус гигантский нетребователен к условиям произрастания и успешно растет на достаточно увлажненных луговых почвах.

Мискантус является многолетним растением и без пересева может расти и обеспечивать высокий урожай сухой биомассы (10–14 т/га) на протяжении 15–20 лет. Удельная теплота сгорания биомассы – 17,2 МДж/кг. Энергоплантации на основе мискантуса ежегодно удобряются в расчете 100–300 кг/га д.в. NPK с преобладанием азота [33].

Сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.) – многолетнее растение, в коллекции представлена одним образцом. Сильфия растет и обеспечивает урожайность сырой биомассы 30–40 т/га [36].

Горец Вейриха (*Polygonum weyrichii* F. Schmidt) и **горец сахалинский** (рейнутрия сахалинская, *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai) – многолетние растения. В коллекции каждый из этих видов представлен одним образцом. Горец сахалинский и горец Вейриха могут расти и обеспечивать урожайность сырой биомассы (10–20 т/га) в течение 20–25 лет [36].

Люпин тарви (*Lupinus mutabilis* Sweet) – бобовая культура из Южной Америки, которая в XVIII в. интродуцирована в Европу. В коллекции представлена двумя образцами [36, 37].

Люпин греческий (*Lupinus albus* L. subsp. *graecus* (Boiss. et Sprun.) Franko et Silva) – культура семейства Бобовые с Балканского полуострова (север Греции, Сербия, Хорватия, Албания и др.). Растения люпина греческого отличаются от люпина тарви относительно мелкими ксероморфными листья-

ми и коротким тонким стеблем. Люпин греческий в отличие от люпина тарви является типичной озимой формой и выдерживает заморозки до -20°C . В коллекции представлен одним образцом.



Общий вид образца люпина тарви
Визент



Внешний вид клубней образца топинамбура
Доминика

Рисунок 6.16. – Образцы коллекции «Биоэнергетические растения»

Изученные виды энергокультур хорошо адаптированы к почвенно-климатическим условиям Беларуси. Многолетние исследования указанных видов энергокультур показали, что наиболее приспособленными к условиям интенсивного земледелия Беларуси являются топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.), люпин греческий (*Lupinus albus* L. subsp. *graecus* (Boiss. et Sprun.) Franko et Silva) и тарви (*Lupinus mutabilis* Sweet), которые можно использовать как на биоэнергетические цели, так и на кормовые, пищевые, что полностью соответствует мировым тенденциям развития энергоплантаций. С указанными выше 3 видами биоэнергетических культур в ЦБС проводится активная работа по созданию интенсивных сортов многоцелевого использования.

6.1.3.6. Создание и биохимическая оценка белорусских сортов лекарственных и пряно-ароматических растений

Пажитник греческий сорта Овари голд бел

Род пажитник (*Trigonella*) – распространенный род семейства *Fabaceae*. Наиболее широкоизвестными видами данного рода являются *T. foenum-graecum*, *T. caerulea*, *T. polycerata*.

Пажитник греческий (*T. foenum graecum*) – это пряно-ароматическое и лекарственное растение. Применяется как один из основных компонентов смесей, таких как хмели-сунели и карри, а еще в хлебопечении и сыроделии.

На основе использования традиционной селекции и результатов комплексных хемотаксономических, биохимических и интродукционных исследований создан сорт совместной белорусско-венгерской селекции *Овари голд бел* (Свидетельство селекционера № 00045029 от 29.12.2012 г.; авторы сорта: Е.Д. Агабалаева, Ш. Макаи, П.Ш. Макаи, Л.В. Гончарова, Е.В. Спиридович, В.Н. Решетников) для приусадебного возделывания во всех областях Республики Беларусь. Выделение сортообразцов проводили по следующим параметрам: фенология, морфология, урожайность, семенная продуктивность, стабильность биохимических признаков.

Исследование масел семян пажитников греческого и голубого

Масла пажитников греческого и голубого преимущественно состоят из триглицеридов, содержащих в своем составе различные жирные кислоты, главные из которых – линолевая, α -линоленовая и олеиновая. Выход масла из семян пажитника греческого в среднем составил 6,1%, из семян пажитника голубого – 5,2%. Методом ЯМР-спектроскопии установлено, что в масле из семян пажитников греческого и голубого олеиновая и линолевая кислоты предпочтительно присоединяются в центральном положении, а α -линоленовая – в латеральных положениях глицеринового остова [38].

Таблица 6.7. – Жирнокислотный состав масел семян *T. caerulea* L. и *T. foenum graecum* *Ovary gold*, *Ovary 4* и линии PSZ.G.SZ, культивируемых в Беларуси и Венгрии*

Кислота, %	<i>T. foenum graecum</i>						<i>T. caerulea</i> , Беларусь, 2009 г.
	<i>Ovary gold</i> , Беларусь, 2009 г.	<i>Ovary gold</i> , Венгрия, 2008 г.	<i>Ovary 4</i> , Беларусь, 2009 г.	<i>Ovary 4</i> , Венгрия, 2008 г.	PSZ.C.S.Z, Беларусь, 2009 г.	PSZ.C.S.Z, Венгрия, 2008 г.	
Выход масла	6,0	5,5	6,0	6,0	6,3	5,5	5,2
Миристиновая	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Пальмитиновая	12,3	11,4	12,8	9,6	12,7	9,8	13,0
Маргариновая	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Стеариновая	2,6	3,9	3,4	4,4	3,0	5,0	2,0
Олеиновая	11,6	16,5	12,9	17,6	13,4	17,2	11,0
Вакценовая	0,3	0,6	0,4	0,1	0,3	0,6	1,0
Линолевая	33,2	39,9	32,9	37,1	33,9	46,8	42,3
Арахидиновая	1,0	1,4	2,3	1,3	0,8	1,0	-
γ -линоленовая	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-
α -линоленовая	36,6	19,6	30,8	26,2	32,1	15,1	23,9
Бегеновая	0,6	0,9	0,8	0,7	0,7	0,9	-
Σполиненасыщ.	69,9	59,6	63,8	63,4	66,1	62,0	66,2
Σ1 ненасыщ.	81,8	76,7	77,1	81,1	79,8	79,8	77,2
Σ2 насыщ.	16,8	18,0	19,6	16,3	17,5	17,1	16,4

* – относительная ошибка не превышала 5% при уровне значимости 0,95.

Сравнительный анализ масел семян сортов *Ovary gold*, *Ovary 4* и линии PSZ.G.SZ, культивируемых в Беларуси и Венгрии (таблица 6.7), показал различия в накоплении пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и α -линоленовой кислот [38]. Отмечено, что доля полиненасыщенных кислот выше в масле из семян пажитника греческого, интродуцированного в Беларуси. В данных образцах содержится максимальное количество α -линоленовой кислоты. Полученные данные согласуются с климатической теорией образования органических веществ С. Л. Иванова, из которой известно, что по мере продвижения от южных широт к северу в растениях увеличивается выход масла и одновременно возрастает количество ненасыщенных жирных кислот в его составе.

Молекулярно-генетический анализ представителей рода Trigonella

На основе RAPD- и ISSR-анализов разработана система идентификации и ДНК-паспортизации генотипов рода *Trigonella*. Для генотипирования представителей этого рода оптимальными являются праймеры OPJ-07, OPN-09, UBC-807 и UBC-840. Данные праймеры давали наибольшее количество амплификонов (более 17) и имели высокий уровень полиморфизма (более 50%). Всего сгенерировано: 51 дискретный ISSR-маркер (24 маркера на праймер UBC 840 и 27 маркеров на праймер UBC 807) и 42 RAPD-маркеров (25 маркеров на праймер OPN 09 и 17 маркеров на праймер OPJ 07). RAPD и ISSR маркеры обладали размерами в областях 263-1268 bp и 91-900 bp, соответственно. На основании 93 маркеров составлены молекулярно-генетические паспорта 11 сортов и линии пажитника греческого, пажитника голубого и пажитника пряморогого. В таблице 6.8 для примера представлен генетический паспорт сорта Овари голд бел.

Таблица 6.8. – Генетический паспорт сорта Овари голд бел

Праймер	Локус
OPJ-07	OPJ-07268; OPJ-07446; OPJ-07469; OPJ-07510; OPJ-07542; OPJ-07575; OPJ-07612; OPJ-07646; OPJ-07700; OPJ-07818
OPN-09	OPN-09313; OPN-09327; OPN-09374; OPN-09412; OPN-09481; OPN-09503; OPN-09575; OPN-09613; OPN-09635; OPN-09661; OPN-09687; OPN-09726; OPN-09790; OPN-09875; OPN-091268
UBC-807	UBC-807223; UBC-807254; UBC-807274; UBC-807303; UBC-807366; UBC-807436; UBC-807462; UBC-807494; UBC-807526; UBC-807607; UBC-807668; UBC-807757
UBC-840	UBC-84091; UBC-840157; UBC-840167; UBC-840185; UBC-840196; UBC-840224; UBC-840251; UBC-840276; UBC-840320; UBC-840420; UBC-840447; UBC-840512; UBC-840560; UBC-840900

Разработана система идентификации и ДНК-паспортизации генотипов видов *T. caerulea* и *T. polycerata* и сортов *T. foenum-graecum*. Подобран комплекс из двух RAPD и двух ISSR маркеров, позволяющих при постановке ПЦР охватить различные области генома, достаточные для идентификации сортов. Представлена система регистрации генотипов сортов *T. foenum-graecum* в виде паспорта сорта, который отражает состав аллелей в локусах произвольных и микросателлитных последовательностей.

Предложенный метод ДНК-паспортизации обеспечивает возможность проверки соответствия сортов вида *Trigonella foenum graecum* критериям отличимости, однородности и стабильности (ООС-тест). Он может быть применен при решении таких задач как защита авторских прав, определение соответствия сорта стандарту при закупке посадочного материала, для создания компьютерной базы данных ДНК-паспортов. Результаты исследований могут быть использованы в селекционном процессе.

Чернушка посевная *Славянка*

Чернушка посевная (*Nigella sativa*) – представитель семейства *Ranunculaceae*, известное лекарственное и пряно-ароматическое растение. Имеет другие названия: черный тмин, калинджи, сейдана, седана, римский кориандр, хлебный тмин и др. [39].

Родина чернушки посевной – Средиземноморье. Данное растение культивируется во многих странах. На территории Республики Беларусь данная культура специализированными хозяйствами не возделывается, для промышленных нужд сырье закупают в Украине. Изучение фенологических особенностей чернушки в условиях Беларуси проводится в Горецкой сельскохозяйственной академии, а также в ЦБС. На сегодняшний день в коллекции пряно-ароматических и лекарственных растений ЦБС содержится первый созданный в Беларуси сорт чернушки посевной *Славянка* (Свидетельство на сорт № 0004671 от 30.12.2016 г.; авторы сорта: С.Н. Шиш, А.Г. Шутова, Е.В. Спиридович, В.Н. Решетников) для приусадебного возделывания (рис. 6.17А).

Была проведена оценка биохимического состава сырья *N. sativa* и *N. sativa* *Славянка* на содержание основных целевых метаболитов. Для этого был использован ЯМР анализ, методика проведения которого подробно описана в работе [40].

Особенностью чернушки посевной *Славянка* является уникальный биохимический состав. Главными компонентами масла являются ненасыщенные омега-6 (линолевая и эйкозадиеновая) и омега-9 (олеиновая) кислоты, а также тимохинон. Семена содержат 25% масла, состав которого представлен в таблице 6.9 масса 1 000 семян составляет около 2,7 г.

Таблица 6.9. – Содержание компонентов в хлороформенных экстрактах чернушки, 2015 г. (%)

Компоненты экстрактов	Линолевая кислота	Олеиновая кислота	Эйкоза-диеновая кислота	Насыщенные кислоты	Пара-цимол	Тимохинон
<i>N. sativa</i>	55,4	13,6	3,8	21,4	2,3	0,6
<i>N. sativa</i> <i>Славянка</i>	53,4	20,9	2,1	7,7	8,5	4,4

В водных экстрактах семян *N. sativa* *Славянка* обнаружено 12 аминокислот: триптофан, фенилаланин, тирозин, γ -аминомасляная кислота, аспарагин, глутамин, пролин, лизин, треонин, валин, изолейцин, лейцин, 8 из которых являются незаменимыми. У *N. sativa* преобладающими аминокислотами являются γ -аминомасляная кислота, пролин и треонин. Общее содержание аминокислот в водных экстрактах около 19%. Кроме того, водные экстракты чернушки содержат около 56% сахаров (сахароза, глюкоза и фруктоза) [41].



Рисунок 6.17. – Внешний вид *N. sativa* *Славянка* – А и *Берегиня* – Б

Таким образом, *N. sativa* при культивировании в Беларуси проходит полный вегетационный период и дает полноценные жизнеспособные семена, отличающиеся качественным биохимическим составом. Созданный сорт *Славянка* является перспективным для выращивания ввиду высокой продуктивности и биологической ценности.

Чернушка дамасская *Берегиня*

В качестве перспективных растений для культивирования в условиях Беларуси нами выделены такой представитель рода *Nigella*, как чернушка дамасская (*N. damascena*). Эта малораспространенная культура обладает хозяйственно ценными свойствами: лекарственными, пряно-ароматическими, эфиромасличными, декоративными и медоносными. По результатам

интродукционных испытаний и комплексных исследований (2012–2017) создан первый в Беларуси сорт чернушки дамасской *Берегиня* для приусадебного возделывания (Свидетельство на сорт № 0004934 от 29.12.2017 г.; авторы сорта: С.Н. Шиш, А.Г. Шутова, Е.В. Спиридович, В.Н. Решетников) (рис. 6.17 Б).

Данный сорт был создан на основе отбора в популяции растений с определенными характеристиками: высота растения; цвет и форма цветка; форма чашелистиков; урожайность лекарственного сырья, г/га; масса 1 000 семян, г.

Средняя урожайность семян составляет 0,6 т/га. Масса 1 000 семян – 2 950 г. Семена содержат около 13,5–15% жирного масла. Главными компонентами масла являются линолевая кислота (51%), олеиновая кислота (33%), эйкозодиеновая кислота (4–5%), насыщенные кислоты (6,0–6,5%), пара-цимол (1,6%) [42]. Установлено, что водные экстракты *N. damascena Берегиня* содержат 11 аминокислот [41], преобладающими являются γ -аминомасляная кислота, аспарагин, глутамин.

6.1.4. Коллекция оранжерейных растений

Генофонд тропических и субтропических оранжерейных растений в ЦБС насчитывает более 3 130 образцов, относящихся к 158 семействам, 787 родам и 2 070 видам и внутривидовым таксонам, сохраняемых в коллекциях и представляющих флоры всех континентов Земли: «Травянистые тропические и субтропические растения», «Древесные тропические и субтропические растения», «Суккулентные растения», «Плодовые субтропические растения», «Орхидеи», «Гербера», «Тропические и субтропические растения экспозиционной оранжереи».

6.1.4.1. Травянистые тропические и субтропические растения

В коллекциях фондовой оранжереи ЦБС собрано примерно 650 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к 61 ботаническому семейству. В ее составе несколько крупных, различающихся по биологии семейств и других групп растений, в том числе Аронниковые, Папоротниковидные, Бромелиевые, Акантовые, Аспарагусовые, Бегониевые, Коммелиновые, Перцевые, Амариллисовые. Несколько меньшим видовым составом представлены семейства Геснериевые, Имбирные, Крапивные, Губоцветные, Марантовые.

Современная коллекция семейства Аронниковые (*Araceae*) включает около 120 видов и внутривидовых таксонов в составе 22 родов, что составляет примерно пятую часть из числа существующих в природе родов.

К наиболее крупным родовым комплексам в коллекции следует отнести аглаонему (*Aglaonema* Schott), антуриум (*Anthurium* Schott), диффенбахию (*Dieffenbachia* Schott), филодендрон (*Philodendron* Schott), спатифиллум (*Spathiphyllum* Schott).

Группа папоротниковидных растений (*Polypodiophyta*) объединяет около 90 видов и внутривидовых таксонов из 12 семейств и представлена различными жизненными формами, где преобладающими являются эпифитные и наземные виды низменных тропических и влажных субтропических лесов, имеющие сильные различия в занимаемых местообитаниях. Наибольшую ценность для коллекции представляют древовидные формы *Blechnum brasiliense* Desv. и *B. gibbum* Mett., гнездовидные *Asplenium nidus* L., *Drynaria sparsisora* (Desv.) T. Moore, *Platycerium bifurcatum* (Cav.) C. Chr., *Pseudodrynaria coronans* (Wall. ex Mett.), крупные наземные виды *Angiopteris polytheca* Tardieu et C. Chr., *Woodwardia radicans* (L.) Sm., лиано-видный *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw. и многие другие.

Бромелиевые (*Bromeliaceae*) принадлежат к числу немногих групп растений, распространение которых характерно для американского континента. Северная граница ареала семейства проходит по влажным субтропикам Северной Америки. В коллекции представлено 70 видов и внутривидовых таксонов в составе 18 родов. За небольшим исключением – это травянистые растения с укороченным стеблем. Среди высоко декоративных бильбергий, врizeй, гуцманий, нидуляриумов, криптантусов, эхмей, тилландсий интересен как важный и единственный представитель семейства, имеющий мировой статус промышленной плодовой культуры, – ананас. Эндемичный для Эквадора вид *Tillandsia cyanea* Linden ex K. Koch. внесен в Красный список МСОП и находится в положении близком к исчезновению – NT (рис. 6.18).



Рисунок 6.18. – *Tillandsia cyanea* Linden ex K. Koch.

Семейство Акантовые (*Acanthaceae*) в коллекции ЦБС НАН Беларуси включает 60 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к 24 родам, и представлено многолетними травами, полукустарниками и кустарниками.

Семейство Аспарагусовые (*Asparagaceae*) объединяет около 40 очень различающихся по биоморфологическим характеристикам таксонов, в том числе роды: аспарагус (*Asparagus*), аспидистра (*Aspidistra*), хлорофитум (*Chlorophytum*), офиопогон (*Ophiopogon*), а также артроподиум (*Arthropodium*), дримиопсис (*Drimiopsis*), эукомис (*Eucomis*), ледебурия (*Ledebouria*), лириопе (*Liriope*), птицемлечник (*Ornithogalum*), пелиосантес (*Peliosanthes*), вельтгеймия (*Veltheimia*).

Семейство Бегониевые (*Begoniaceae*) в коллекции включает 40 декоративнолистных и красивоцветущих таксонов.

Семейство Перцевые (*Piperaceae*) – это 20 видов небольших травянистых пеперомий (*Peperomia*) из тропических областей Азии и Америки, которые отличаются размерами, формой и окраской листьев.

27 видов коллекционных растений семейства Коммелиновые (*Commelinaceae*) отличаются разнообразием жизненных форм, имеют тропическое происхождение, обладают хорошими декоративными свойствами. Большинство из них используется в качестве почвопокровных.

Многолетние травы с луковицами, иногда с мощными корневищами или клубнелуковицами из семейства Амариллисовые (*Amaryllidaceae*) в коллекции представлены 13 родами, 20 видами и сортами.

Семейство Марантовые (*Marantaceae*) в коллекции насчитывает 20 таксонов декоративнолистных *Calathea*, *Ctenanthe*, *Maranta*, *Stromanthe*.

Семейство Крапивные (*Urticaceae*), широко распространенное в тропиках Старого Света, представлено 17 видами *Pilea* и *Pellionia*. Пестролистная *Pilea cadierei* Gagner & Guillaumin не так давно (1938) впервые обнаружена в лесах Вьетнама.

6.1.4.2. Древесные тропические и субтропические растения

Коллекция «Древесные тропические и субтропические растения» ЦБС НАН Беларуси включает 363 образца, принадлежащих к 199 родам из 80 семейств. Наибольшим числом таксонов в коллекции представлены следующие семейства: *Arecaceae* (26 родов, 42 вида, 2 сорта, 1 гибрид), *Moraceae* (3 рода, 25 видов, 13 сортов, 1 подвид), *Malvaceae* (12 родов, 20 видов, 3 сорта), *Euphorbiaceae* (2 рода, 3 вида, 17 сортов), *Myrtaceae* (11 родов, 14 видов, 2 сорта), *Aposynaceae* (10 родов, 14 видов, 1 сорт), *Asparagaceae* (4 рода, 11 видов, 4 сорта, 1 разновидность).

В коллекции сохраняются 56 редких и исчезающих видов (15,4% от ее состава), включенных в Красную книгу Международного союза охраны природы и природных ресурсов с разными охранными статусами: CR – 1, EN – 4, VU – 10, NT – 6, LC – 33 и DD – 2 таксона. В систематическом плане охраняемые таксоны коллекции распределены по охранным статусам следующим образом:

- *Ginkgoaceae* – Гинкго двулопасный (*Ginkgo biloba* L.) – EN;
- *Zamiaceae* – Замиа шершавая (*Zamia furfuracea* L. fil. ex Aiton) – EN, Цератозамия мексиканская (*Ceratozamia mexicana* Brongn.) – VU, Стангерия шерстистая (*Stangeria eriopus* (Kunze) Baill.) – VU;
- *Cycadaceae* – Цикас Румфа (*Cycas rumphii* Miq.) – NT, Саговник отогнутый (*Cycas revoluta* Thunb.) – LC;
- *Araucariaceae* – Араукария узколистная (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) – CR, Араукария Бидвилла (*Araucaria bidwillii* Hook.) – LC, Араукария Каннингема (*Araucaria cunninghamii* Mudie) – LC, Агатис мощный (*Agathis robusta* (C. Moore ex F. Muell.) F.M. Bailey) – LC;
- *Cephalotaxaceae* – Цефалотаксус Фортуна (*Cephalotaxus fortunei* Hook.) – LC;
- *Cupressaceae* – Кипарисовик притупленный (*Chamaecyparis obtusa* (Siebold et Zucc.) Endl.) – NT, Кипарис мексиканский (*Cupressus lusitanica* Mill.) – LC;
- *Pinaceae* – Кедр гималайский (*Cedrus deodara* (Roxb. ex D. Don) G. Don) – LC;
- *Podocarpaceae* – Ногоплодник иволистный (*Podocarpus salignus* D. Don) – VU, Ногоплодник крупнолистный (*Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet) – LC;
- *Arecaceae* – Гиофорба индийская (*Hyophorbe indica* Gaertn.) – EN, Бутия волосистопокровная (*Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc.) – VU, Хамедорея продолговатая (*Chamaedorea oblongata* Mart.) – VU, Зонтичная пальма (*Hedyscepe canterburyana* (C. Moore et F. Muell.) H. Wendl. et Drude) – VU, Ховея Бельмора (*Howea belmoreana* (C. Moore et F. Muell.) Becc.) – VU, Адонидия Меррилла (*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc.) – NT, Дипсис желтеющий (*Dypsis lutescens* (H. Wendl.) Beentje et J. Dransf.) – NT, Вашингтония нитеносная (*Washingtonia filifera* (Linden ex André) H. Wendl. ex de Bary) – NT, Кариота жгучая (*Caryota urens* L.) – LC, Хамедорея одноцветная (*Chamaedorea pinnatifrons* (Jacq.) Oerst.) – LC, Хамедорея похутленсис (*Chamaedorea pochutlensis* Liebm.) – LC; Тритринакс бразильский (*Trithrinax brasiliensis* Mart.) – DD, Корифа зонтоносная (*Corypha umbraculifera* L.) – DD.;

- *Adoxaceae* – калина лавролистная (*Viburnum tinus* L.) – LC;
- *Anacardiaceae* – Шинус многобрачный (*Schinus polygama* (Cav.) Cabrera) – LC;
- *Арсинейевы* – Олеандр обыкновенный (*Nerium oleander* L.) – LC;
- *Asparagaceae* – Драцена драконова (*Dracaena draco* (L.) L.) – VU;
- *Bignoniaceae* – Жакаранда мимозолистная (*Jacaranda mimosifolia* D. Don) – VU, Кигелия африканская (*Kigelia africana* (Lam.) Benth.) – LC;
- *Buxaceae* – Самшит вечнозеленый (*Buxus sempervirens* L.) – LC;
- *Cannabaceae* – Каркас южный (*Celtis australis* L.) – LC, Каркас западный *Celtis occidentalis* L. – LC;
- *Leguminosae* – Рожковое дерево (*Ceratonia siliqua* L.) – LC;
- *Lauraceae* – Лавр азорский (*Laurus azorica* (Seub.) Franco) – LC, Лавр благородный (*Laurus nobilis* L.) – LC, Авокадо (*Persea americana* Mill.) – LC;
- *Magnoliaceae* – Магнолия хапенсис (*Magnolia chapensis* (Dandy) Sima) – LC, Магнолия крупноцветковая (*Magnolia grandiflora* L.) – LC;
- *Meliaceae* – Мелия иранская (*Melia azedarach* L.) – LC;
- *Moraceae* – Фигус язычковый (*Ficus lingua* Warb. ex De Wild. et T. Durand) – LC, Инжир обыкновенный (*Ficus carica* L.) – LC, Фигус косточковый (*Ficus drupacea* Thunb.) – LC;
- *Myrtaceae* – Мирт обыкновенный (*Myrtus communis* L.) – LC;
- *Oleaceae* – Филлирея широколистная (*Phillyrea latifolia* L.) – LC;
- *Rosaceae* – Лавровишня лекарственная (*Prunus laurocerasus* L.) – LC;
- *Rubiaceae* – Кофе арабийский (*Coffea arabica* L.) – EN, Кофе конголезский (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) – LC;
- *Rutaceae* – Кнеорум трехорешковый (*Cneorum tricoccon* L.) – VU;
- *Phyllanthaceae* – Филлантус прекрасный (*Phyllanthus arbuscula* (Sw.) J.F. Gmel.) – NT;
- *Urticaceae* – Бемерия цилиндрическая (*Boehmeria cylindrica* (L.) Sw.) – LC.

Особую ценность коллекции «Древесные тропические и субтропические растения» составляют выращиваемые в грунтовых посадках экземпляры, достигшие солидного возраста: Финик канарский (*Phoenix canariensis* Chabaud.) – 76 лет, Сабаль пальметто (*Sabal palmetto* (Walter) Lodd. ex Schult. et Schult. fil.), Цитронелла метельчатая (*Citronella paniculata* (Mart.) R.A. Howard) – 59 лет, Финик Робелена (*Phoenix roebelenii* O'Brien) – 58 лет, Агатис мощный (*Agathis robusta* (C. Moore ex F. Muell.) F.M. Bailey) – 57 лет, Ховея Бельмора (*Howea belmoreana* (C. Moore et F. Muell.) Becc.) – 55 лет, Ливистона китайская (*Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br. ex Mart.), Саговник отогнутый (*Cycas revoluta* Thunb.) – 54 года.

6.1.4.3. Суккулентные растения

Коллекционный фонд суккулентных тропических и субтропических растений лаборатории оранжерейных растений включает 989 видов, форм и сортов из 221 рода, относящихся к 27 семействам. В генофонде коллекции сохраняются редкие и исчезающие виды мировой флоры, в том числе, включая список приложений CITES:

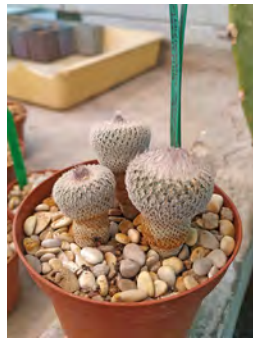
– **Приложения I:** *Ariocarpus agavioides* (Castañeda) E.S. Anderson, *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem., *Aztekium ritteri* (Boed.) Boed., *Discocactus araneispinus* Buining & Brederoo, *Turbincarpus polaskii* Backeb., *T. alonsoi* Glass & S. Arias, *T. pseudomacrolele* subsp. *krainzianus* (G. Frank) Glass, *T. laui* Glass & R.A. Foster, *T. swoboda* Diers & Esteves, *T. roseiflorus* Backeb., *T. pseudomacrolele* (Backeb.) Buxb. & Backeb., *T. gielsdorfianus* (Werderm.) John & Riha, *T. schmiedickeanus* subsp. *klinkerianus* (Backeb. & W. Jacobsen) Glass & R.A. Foster, *T. schmiedickeanus* subsp. *macrolele* (Werderm.) N.P. Taylor, *Neolloydia odorata* (Boed.) Backeb., *Aloe bellatula* Reynolds, *A. descoingsii* Reynolds, *A. pillansii* L.Guthrie, *A. rauhii* Reynolds, *A. polyphylla* Pillans, *Euphorbia decaryi* Guillaumin;

– **Приложения II:** все виды сем. *Cactaceae* Juss., кроме тех видов, которые вошли в приложение I и интродуцированных видов рода *Opuntia* (Tourn.) Mill., *Agave victoriae-reginae* T. Moore, все виды рода *Euphorbia* L. кроме искусственно выведенных *E. trigona* Mill., все виды рода *Aloe* L., кроме тех видов, которые вошли в приложение I и *Aloe vera* (L.) Burm. fil., все виды рода *Anacampseros* L., *Alluaudia procera* Drake, *A. montagnacii* Rauh.

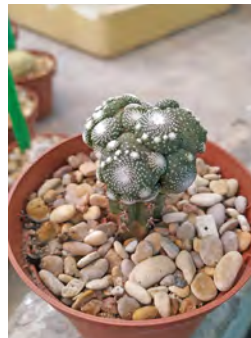
Наибольшим числом таксонов выделяются следующие семейства: *Cactaceae* (92 рода, 400 видов), *Crassulaceae* (18 родов, 197 ви-



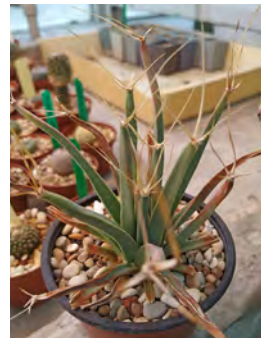
Glandulicactus uncinatus (Galeotti ex Pfeiff.) Backeb.



Epithelantha micromeris var. *densispina* (Bavo) Backeb.



Blossfeldia liliputana Werderm.



Leuchtenbergia principis Hook.

Рисунок 6.19. – Виды суккулентных растений в коллекции ЦБС НАН Беларуси

дов), *Asparagaceae* (13 родов, 76 видов), *Euphorbiaceae* (3 рода, 51 вид), *Xanthorrhoeaceae* (4 рода, 117 видов).

В настоящее время коллекция активно пополняется, в этом плане, прежде всего, отмечаем 2 семейства – *Cactaceae* и *Aizoaceae* (рис. 6.19).

6.1.4.4. Плодовые субтропические растения

Коллекция была выделена из коллекции тропических и субтропических растений ЦБС в 1991 г. В настоящее время в ней представлены 120 образцов, относящихся к 15 семействам, 25 родам.

Наиболее широко представлен в коллекции род *Citrus* L., который относится к подсемейству Померанцевых (*Aurantioideae* Engler) семейства Рутовых (*Rutaceae* Lindl.) и включает в себя 16 видов, делится на 3 подрода: *Papeda* Swingle, *Citrus* L. и *Fortunella* Swingle. В коллекции ЦБС НАН Беларуси представлено 94 образца цитрусовых растений, из которых 91 – виды и сорта рода *Citrus* L., 2 – виды рода *Fortunella* Swingle и 1 – тройной гибрид ×*Citrangquat* sp. ([*Citrus sinensis*×*Poncirus trifoliata*] × *Fortunella margarita*).

На базе коллекционного фонда ведутся научные исследования и селекционная работа, в результате которой генофонд впервые пополнился и белорусскими сортами цитрусовых: *Citrus limon* Ароматный, *C. limon* Мейер Белорусский, *C. limon* Народный, *C. paradisi* Оранжевый карлик (рис. 6.20).



Citrus paradisi Оранжевый карлик



Citrus grandis Богатырь



Citrus limon Народный

Рисунок 6.20. – Сорта цитрусовых селекции ЦБС НАН Беларуси

Другие плодовые субтропические растения в коллекции ЦБС представлены 14 видообразцами и включают: Кофе (*Coffea arabica* L.), Фейхоа (*Acca sellowiana* (Berg.) Burr), Инжир (*Ficus carica* L.), Маслину (*Olea europea* L.), Лавр (*Laurus nobilis* L.), Авокадо (*Persea americana* Mill.), Папайю (*Carica papaya* L.), Ананас (*Ananas comosus* (L.) Merrill), Гранат (*Punica granatum* L. cv. Nana), Гуайяву (*Psidium guajava* L.).

6.1.4.5. Орхидеи

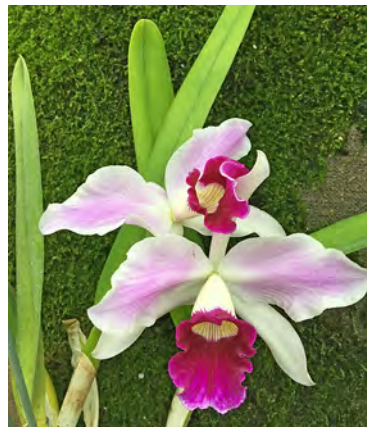
В настоящее время в семействе Орхидные (Orchidaceae) ЦБС 331 образец, относящийся к 68 родам и 150 видам. Имеющиеся в коллекции 6 видов рода *Paphipedilum* Pfitzer (*Paphiopedilum charlesworthii* (Rolfe) Pfitzer, *P. insigne* (Wall. ex Lindl.) Pfitzer, *P. gratrixianum* Rolfe, *P. coccineum* Perner & R. Herrm., *Paphiopedilum*×*leeanum* (гибрид *P. spicerianum*×*P. insigne*), *P. liemianum* (Fowlie) K. Karas & K. Saito); а также представители рода *Phragmipedium* Rolfe (*Phragmipedium*×*sedenii* [Rchb. fil.] Rolfe, *P. pearsei* [Rchb. fil.] Rauh & Senghos) и 1 вид из рода *Vanda* Jones ex R. Br.: *Vanda coerulea* Griff. ex Lindl., входят в Приложение I списка CITES, находятся под угрозой исчезновения и относятся к особо охраняемым видам. Так, *Paphiopedilum liemianum* имеет ограниченный ареал произрастания и встречается лишь в северной части острова Суматра. Все остальные таксоны коллекции входят в Приложение II списка CITES.

Большое внимание уделяется привлечению в коллекцию эндемичных видов мировой флоры. В 2015 г. в коллекцию привлечен новый вид – *Gastrochilus minutiflorus* Aver., который является эндемиком северного Вьетнама. Вид открыт и описан в 1997 г.

В 2017 г. в коллекцию поступила *Cattleya mossiae* Hkr., достигшая генеративной стадии развития. Вид является эндемиком Венесуэлы. Произрастает в двух регионах: на территории горного массива Кордильера-де-ла-Коста и на южных склонах Венесуэльских Анд, вплоть до штата Тачира на высоте от 800 до 1 500 метров над уровнем моря.



Paphiopedilum coccineum
Perner & R. Herrm.



Cattleya purpurata
(Lindl. & Paxton) Van den Berg

Рисунок 6.21. – Представители сем. *Orchidaceae* в коллекционном фонде оранжерейных растений ЦБС НАН Беларуси

Представитель подтрибы *Cypripedioideae* – *Paphiopedilum coccineum* Perner & R. Herrm., недавно открытый вид, обнаружен в 2000 г. в провинции Каобанг в Северном Вьетнаме (рис. 6.21).

Одним из наиболее значимых видов, привлеченных в коллекцию за последние годы, стал вид *Cattleya purpurata* (Lindl. & Paxton) Vanden Berg – эндемик Бразилии, который в дикой природе встречается редко, обитает в труднодоступных для человека местах.

6.1.4.6. Герберы

В ЦБС НАН Беларуси коллекция герберы представлена 36 видами и внутривидовыми таксонами. Сортовой материал включает 4 сорта голландской селекции (*Clementina*, *Gelios*, *Marlen*, *Saxa*), 2 сорта латвийской селекции (*Ance*, *Mikus*) и 3 сорта собственной селекции (*Мая мара*, *Лотос*, *Павлинка*), объединенные под названием *Gerbera×hybrida* hort., а также 5 видов (*Gerbera jamesonii* Bolusex Hook. fil.; *Gerbera anandria* (L.) Schultz-Bip.; *Gerbera nivea* (DC.) Schultz-Bip.; *Gerbera nepalensis* Schultz-Bip.; *Gerbera maxima* (D. Don) Beauverd).

Доля широколепестковых форм в коллекции составляет 22%, узколепестковых – 46%, махровых и полумахровых – 32%. По окраске соцветий сортовой материал распределяется следующим образом: красные составляют 33%, розовые – 31%, сиреневые – 4%, кремовые – 3%, желтые – 9%, оранжевые – 7%, белые – 6%, малиновые – 7%.

В результате селекционной работы на базе коллекции созданы собственные сорта герберы (рис. 6.22).



Лотос



Павлинка

Рисунок 6.22. – Сорта герберы *Gerbera×hybrida* hort. селекции ЦБС НАН Беларуси

6.1.4.7. Тропические и субтропические растения экспозиционной оранжереи

С 2007 г. в ЦБС открыта для посетителей Экспозиционная оранжерея. Она представляет собой многоцелевое сооружение уникальной архитектуры (пирамида) с ботаническими экспозициями, имеет значимость культурного и просветительского центра не только столицы, но и всей страны. Здесь расположены экскурсионные залы (сектора) с постоянно действующими экспозициями растений разных климатических зон и экотопов: водные и болотные растения, тропический дождевой лес и пальмарий, засушливые районы Африки и Америки. Общая площадь оранжереи 1 679 м², с высотой в центре 14 м, с площадью под экспозициями растений около 1 000 м².

Коллекционный фонд оранжереи обновляется и активно пополняется, особенно в последние годы (2016–2018), в настоящее время он представлен тропическими и субтропическими растениями 88 семейств, 262 родов, 448 видов и насчитывает 512 образцов [43]. Среди коллекционных экземпляров представлены реликтовые растения мировой флоры тропиков и субтропиков: Гинкго билоба (*Ginkgo biloba* L.), Араукария Бидвилла (*Araucaria bidwillii* Hook.) и эндемик острова Норфолк – Араукария разнолистная (*Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco), представители рода Цикас (*Cycas* L.) – Цикас неколючий (*Cycas inermis* Lour.), Саговник поникающий (*Cycas revoluta* Thunb.), Цикас Румфа (*Cycas rumphii* Miq.); а также представители Австралии и Тасмании: эвкалипт Ганна (*Eucalyptus gunnii* Hook. fil.) и Аллоказуарина мутовчатая (*Allocasuarina verticillata* (Lam.) L.A.S. Johnson).

6.1.5. Редкие и исчезающие виды растений природной флоры Беларуси

С 1983 г. под руководством И.В. Лознухо и Л.В. Кухаревой проводилось сравнительное изучение эколого-биологических особенностей редких видов, разработка приемов их репродукции. Были впервые апробированы способы природоохранных перемещений, оценен ресурсный потенциал редких видов. В 2009–2014 гг. ядро коллекции обновлено куратором С.П. Торчик [44].

На 2019 г. коллекционный фонд составляет 410 образцов, представляющих 62 семейства, 198 родов и 280 видов, среди которых не только редкие аборигенные виды, но и растения, охраняемые в сопредельных государствах. Фонд составляет 78% от количества видов, перечисленных в «Красной книге Республики Беларусь» (табл. 6.10). На сегодняшний день проведена таксономическая ревизия коллекционного фонда, привлечен обширный семенной материал из природных мест произрастания в хоро-

логическом многообразии, ведется сбор гермплазмы видов-индикаторов редких биотопов и типичных растительных сообществ.

Успешно реализованы фитоиндикационные методы оценки экологических условий для создания резервных популяций и для контроля развития перемещенных популяций [45].

Таблица 6.10. – Созологическая структура коллекции редких и исчезающих видов природной флоры Беларуси

Национальная категория = (по шкале МСОП, IUCNscale)	В коллекции ЦБС	В Красной книге РБ	Доля в составе коллекции от списка КК РБ, %
0 = (RE-regionally extinct)	10	26	42
I = (CR – critically endangered)	30	62	48
II = (EN – endangered)	40	52	76
III = (VU – vulnerable)	40	46	86
IV = (NT – near threatened)	29	29	100
ВСЕГО	149	189	78
Профилактическая охрана = (LC-least concern; DD-data deficient; NE – not evaluated)	100	115	39

Для обеспечения соблюдения этих преимуществ, структура сохранения резервного генофонда имеет следующие функциональные блоки.

I блок. Полевая коллекция охраняемых видов в открытом грунте

Состоит из образцов, привлеченных из естественной среды произрастания в виде изъятых особей или выращенных из семян, спор и пропагул природного происхождения. Семена, которые производят объекты этого блока сохраняются в биобанке II блока коллекции и участвуют в международном обмене диаспорами.

II блок. Коллекция семян, спор и пропагул

Одной из форм сохранения фиторазнообразия в условиях *ex situ* является содержание объектов в банках семян. Банк семян оборудован несколькими системами хранения:

- краткосрочное хранение при пониженных положительных температурах (+4 °С);
- среднесрочное и долгосрочное хранение при средних пониженных температурах (-18–20 °С) [46].

Важное значение имеет материал, привлекаемый через международный обмен между ботаническими садами, благодаря этой системе специалисты имеют возможность сравнивать анатомо-морфологические особенности и генетический статус охраняемых растений из разных точек их ареала. А также через обмен из соседних стран привлечены виды,

имеющие категорию «0» (RE-regionally extinct – исчезнувшие в регионе). Т.е. они имеют общий ареал и генетическую близость с исчезнувшими популяциями в Беларуси. Таким образом привлечены в коллекцию такие исчезнувшие из флоры виды, как *Sonchus palustris* L., *Gladiolus palustris* L., *Linum flavum* L. и др.

Коллекция редких и исчезающих растений флоры Беларуси динамично пополняется хронологически разнообразными образцами, содержит значительную долю от списка «Красной книги Республики Беларусь», является базой, на которой создаются теоретические и методологические принципы организации резервного генофонда редких и исчезающих растений, является источником оригинального материала для природоохранных репатриаций, реконструкций и транслокаций, служит для образовательных и просветительских целей, а также включена в международный обмен диаспорами.

6.1.6. Коллекция асептических культур и банк ДНК редких и хозяйственно ценных растений

Работы биотехнологического профиля были развернуты в 1977 г. в лаборатории биохимии и молекулярной биологии Института экспериментальной ботаники АН БССР (ныне отдел ЦБС). Тогда группа исследователей (акад. А.С. Вечер, В.Н. Решетников, Г.М. Долбик, Т.И. Фоменко, Л.Г. Бердичевец, Л.Н. Быкова и др.), используя в качестве объектов исследования каллусы и протопласты картофеля, создали рабочую коллекцию протоклонов сортов этой культуры. Затем работы были распространены на бобовые культуры: горох, пелюшку, люпин, стевию. Работы по созданию коллекций *in vitro* в ЦБС начаты в 1990 г. с участием д.б.н. Е.Н. Кутас, Е.А. Попович, В.Л. Филипени, ими были получены стерильные культуры голубики высокорослой *Bluecrop* и *Dixi* (1990), *Blueray* (1992), *Concord* и *Weymouth* (1994), а также брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.). В 1994 г. выделена отдельная коллекция «Асептические культуры декоративных и плодовых растений» (куратор Е.А. Попович). Основу коллекции составляли асептические культуры клюквы крупноплодной, миниатюрных роз, сирени обыкновенной, гиацинта восточного, рододендронов и голубики высокорослой.

С 1998 г. работы по созданию и использованию коллекции асептических культур существенно расширились и усилились в связи с переходом из Института экспериментальной ботаники в ЦБС отдела биохимии и биотехнологии растений (заведующий академик НАН Беларуси В.Н. Решетников). В период 1998–2005 гг. в отделе создана, зарегистрирована в соответствии

с действующим законодательством Республики Беларусь, а также постоянно расширяется коллекция асептических культур хозяйственно полезных растений ЦБС (свидетельство Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды № 29 от 2 августа 2005 г.). В настоящее время в состав коллекции асептических культур хозяйственно ценных растений включены представители 26 семейств цветковых растений, принадлежащих 66 родам. Видовой состав коллекции представлен 90 видами природной флоры и 160 культурными сортами и гибридами. Всего в составе коллекции 250 образцов асептических культур (рис. 6.23) [47, 48].

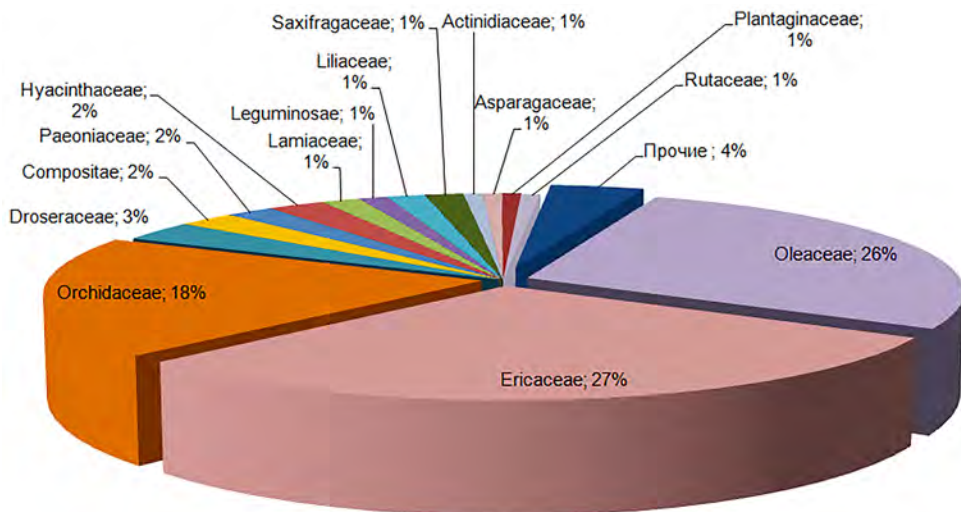


Рисунок 6.23. – Таксономический состав коллекции (по семействам, в %) асептических культур хозяйственно ценных растений ЦБС (по состоянию на конец 2018 г.)

В 2015 г. создана коллекция *in vitro* редких и эндемичных видов дикорастущей флоры стран СНГ на основе природных источников и существующих коллекций *in vitro* стран ЕврАзЭС с целью сохранения биоразнообразия растительных ресурсов, реинтродукции и разработки подходов к промышленному использованию ее образцов для получения биотехнологического растительного сырья [48]. В основе создания коллекции лежит принцип максимального охвата генетического разнообразия (ГР) ресурсов каждого изучаемого таксона, включая дикорастущие виды, в том числе редкие и исчезающие, редкие таксоны интродуцированных растений. Сохранение генофонда в культуре *in vitro* позволяет поддерживать коллекции растений, не допуская серьезных изменений их генетической структуры. Всего в состав коллекции асептических культур редких и эндемичных видов на сегодняшний момент входит 38 образцов, из них 13 занесены в «Красную Книгу Республики Беларусь» и 9 – из списка профилактической охраны Республики Беларусь (табл. 6.11, рис. 6.24).

Таблица 6.11. – Видовой состав коллекции *in vitro* редких и эндемичных видов дикорастущей флоры стран СНГ

Семейство	Вид, количество образцов	Вид, русское название	Охранный статус	Хранение образца
<i>Actinidiaceae</i>	<i>Actinidia arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.	Актинидия острая	?	Культура побегов, среда MS
<i>Actinidiaceae</i>	<i>Actinidia kolomikta</i> (Rupr. & Maxim.) Maxim.	Актинидия коломикта	?	Культура побегов, среда MS
<i>Asteraceae</i>	<i>Artemisia hololeuca</i> Bieb. ex Bess.	Полынь белойолочная	2 категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Silene chalcidonica</i> (L.) E.H.L. Krause	Зорька халцедонская	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Compositae</i>	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> Herbich	Хризантема Завадского	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Dioscoreaceae</i>	<i>Dioscorea caucasica</i> Lipsky	Диоскорея кавказская	1 категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Droseraceae</i>	<i>Drosera rotundifolia</i> L.	Росянка круглолистная	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Droseraceae</i>	<i>Drosera anglica</i> Huds.	Росянка английская	Список профилактической охраны	Культура побегов, среда 1/3 MS
<i>Ericaceae</i>	<i>Rhododendron dauricum</i> L.	Рододендрон даурский	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда WPM
<i>Gentianaceae</i>	<i>Gentiana cruciata</i> L.	Горечавка крестовидная	III категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Hypericaceae</i>	<i>Hypericum patulum</i> Thunb.	Зверобой повислый	?	Культура побегов, среда MS
<i>Iridaceae</i>	<i>Iris sibirica</i> L.	Ирис сибирский	IV категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Lamiaceae</i>	<i>Melittis sarmatica</i> Klokov	Кадило сарматское	III категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Lamiaceae</i>	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Витекс священный	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Leguminosae</i>	<i>Hedysarum razoumovianum</i> DC.	Копеечник Разумовского	3 категория КК РФ	Культура побегов, среда B5
<i>Leguminosae</i>	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	Копеечник крупноцветковый	Красная книга РФ	Культура побегов, среда B5
<i>Liliaceae</i>	<i>Lilium caasicum</i> (Misch. ex Grossh.) Grossh.	Лилия кавказская	2 категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Liliaceae</i>	<i>Lilium distichum</i> Nakai	Лилия двурядная	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Liliaceae</i>	<i>Lilium cernuum</i> Kom.	Лилия поникающая	3 категория КК РФ	Культура побегов, среда MS

Семейство	Вид, количество образцов	Вид, русское название	Охранный статус	Хранение образца
<i>Liliaceae</i>	<i>Lilium pumilum</i> Delile	Лилия карликовая	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
<i>Orchidaceae</i>	<i>Anacamptis morio</i> (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase	Анакамптис морио	I категория КК РБ	Культура семян, среда Fast
<i>Orchidaceae</i>	<i>Cypripedium calceolus</i> L. – 2 образца	Венерин башмачок настоящий	III категория КК РБ	Культура семян, среда Fast
<i>Orchidaceae</i>	<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soo – 5 образцов	Пальчатокоренник мясокрасный	Список профилактической охраны	Культура семян, среда Fast
<i>Orchidaceae</i>	<i>Dactylorhiza baltica</i> (Klinge) Orlova – 3 образца	Пальчатокоренник балтийский	Список профилактической охраны	Культура семян, среда Fast
<i>Orchidaceae</i>	<i>Dactylorhiza majalis</i> (Reichenb.) P.F. Hunt et Summerhayes – 2 образца	Пальчатокоренник майский	III категория КК РБ	Культура семян, среда Fast
<i>Orchidaceae</i>	<i>Dactylorhiza ochroleuca</i> (Wüstnei ex Boll) Holub	Пальчатокоренник желтовато-белый	II категория КК РБ	Культура семян, среда Fast
<i>Orchidaceae</i>	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R.Br.	Кокушник комарниковый	III категория КК РБ	Культура семян, среда Fast
<i>Orchidaceae</i>	<i>Herminium monorchis</i> (L.) R.Br.	Бровник одноклубневый	I категория КК РБ	Культура семян, среда Fast
<i>Orchidaceae</i>	<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich.	Лосняк Лёзеля	II категория КК РБ	Культура семян, среда Fast

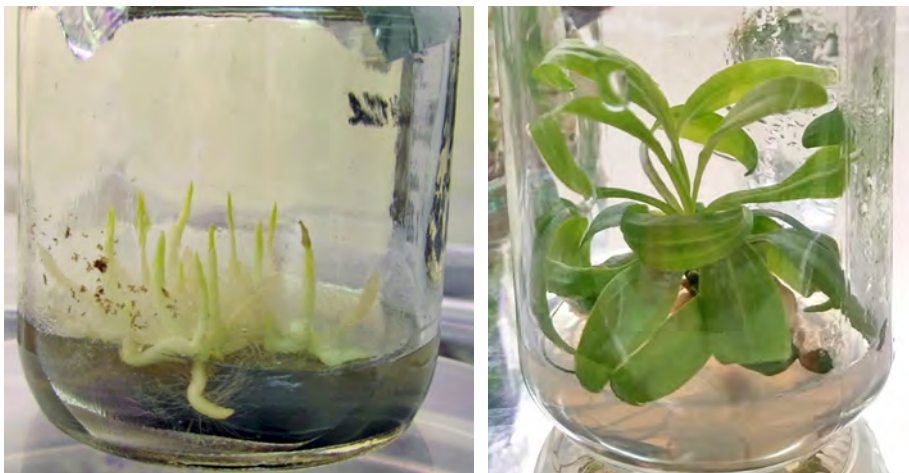


Рисунок 6.24. – Асептические культуры редких растений: слева – *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo (культура семян); справа – *Gentiana cruciata* L. (культура побегов)

С целью пополнения коллекции редких растений сотрудники отдела регулярно участвуют 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. Так, в состав асептической коллекции были включены образцы из ботанических коллекций России, в том числе: Волгоградского регионального ботанического сада – *Artemisia hololeuca* M. Bieb. ex Besser, *Silene chalcedonica* E.H.L. Krause, *Chrysanthemum zawadskii* Herbich, *Dioscorea caucasica* Lipsky, *Lilium causicum* (Miscz. ex Grossh.) Grossh. и др.; Центрального сибирского ботанического сада СО РАН – *Lilium distichum* Nakai, *Lilium cernuum* Kom., *Rhododendron dauricum* L. и др.; Таврического национального университета имени В.И. Вернадского – *Vitex agnus-castus* L. и многих других. Собранные в коллекциях образцы в дальнейшем могут быть использованы для сохранения генофонда в генетических банках при обеспечении их устойчивого средне- и долгосрочного хранения (в том числе в криобанке), а также для восстановления *in situ* популяций.

Полученные по обмену и собранные в результате экспедиционных обследований образцы редких и исчезающих видов после введения в культуру *in vitro* культивируются в климатических камерах при следующем режиме: температура $25 \pm 2^\circ \text{C}$, освещенность 3 000 лк (или в темноте), фотопериод 16 ч. Несмотря на общую концепцию культуры растений *in vitro*, культивирование каждого конкретного генотипа предполагает разработку отдельных модификаций и учет специфики биологии конкретного образца.

Создание ДНК банка. ДНК технологии применяются для разработки современной стратегии сохранения биоразнообразия. Создание банков ДНК – эффективный и долгосрочный подход, который используется для устойчивого хранения генетической информации таксонов – объектов исследования. ДНК банки – это хранилища образцов ДНК, например, хозяйственных растений и их диких сородичей, которые используются для сохранения биоразнообразия, научных исследований с целью выявления генов интереса более продуктивных и более адаптивных к внешним факторам среды хозяйственных культур. ДНК банки являются одним из источников создания Генбанков [49]. В сравнении с традиционными полевыми и семенными банками, ДНК банки предоставляют возможность оценивать динамику параметров ГР в естественных и воссоздаваемых популяциях

изучаемых видов, предоставляя возможность разработки научно-обоснованных практических рекомендаций по их охране. Для изоляции препаратов ДНК требуется небольшое количество образца (как правило листовой ткани). Препараты должны удовлетворять определенным характеристикам (A260/280 не ниже 1,8; содержание не ниже 10 нг/μl) и им должно быть обеспечено в дальнейшем устойчивое долговременное хранение (при –80° С).

Банк ДНК в ЦБС создан для целей интегрирования с существующими гербарными коллекциями, банками семян, полевыми коллекциями растений и как научное обеспечение для проведения исследований и деятельности по сохранению таксонов.

В настоящее время ДНК банк редких и хозяйственно ценных растений ЦБС состоит всего из 1 186 образцов ДНК различных таксонов этой категории, более 100 видов 7 родов 6 семейств, включая: пионы, сортовую сирень, рогульник, полушник озерный, сальвинию плавающую, орхидеи, пажитник греческий, голубику высокорослую, рододендроны, расторопшу пятнистую, многоколосник морщинистый и др. Так в 2014–2016 гг. банк ДНК пополнен более чем 60 образцами исторических и редких на коммерческом рынке сортов пиона молочноцветкового (*Paeonia lactiflora* Pall.) из коллекции сотрудничающей организации США Мэттай ботанический сад Николз Арборетум ботанического сада Мичиганского Университета, а также исчезающих видов рода пион (*Paeonia* L.). В таблице 6.12 приведен генетический паспорт образца № 264861/24.2 коллекции ДНК *Paeonia daurica* ssp. *mlokosewitschii* (Lomakin) D.Y. Hong, разработанный с использованием SRAP системы и хранящийся в отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС с целью оценки родственности генотипов рода *Paeonia* L., а также параметров генетического разнообразия *ex situ* популяций видов [50]. Проводится разработка методик введения в культуру и создание *in vitro* коллекции редких представителей рода пион (*Paeonia* L.) с целью их сохранения и размножения.

За последние 3 года ДНК банк был пополнен следующими образцами (367 образцов): в 2016 г. – 19 препаратами ДНК ценных пряно-ароматических культур: род чернушка (*Nigella* L.) – 11 видов и сортов; род амарант (*Amaranthus* L.) – 8 образцов. В 2017 г. – 41 препаратом ДНК злаковых трав (лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.), житняк гребенчатый – *A. cristatum* (L.) Beauv.); 260 препаратами ДНК золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) и золотарника гигантского (*Solidago gigantea* Ait.) – интродуценты, которые стали крайне агрессивными для природных экотопов Беларуси. В 2018 г. в банке зарегистрированы 24 образца рода

Таблица 6.12. – Генетический паспорт пиона Млокосевича (*Paeonia daurica* ssp. *mlokosewitschii* (Lomakin) D. Y. Hong), разработанный на основе SRAP локусов

№ в банке	Генотип	SRAP маркер			
		Me05Em01	Me05Em10	Me07Em10	Me07Em01
264861/24.2	<i>Paeonia daurica</i> subsp. <i>mlokosewitschii</i> (Lomakin) D. Y. Hong	Me05Em01 ₁₉₀₈ , Me05Em01 ₇₃₀ , Me05Em01 ₄₆₄ , Me05Em01 ₄₁₀ , Me05Em01 ₃₄₅ , Me05Em01 ₂₈₃ , Me05Em01 ₂₅₁ , Me05Em01 ₁₀₉	Me05Em10 ₈₆₉ , Me05Em10 ₇₄₈ , Me05Em10 ₄₈₅ , Me05Em10 ₃₄₁ , Me05Em10 ₂₉₆ , Me05Em10 ₁₉₉	Me07Em10 ₅₇₀ , Me07Em10 ₅₅₇ , Me07Em10 ₅₁₀ , Me07Em10 ₄₃₁ , Me07Em10 ₃₇₁ , Me07Em10 ₃₄₂ , Me07Em10 ₂₉₂ , Me07Em10 ₂₆₄ , Me07Em10 ₂₀₀ , Me07Em10 ₁₆₆ , Me07Em10 ₁₅₀	Me07Em01 ₁₁₆₈ , Me07Em01 ₅₂₅ , Me07Em01 ₃₅₆ , Me07Em01 ₃₀₈ , Me07Em01 ₂₃₈

сирень (*Syringa* L.), а также 23 образца горечавки крестовидной (*Gentiana cruciata* L.) – редкого для флоры Беларуси вида.

Используя современные молекулярно-генетические и биотехнологические методы, создана комплексная научно обоснованная схема поддержания, сохранения и изучения образцов в коллекциях ЦБС НАН Беларуси, которые являются частью национального и глобального биологического разнообразия, основой проведения широкого спектра научных исследований, реализации образовательных программ.

Все коллекции (полевые, семенные, асептические и ДНК коллекции) являются важным инструментом сохранения *ex situ* и использования биологического разнообразия растений, являются необходимым направлением деятельности ботанических садов. Для того чтобы сделать данные о коллекциях культур растений и банке ДНК ЦБС доступными для широкой научной аудитории, их описание представлено нами в сети интернет на страницах информационно-поисковой системы НВС-Info (<http://hbc.bas-net.by>).

6.1.7. Гербарные коллекции ЦБС НАН Беларуси

6.1.7.1. Гербарий MSKH – инструмент документирования генетического разнообразия интродуцированных растений ЦБС

Коллекция «Гербарий интродуцированных растений мировой флоры» ЦБС включает 6 925 видов и внутривидовых таксонов 1 374 родов, принадлежащих 244 семействам: среди них подвидов – 24; сортов – 1 164. В фонд гербария заложено более 25 тысяч гербарных листов, которые до-

ступны для исследований специалистам ЦБС и других учреждений, около 7 тысяч листов находятся в обработке и готовятся для закладки в фонд.

Наибольшим числом гербарных листов представлены следующие семейства: *Rosaceae* (2 947 листов), *Asteraceae* (1 810), *Aceraceae* (1 787), *Fabaceae* (1 317), *Lamiaceae* (890). Наибольшим числом гербарных листов представлены следующие роды: *Acer* L. (1 787), *Rosa* L. (755), *Crataegus* L. (488), *Populus* L. (414), *Heracleum* L. (383).

Сохранение генофонда в коллекциях живых растений подразумевает документацию образцов, в описание которых входят данные о происхождении образца (учреждение-донор, дата привлечения диаспор, дата включения в коллекцию, название, под которым получена диаспора и др.). Благодаря тому, что гербарная этикетка также включает в себя эти атрибуты, гербарий ЦБС представляет собой источник объективных данных про генофонд выращиваемых в Беларуси с середины 1950-х годов по настоящее время растений.

В гербарии ЦБС активно используются информационные технологии: разработаны средства для печати этикеток, ведения инвентаризационных книг, других необходимых работ; собрана репрезентативная коллекция цифровых изображений сортов цветочно-декоративных растений (12 тысяч файлов, на которых представлены 5,8 тысяч видов и внутривидовых таксонов). Для того чтобы сделать информацию про гербарий ЦБС, биоразнообразии и генофонд хозяйственно полезных растений Беларуси доступной для широких слоев населения, разработаны и поддерживаются в актуальном состоянии сайты «Растения Беларуси», «Ботанические коллекции Беларуси», «Генофонд растений Центрального ботанического сада», «Ботаническая библиотека», которые объединены в информационно-поисковую систему *Hortus Botanicus Centralis-Info* (HBC-Info; <http://hbc.bas-net.by>). Отдельные страницы поисковой системы посвящены данным по биохимии и ДНК-типированию хозяйственно полезных растений [51].

6.1.7.2. Гербарий лишайникообразующих грибов

Лишайники, как специфическая группа организмов, привлекали внимание исследователей задолго до оформления лишенологии (науки о лишайниках) в отдельную ветвь научного познания. За лишайниками давно укрепилось название «пионеры растительного мира». Эти организмы широко распространены по земному шару, но особенно удивительно то, что произрастают они также и в самых трудных для жизни условиях. Примечательно, что многие виды лишайников, несмотря на свою приспособленность и выносливость, оказываются весьма чувствительными к загрязнению окружающей среды и изменению условий обитания.

Планомерные исследования в области лихенологии в республике начаты с 1934 г. после приезда в Минск Михаила Петровича Томина, которого назначили заведующим отделом споровых растений Ботанического сада.

Коллекция лишайникообразующих грибов лаборатории экологической физиологии растений ЦБС берет свое начало с 2008 г. и основана на полевых материалах, полученных в ходе выполнения диссертационного исследования «Лишайники еловых лесов, охраняемых и урбанизированных территорий Беларуси» (П.Н. Белый).

В настоящее время в гербарии представлены лишайники, собранные, в основном, на территории 48 административных районов Беларуси 6 областей республики, а также на особо охраняемых природных территориях различного ранга. Кроме того, в коллекции хранятся сборы лишайников из Антарктиды, Болгарии, Великобритании, Германии, Грузии, Канады, Российской Федерации и Таджикистана; образцы, полученные по обмену с другими крупными гербариями республики.

На сегодняшний день в коллекции находится более 6 500 гербарных пакетов. В коллекции лишайников ЦБС представлено 214 видов.

В коллекции представлены 2 отдела: *Ascomycota* (8 родов, 36 семейств, входящих в 13 порядков – *Agyrales*, *Arthoniales*, *Baeomycetales*, *Candelariales*, *Lecanorales*, *Mycocaliciales*, *Ostropales*, *Peltigerales*, *Pertusariales*, *Pyrenulales*, *Rhizocarpales*, *Teloschistales* и *Umbilicariales*), а также отдел *Basidiomycota*, включающий один порядок *Agaricales* (представлен единственным видом – *Lichenomphalia umbellifera* (L.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys).

Наиболее обширным в коллекции является порядок *Lecanorales*, который насчитывает 39 родов и 120 видов, что составляет около 57% общего числа видов, представленных в коллекции. Крупнейшее по числу родов (24) в порядке семейство *Parmeliaceae*. Наиболее представлены в коллекции роды *Cladonia* P. Browne (38 видов), *Peltigera* Willd. (13 видов), *Lecanora* Ach. (10 видов), *Physcia* (Schreb.) Michaux, *Chaenotheca* (Th. Fr.) Th. Fr. и *Usnea* Dill. ex. Adans. (по 7 видов), *Ramalina* Ach. (6 видов), *Physconia* Poelt (5 видов). Роды *Caloplaca* Th.Fr., *Cetraria* Ach., *Lepraria* Ach., *Melanohalea* O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch, *Pertusaria* DC. и *Placynthiella* Elenkin насчитывают по 4 таксономические единицы каждый. По 3 таксона включают роды *Bacidia* De Not., *Bryoria* Brodo & D. Hawksw., *Candelariella* Müll. Arg., *Cetrelia* W.L. Culb. & C.F. Culb., *Melanelixia* O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch, *Phaeophyscia* Moberg, *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr., по 2 – *Buellia* De Not., *Evernia* Ach., *Hypocenomyce* M. Choisy, *Hypotrachyna* (Vain.) Hale, *Hypogymnia* (Nyl.) Nyl., *Lecania* A. Massal., *Lecidella* Körb., *Opegrapha* Ach., *Parmelia* Ach., *Parmeliopsis* (Nyl. ex Stizenb.) Nyl., *Phlyctis* (Wallr.) Flot., *Rinodina* (Ach.) Gray, *Scoliciosporum* A. Massal. и *Trapeliopsis*

Hertel & Gotth. Schneid. Одним видом представлены 43 рода (*Absconditella* Vězda, *Chrysotrix* Mont., *Flavoparmelia* Hale, *Imshaugia* S.L.F. Mey., *Mycocalicium* Vain., *Mycoblastus* Norman, *Parmelina* Hale, *Pyrenula* Ach. и др.).

По результатам обработки коллекционных фондов опубликован ряд научных работ. На основании коллекции ведется мониторинг редких охраняемых видов и созологический анализ выявленных новых и редко встречающихся на территории Беларуси лишайников. В ходе изучения всех доступных образцов родов *Cetrelia* W.L. Culb. & C.F. Culb., *Coenogonium* Ehrenb., *Hypotrachyna* (Vain.) Hale, *Lepraria* Ach., *Parmotrema* A. Massal. и *Punctelia* Krog, хранящихся как в коллекции ЦБС, так и в других гербариях республики, установлено истинное видовое разнообразие изученных родов на территории Беларуси, получены новые данные по географическому распространению видов данных родов в нашей стране, подготовлены и опубликованы дихотомические ключи для их определения. Выявлены новые для республики и ранее считавшиеся исчезнувшими виды лишайников [52–61]. В настоящее время на основании материалов, хранящихся в коллекции, ведутся работы по ревизии других родов лишайников республики. Данные по распространению редких видов лишайников, хранящихся в коллекции ЦБС, использованы при подготовке 4-го издания «Красной книги Республики Беларусь».

В настоящее время коллекционные фонды пополняются сборами из различных регионов республики, включая охраняемые природные территории.

К наиболее ценным представителям коллекции можно отнести образцы новых для Беларуси видов, а также редких и недостаточно изученных лишайников. К таковым в первую очередь относятся: *Absconditella lignicola* Vězda & Pišút, *Bacidia arceutina* (Ach.) Arnold, *Cladonia incrassata* Flörke, *Hypocenomyce friesii* (Ach.) P. James & Gotth. Schneid., *Lichenomphalia umbellifera* (L.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys, *Porina aenea* (Körb.) Zahlbr. и др., а также все виды, имеющие природоохранный статус.

Значение любого научного гербария трудно переоценить. Ботанические коллекции предоставляют первичную, постоянную, полную и объективную информацию о разнообразии объектов растительного мира, являются эффективным инструментом не только ботанической науки, но и основой исследований во многих других областях знания, включая лесоведение, сельское хозяйство, охрану окружающей среды и др. По материалам коллекции лишайников можно судить о разнообразии лишайниковой биоты Беларуси, проводить исследовательские работы в области систематики, охраны биологического разнообразия и мониторинга окружающей среды. На основании коллекции ведется мониторинг редких охраняемых видов, созологи-

ческий анализ выявленных новых и редко встречающихся на территории Беларуси лишайников, а также ревизия слабо изученных таксонов лишайников.

Коллекция лишайников ЦБС, существующая незначительный период времени, является одной из наиболее крупных тематических коллекций в республике. Хранение и пополнение коллекционных фондов – необходимое условие для документирования сведений о разнообразии лишайнобиоты Беларуси и, кроме того, основа для исследовательских работ в области систематики, охраны биологического разнообразия и мониторинга окружающей среды.

6.2. КОЛЛЕКЦИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА УО «БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Ботанический сад объявлен историко-культурной ценностью целого комплекса Учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (далее – УО БГСХА). Площадь Ботанического сада составляет 6 га. Территория сада разделяется на следующие участки: центральный партер, декоративные экспозиции, розарий, пионарий и коллекционные участки, участок систематики лекарственных растений, сад прибрежных растений, экологическая тропа, которая состоит из вечнозеленых растений, экспозиции однолетников и многолетников.

Общая коллекция Ботанического сада представлена 3 295 таксонами и поделена на восемь самостоятельных коллекций: декоративные хвойные древесно-кустарниковые растения (Н.Н. Поварова – начальник отдела) – 145 видов, разновидностей и форм; декоративные лиственные древесно-кустарниковые растения (М.В. Наумов – ведущий агроном) – 386 видов, форм и сортов; оранжерейные растения (тропические, субтропические, кактусы) (Т.Н. Муха – начальник отдела) – 360 видов; цветочные растения открытого грунта (Т.В. Шведовская – начальник отдела, О.П. Суринович – агроном) – 2 247 таксонов: однолетних и двулетних цветочных растений – 37 семейств, 37 родов, 34 вида, 61 сорт; многолетних травянистых растений – 53 семейства, 370 видов, 95 сортов; пряно-ароматические растения (Т.В. Сачивко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент); лекарственные растения (Т.В. Шведовская – начальник отдела) – 96 видов; луковичные декоративные растения – 15 видов, тюльпанов – 122, нарциссов – 39, гиацинтов – 17, лилий – 123, крокусов – 9, гладиолусов – 40 сортов соответственно и розы – 88 сортов (Н.Е. Стефаненко – ведущий агроном).

Определен видовой состав водных и прибрежных растений р. Копылки, протекающей по ботаническому саду, который насчитывает 26 видов, грибов, произрастающих в дендрарии, – 49, видов дикой флоры дендрария – 75 видов.

6.2.1. Таксономический состав коллекций «Зимний сад» Ботанического сада УО БГСХА

Ботаническая коллекция Зимнего сада оранжереи на данный момент насчитывает более 394 таксонов растений закрытого грунта, относящихся к 94 семействам.

Наиболее полно представлены коллекции следующих семейств: Кактусовые – *Cactaceae* – 54 вида, Толстянковые – *Crassulaceae* – 10 видов, Ароидные – *Araceae* – 24 вида, Бегониевые – *Begoniaceae* – 19 видов, Алоевые – *Aloaceae* – 13 видов, Тутовые – *Moraceae* – 17 видов, Драценовые – *Dracaenaceae* – 9 видов, Молочайные – *Euphorbiaceae* – 15 видов, Бромелиевые – *Bromeliaceae* – 10 видов, Коммелиновые – *Commelinaceae* – 10 видов, Акантовые – *Acanthaceae* – 10 видов, Рутовые – *Rutaceae* – 9 видов, Перечные – *Piperaceae* – 9 видов, Пасленовые – *Solanaceae* – 8 видов, Арековые – *Arecoideae* – 8 видов, Геснериевые – *Gesneriaceae* – 12 видов.

Среди родов значительным многообразием выделяются: Бегония – *Begonia* – 19 видов, Фикус – *Ficus* – 17 видов, Крассула – *Crassula* – 10 видов, Пеперомия – *Peperomia* – 8 видов, Маммиллярия – *Mammillaria* – 6 видов, Молочай – *Euphorbia* – 9 видов, Алоэ – *Aloe* – 8 видов, Драцена – *Dracaena* – 6 видов, Опунция – *Opuntia* – 6 видов, Традесканция – *Tradescantia* – 6 видов, Филодендрон – *Philodendron* – 6 видов.

Анализ географии видов, показал, что они происходят из различных регионов Земли: Южная Америка (95 видов), Африка (50 видов), Китай (35 видов), Мексика (32 вида), Индия (30 видов), Азия (24 вида), Средиземноморье (19 видов), Австралия (16 видов), Центральная Европа (15 видов), Тихоокеанские острова (14 видов), Япония (9 видов), Бразилия (9 видов), Острова Мадагаскар (8 видов), Перу (3 вида).

6.2.2. Коллекция пряно-ароматических растений

Пряно-ароматические растения известны человеку с древних времен. Они широко применяются в пищевой отрасли, в традиционной и народной медицине, в парфюмерии и декоративном садоводстве [62, 64]. Потребность в пряно-ароматических растениях с каждым годом повышается. Появляются новые виды пищевых продуктов, в рецептуре которых используются пряности. Особая значимость пряно-ароматических растений

обусловлена высоким содержанием витаминов, каротина и биологически ценных веществ, а также способностью выводить из организма радионуклиды и соли тяжелых металлов, что особенно важно в условиях Республики Беларусь. Возделывание пряно-ароматических растений имеет определенное значение для нашей страны: обеспечение высококачественным сырьем пищевой промышленности (мясоперерабатывающей, ликеро-водочной, консервной, в качестве специй и т.д.); применение в традиционной и народной медицине, фармацевтике; импортозамещение, в частности снижение импорта сушеного материала; применение в парфюмерии, декоративном садоводстве и некоторых других отраслях. Однако эти растения до настоящего времени не получили широкого распространения в республике. Поэтому внедрение их в производство является весьма актуальной проблемой, в решении которой важная роль принадлежит селекции культуры.

Необходимость расширения ассортимента пряно-ароматических культур, обладающих высокой продуктивностью, устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды, делает необходимым изучение и выделение наиболее перспективных их видов и форм.

Заложенная в Ботаническом саду УО БГСХА коллекция пряно-ароматических растений включает 53 вида, которые относятся к 15 семействам и 40 родам.

В первую секцию коллекции входят распространенные пряно-ароматические растения (лук – *Allium*, базилик – *Ocimum*, мята – *Mentha*, Melissa – *Melissa*, майоран – *Majorana*, шалфей – *Salvia*, розмарин – *Rosmarinus*, иссоп – *Hyssopus*, душица – *Origanum*, чабер – *Satureja*, тимьян – *Thymus*, фенхель – *Foeniculum*, укроп – *Anethum*, сельдерей – *Apium*, любисток – *Levisticum*, горчица – *Sinapis*, хрен – *Armoracia*, эстрагон – *Artemisia*, портулак – *Portulaca*, настурция – *Tropaeolum*, кориандр – *Coriandrum*, тмин – *Corum*, петрушка – *Petroselinum*, зубровка – *Hierochloe*); во вторую секцию – редко используемые пряно-ароматические растения (монарда – *Monarda*, лаванда – *Lavandula*, бедренец – *Pimpinella*, гравилат – *Geum*, лапчатка – *Potentilla*, зверобой – *Hypericum*, рута – *Ruta*, бархатцы – *Tagetes*, бораго – *Borago*, пажитник – *Trigonella*, многоколосник – *Agastache*); в третью секцию – перспективные пряно-ароматические растения (котовник – *Nepeta*, календула – *Calendula*, пижма – *Tanacetum*, чернушка – *Nigella*, герань – *Geranium*, ромашка – *Matricaria*).

Изучение коллекционного материала пряно-ароматических растений проводится по морфологическим и морфометрическим признакам, фено-

логическим наблюдениям; учету урожайности, семенной продуктивности; определению качественных показателей.

В результате исследований в Ботаническом саду УО БГСХА за последние годы созданы с включением в Государственный реестр сортов Республики Беларусь 8 новых сортов пряно-ароматических культур: лук многоярусный (*Allium*proliferum (Allium cepa*Allium fistulosum)*) Узгорак (2015), лук душистый (*Allium odorum* L.) Водар (2015), огуречная трава (бораго) (*Borago officinalis* L.) Блакіт (2016), герань крупнокорневищная (*Geranium macrorrhizum* L.) Танюша (2016), иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) Завея (2017), пажитник голубой (*Trigonella caerulea* L.) Росквіт (2017), рута душистая (*Ruta graveolens* L.) Смаляніца (2018), горчица черная (*Brassica nigra* Koch.) Дарунак (2018), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) Завея (2019) [63, 65–73].

6.2.3. Дендрарий

В настоящее время дендрарий ЦБС занимает площадь 12 га. Дендрарий – научная коллекция древесно-кустарниковых растений, собранных из различных мест земного шара. Он используется для научно-исследовательской работы, а также для разнообразных учебных целей (изучении таких дисциплин, как ботаника, озеленение сельских населенных мест, декоративное садоводство, охрана природы и др.).

Дендрарий разделен на 40 кварталов. В настоящее время в нем находится 90 видов древесных растений. Видовой состав дендрария представлен видами из следующих регионов: Дальний Восток, Северная Америка, Европа и Сибирь, Крым и Кавказ, Средняя Азия, основная экспозиция – растения Беларуси.

Дальневосточная дендрофлора представлена орехом маньчжурским, черемухой Маака, бархатом амурским, айвой японской, аралией маньчжурской. Среди растений северо-американской дендрофлоры наибольший интерес представляют сосны Веймутова, Банкаса, ели колючая и канадская, туя западная, гордовина канадская, клен серебристый, пихта одноцветная и Дугласова, кипарисовик Лавсона, лох серебристый, черемуха виргинская, дуб красный, лиственница американская, ирга канадская, ясень пенсильванский, клен ясенелистный, можжевельник виргинский (карандашное дерево).

Из растений Европы и Сибири представлены сосна обыкновенная, ель европейская, лиственницы европейская, Сукачева; можжевельник обыкновенный.

новенный, тисс ягодный и его наиболее ценные золотисто-пестрые формы, сосны горная и черная австрийская, березы бородавчатая, пушистая, каштан конский, дуб черешчатый, клены остролистный, ложноплатановый, полевой, татарский; шиповники, рябины, бук лесной, дерены красный и белый, лещина, сосна кедровая сибирская, сирень венгерская.

Из дендрофлоры Крыма и Кавказа – сосна Палласа, или крымская, пихта кавказская, или Нордманна; боярышники, слива растопыренная (алыча).

Дендрофлора Средней Азии представлена яблоней Недзвецкого, лохом узколистным, или дикой маслиной; шелковицей, облепихой крушиновой, тополем пирамидальным.

Ежегодно проводится около 100 экскурсий, практические занятия по декоративному садоводству, ботанике, охране природы, создаются проекты ковровых клумб, озеленяются промышленные территории. После детального изучения коллекционных фондов дендрария был составлен список древесных растений, пригодных для озеленения населенных мест северных и северо-восточных районов Беларуси. Этот список будет уточнен и пополнен при дальнейших испытаниях деревьев и кустарников, семена которых поступают из различных ботанических садов России, Германии, Италии и других стран.

Интродукционный питомник. Одной из составных частей ЦБС является интродукционный питомник площадью около 2 га.

В питомнике растет редкое для садов Беларуси дерево доледникового периода гинкго билоба двулопастное – *Ginkgo biloba* L. – реликтовое растение, часто называемое *живым ископаемым*. Это единственный современный представитель класса Гинкговые, единственного в отделе Гинкговидные. Высаженное еще в 1926 г.

В коллекции древесно-лиственных пород имеются декоративные: бархат амурский (пробковое дерево) – *Phellodendron amurense* Rupr.; сумах оленерогий (сумах пушистый, или укусное дерево) – *Rhus typhina* L. = *Rhus hirta*.; орех маньчжурский – *Juglans mandshurica* Max.; береза бумажная – *Betula papyrifera* Marsh.; магнолия Кобус – *Magnolia kobus* DC.; аралия высокая, или аралия маньчжурская – *Aralia mandhurica* Rupr. et Maxim. = *A. elata* (Miq.) Seem.; клен зеленокорый – *Acer tegmentosum* Maxim.; черемуха Маака – *Padus maackii* (Rupr.) Kom.; скумпия кожевенная, или париковое дерево, или желтинник – *Cotinus coggygia*; ива вавилонская – *Salix babilonica* L.; катальпа бигнониевидная – *Catalpa bignonioides* Walt.; тисс ягодный – *Taxus canadensis* Marsh. (зеленица, негниючка, красное дерево); сосна сибирская кедровая, или сибирский кедр – *Pinus sibirica* Rupr.

6.3. КОЛЛЕКЦИЯ ЭКСПОЗИЦИИ «ЗИМНИЙ САД» ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ УО «БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА»

Ботаническая коллекция Зимнего сада УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина» (далее – БрГУ имени А.С. Пушкина) на данный момент насчитывает более 560 таксонов растений закрытого грунта, относящихся к 98 семействам. Многие объекты уникальны для ботанических садов Беларуси. В работе приводится систематический список исследованных таксонов, анализ представительства, географического происхождения и динамики численности основных семейств. Наиболее полно представлены коллекции следующих семейств: *Acanthaceae*, *Aloaceae*, *Araceae*, *Begoniaceae*, *Bromeliaceae*, *Dracaenaceae*, *Cactaceae*, *Commelinaceae*, *Euphorbiaceae*, *Piperaceae*, *Rutaceae*, *Crassulaceae*, *Moraceae*. Большинство из них относится к растительности влажных тропических лесов и аридных местообитаний. Фонды Зимнего сада находят широкое применение в учебно-методической и научно-исследовательской деятельности студентов и преподавателей университета. Коллекция играет большую роль в сохранении биоразнообразия и изучении процессов адаптации интродуцированных видов.

Центр экологии, который объединяет на данный момент все ботанические коллекции университета, состоит из двух отделов: «Ботанические экспозиции» и «Агробиология». Таксономическая структура древесной и травянистой флоры отдела Агробиология приводится в предыдущих работах [74, 75]. Систематический список растений отдела «Ботанические экспозиции», насчитывающий 84 вида, приводился в 2007 г. [76]. В апреле этого же года по результатам проделанной работы ботанические коллекции университета были включены в Государственный реестр ботанических коллекций на основании решения коллегии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, о чем выдано соответствующее свидетельство (№ 46).

Изучение местной флоры и интродукция растений не могут проводиться успешно без критической оценки исторических материалов. Поэтому на протяжении длительного времени в Центре экологии постоянно ведется идентификация, этикетаж и мониторинг жизненного состояния растений, исследуются некоторые аспекты интродукции [77]. За последние 10 лет экспозиции защищенного грунта значительно расширились за счет реконструкции учебной теплицы в Зимнем саду, которая проведена в 2008–

2010 г. под руководством О.Н. Веремчук. Учебная теплица, заложенная еще в 1960-е гг., к моменту реконструкции вмещала до 200 видов оранжевых растений.

В последующем формирование экспозиции шло при участии фондов ЦБС г. Минска, ботанических садов г. Киева, Львова, Петропавловска, Брестской областной карантинной станции, а также частных коллекций.

Растения в оранжерее расположены композиционно с учетом биогеографической и систематической принадлежности. Анализ динамики видового состава за последние 7 лет показал, что в 2010 г. на момент открытия Зимнего сада коллекция насчитывала 349 таксонов, относящихся к 87 семействам, а к 2018 г. фонды насчитывали уже 1 810 экземпляров из 563 таксонов, относящихся к 98 семействам. Довольно динамично прирастали новыми таксонами следующие семейства: айвовые, бегониевые, ластовневые, перечные, рутовые, толстянковые. На данный момент наиболее полно представлены коллекции следующих семейств: кактусовые (84), толстянковые (45), ароидные (33), бегониевые (28), алоевые (17), тутовые (22), драценовые (19), молочайные (16), бромелиевые (16), коммелиновые (16), акантовые (15), рутовые (17), перечные (13) (рис. 6.25).

Среди родовых комплексов значительным многообразием отличаются: бегония (23), фикус (19), крассула (17), каланхоэ (15), пеперомия (12), маммиллярия (11), цитрус (11), сенсивьерия (10), очиток (9), молочай (9), нефролепис (8), алоэ (8), эхверия (8), плющ (8), кодеум (7), хавортия (7), драцена (7), фиттония (6), аспарагус (6), опунция (6), сциндапус (6).

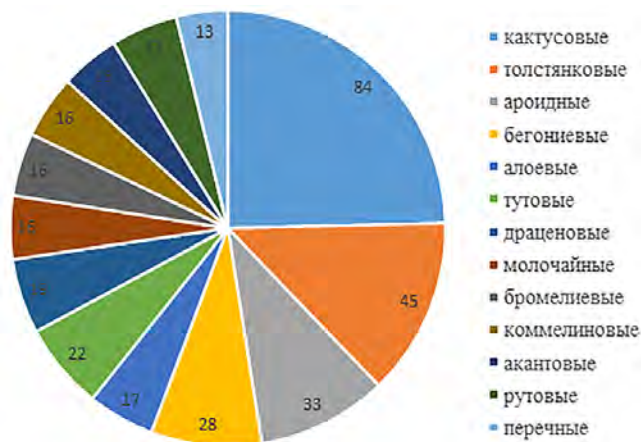


Рисунок 6.25. – Наиболее представленные коллекции семейств (количество таксонов)

Систематический список семейств растений Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина (таксономический порядок приводится согласно [78])

1. *SELAGINELLACEAE* Willk.*
2. *PSILOTACEAE* J. W. Griff. et Henfr.
3. *ADIANTACEAE* (C. Presl) Ching*.
4. *PTERIDACEAE* Relichenb.*
5. *POLYPODIACEAE* Bercht. et C. Presl*
6. *ASPLENIACEAE* Newm.*
7. *DRYOPTERIDACEAE* Herter.
8. *ATHYRIACEAE* Alston*.
9. *BLECHNACEAE* (C. Presl) Copel.
10. *DAVALLIACEAE* M.R. Schomb.
11. *OLEANDRACEAE* Ching ex Pic. Serm.
12. *CYCADACEAE* Pers.*
13. *EPHEDRACEAE* Dumort.*
14. *ARAUCARIACEAE* Henkel et Hochst.
15. *TAXODIACEAE* Warming.
16. *CUPRESSACEAE* Rich. ex Bartl.*
17. *EUPOMATIACEAE* Endl.
18. *ANNONACEAE* Juss.
19. *LAURACEAE* Juss.*
20. *PIPERACEAE* Giseke.
21. *MENISPERMACEAE* Juss.*
22. *MORACEAE* Link*.
23. *URTICACEAE* Juss*
24. *CASUARINACEAE* R. Br. in Flinders.
25. *PHYTOLACCACEAE* R.Br.*
26. *NYCTAGINACEAE* Juss*.
27. *AIZOACEAE* Rudolphi*.
28. *CACTACEAE* Juss*.
29. *PORTULACACEAE* Juss.*
30. *AMARANTHACEAE* Juss.*
31. *PLUMBAGINACEAE* Juss.*
32. *THEACEAE* D. Don.*
33. *PASSIFLORACEAE* Juss. ex Roussel, now. cons.
34. *CARICACEAE* Dumort.
35. *BEGONIACEAE* C. Agardh.
36. *ERICACEAE* Juss.*
37. *MYRSINACEAE* R. Br.
38. *BOMBACACEAE* Kunth.
39. *MALVACEAE* Juss.*
40. *EUPHORBIACEAE* Juss.*
41. *PITTOSPORACEAE* R. Br.*
42. Сем. *CRASSULACEAE* DC.*
43. *ROSACEAE* Juss.*
44. *FABACEAE* Lindl.*
45. *NEPENTHACEAE* Dumort.
46. *PUNICACEAE* Horal*.
47. *MELASTOMACEAE* Juss.
48. *MYRTACEAE* Juss.*
49. *ONAGRACEAE* Juss.*
50. *RUTACEAE* Juss.*
51. *SAPINDACEAE* Juss.*
52. *OXALIDACEAE* R. Br.*
53. *GERANIACEAE* Juss.*
54. *BALSAMINACEAE* A. Rich.*
55. *MALPIGHIACEAE* Juss.*
56. *ARALIACEAE* Juss.*
57. *CELASTRACEAE* R. Br.*
58. *VITACEAE* Juss.*
59. *LEEACEAE* Dumort.
60. *RUBIACEAE* Juss.*
61. *APOCYNACEAE* Juss.*
62. *ASCLEPIADACEAE* R. Br.*
63. *OLEACEAE* Hoffm. et Link*
64. *VERBENACEAE* J. St.-Hil.*
65. *LAMIACEAE* Lindl.*
66. *SOLANACEAE* Juss.*
67. *GESNERIACEAE* Dumort.
68. *ACANTHACEAE* Juss.*
69. *CAMPANULACEAE* Juss.*
70. *ASTERACEAE* Dumort.*
71. *ALISMACEAE* Vent.*
72. *COLCHICACEAE* DC.*
73. *HYACINTHACEAE* Batsch.*
74. *AMARYLLIDACEAE* J. St.-Hil.*
75. *PHORMIACEAE* J. Agardh
76. *AGAVACEAE* Dumort.
77. *ALOACEAE* Batsch.
78. *ANTHERICACEAE* J. Agardh
79. *CONVALLARIACEAE*
80. *RUSCACEAE* Hutch.*
81. *ASPARAGACEAE* Juss.*
82. Сем. *DRACAENACEAE* Salisb.
83. Сем. *IRIDACEAE* Juss., nom. cons.
84. Сем. *HYPOXIDACEAE* R. Br.
85. Сем. *ORCHIDACEAE* Juss.
86. Сем. *BROMELIACEAE* Juss.
87. Сем. *CYPERACEAE* Juss.*
88. *COMMELINACEAE* R. Br.*
89. *POACEAE* Barnhart.
90. *STRELITZIACEAE* Hutch.
91. *MUSACEAE* Juss.
92. *ZINGIBERACEAE* Martynov
93. *COSTACEAE* Nakai
94. Сем. *MARANTACEAE* R. Br
95. *ARECACEAE* Sch. Bip.*
96. *PANDANACEAE* R. Br.
97. *ARACEAE* Juss.*

*Латинские названия таксонов даны по С.К. Черепанову [79].

6.4. КОЛЛЕКЦИИ ОТКРЫТОГО ГРУНТА БОТАНИЧЕСКОГО САДА УО «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА»

Реорганизации пединститута в университет активизировала работу Ботанического сада по интродукции растений. Университет стал регулярно издавать «Список семян» для обмена между ботаническими садами. В 1997 г. опубликован первый выпуск «Каталога коллекций живых растений ботанического сада Витебского госуниверситета за 1995 г.». Первый выпуск Каталога включал список из 1 184 различных растений, культивируемых в открытом грунте сада: 291 таксон древесных пород из 94 родов и 37 семейств; список травянистых цветочно-декоративных растений на 893 наименования, относящихся к 248 родам из 52 семейств. Коллекция растений в открытом грунте Ботанического сада УО «Витебского государственного университета им. П.М. Машерова» (далее – ВГУ имени П.М. Машерова) на полевой период 2018 г. насчитывала 1 850 видов и разновидностей.

По состоянию на 2018 г. наибольшее количество представителей древесных растений относится к следующим семействам: *Rosaceae* – 86 видов и разновидностей (22,7%), *Cupressaceae* – 56 видов и разновидностей (15,4%), *Saxifragaceae* – 32 (9%), *Pinaceae* – 28 (7,7%), *Caprifoliaceae* – 23 (6,3%). Полнее других в коллекции представлены роды: *Juniperus* – 28 видов и разновидностей, *Thuja* – 18, *Ribes* – 15, что составляет соответственно 7,7%, 4,9% и 4,1% от общего количества видов и разновидностей древесных растений в коллекции.

Прирост коллекции травянистых растений за 23 года составил 60,7% (с 893 таксонов в 1995 г. до 1 472 в 2018 г.). В 1995 г. 57,1% среди травянистых растений составляли формы и культивары, в 2018 г. их доля уменьшилась до 28,8%. Наиболее интенсивно коллекция прирастала в 2004, 2007 и 2012 гг. (на 171, 138 и 181 таксон соответственно к предыдущему году). Коллекция уменьшалась в 1999, 2005 и 2010 гг. (на 88, 48 и 249 таксонов соответственно). Уменьшение коллекции произошло по объективным причинам (плохая перезимовка, болезни некоторых растений).

По состоянию на 2018 г. наибольшее количество представителей травянистых растений относится к следующим семействам: *Liliaceae* – 185 видов и разновидностей (12,6%), *Asteraceae* – 126 видов и разновидностей (8,6%), *Lamiaceae* – 73 (5%), *Ranunculaceae* – 74 (5,2%), *Iridaceae* – 62 (4,2%). Полнее других в коллекции представлены роды: *Tulipa* – 115 видов и разновид-

ностей, *Lilium* – 57, *Iris* – 42, что составляет соответственно 7,9%, 3,9% и 2,9% от общего количества видов и разновидностей травянистых растений в коллекции сада.

В таблице 6.13 показана динамика изменения состава коллекции травянистых растений открытого грунта ботанического сада ВГУ имени П.М. Машерова за 23 года.

Таблица 6.13. – Динамика изменения состава коллекции травянистых растений ботанического сада ВГУ имени П.М. Машерова

Год	Таксоны	Семейства	Роды	Виды	Внутривидовые таксоны
1995	893	52	248	414	510
2001	952	75	326	597	377
2011	1 220	95	403	827	437
2015	1 457	101	472	1 034	477
2018	1 472	105	540	1 048	424

В общем составе коллекции живых растений ботанического сада ВГУ имени П.М. Машерова выделяются отдельные коллекции.

Коллекция цветочно-декоративных многолетних корневищных травянистых растений насчитывает 172 вида и разновидностей из 6 семейств. В 2015 г. наибольшее количество таксонов этой коллекции насчитывали следующие роды (табл. 6.14). Доля в общем составе коллекции выделялась среди травянистых растений.

Таблица 6.14. – Динамика изменения состава коллекции цветочно-декоративных многолетних корневищных травянистых растений ботанического сада ВГУ

Род	Количество таксонов, шт.			
	1995 г.	Доля в общем составе, %	2015 г.	Доля в общем составе, %
<i>Astilbe</i>	19	2,1	23	1,6
<i>Hosta</i>	8	0,9	9	0,6
<i>Hemerocallis</i>	26	2,9	29	2
<i>Iris</i>	90	10,1	42	2,9
<i>Paeonia</i>	17	1,9	31	2,1
<i>Phlox</i>	19	2,1	38	2,6

В последние годы сад испытывает недостаток свободных площадей для размещения увеличивающейся коллекции. Поэтому мы планомерно уменьшаем количество выращиваемых сортов (исключаем из коллекции самые распространенные), а на высвободившейся площади испытываем новые виды и культивары.

Коллекция малораспространенных многолетников насчитывает 220 видов и разновидностей из 52 семейств. Это представители разных экологических групп с множеством декоративных достоинств.

Коллекция луковичных растений насчитывает 290 видов и разновидностей из 5 семейств. Динамика изменения за последние 23 года представлена в таблице 6.15.

Таблица 6.15. – Динамика изменения состава коллекции луковичных растений ботанического сада ВГУ

Род	Количество таксонов, шт.			
	1995 г.	Доля в общем составе, %	2018 г.	Доля в общем составе, %
<i>Allium</i>	14	1,6	33	2,3
<i>Narcissus</i>	15	1,7	32	2,2
<i>Lilium</i>	57	6,4	57	3,9
<i>Tulipa</i>	80	9	115	7,9
<i>Fritillaria</i>	2	0,2	8	0,5
<i>Muscari</i>	3	0,3	9	0,6

Коллекция клубнелуковичных и клубневых растений насчитывает 49 видов и разновидностей из 11 семейств.

Коллекция пряно-ароматических растений под своим названием объединяет большую группу растений, плодов, корней, листьев и других частей, которые содержат ароматические вещества. Всего в коллекции сада насчитывается 70 видов эфирно-масличных и пряных растений из 14 семейств.

Коллекция лекарственных растений насчитывает 111 видов, включенных в фармакопею Республики Беларусь из 47 семейств.

Коллекция редких и охраняемых видов флоры Беларуси. Ботанический сад активно проводит природоохранную работу в различных направлениях. Сотрудниками ботанического сада ВГУ выращивается 53 вида редких и реликтовых растений флоры Беларуси. Нами изучается возможность выращивания их в условиях культуры с целью сбережения генофонда и последующей реинтродукции. Образцы растений накапливали различным путем: получение посадочного материала во время командировок по Витебской области, изъятие живых растений и семян из мест естественного произрастания, обмен посевным материалом между научными учреждениями. Последнее дает возможность наиболее эффективно получать семенной материал дикорастущей флоры различных частей ареала.

Многолетние наблюдения за поведением редких видов в условиях ботанического сада ВГУ показали, что они характеризуются различными показателями роста, зимостойкости, засухоустойчивости, теневыносливости, устойчивости к болезням и вредителям, способности к размножению и естественному возобновлению.

Соотношение краснокнижных видов категориям охраны в коллекции следующее:

I категория охраны (CR – находящиеся на грани исчезновения) – 12 видов;

II категория охраны (EN – исчезающие виды) – 11 видов;

III категория охраны (VU – уязвимые виды) – 16 видов;

IV категория охраны (NT – потенциально уязвимые виды) – 14 видов.

Из списка растений, исчезнувших с территории Беларуси, в коллекции произрастают 3 вида из трех семейств. В данной коллекции представлены 36 видов растений, нуждающихся в профилактической охране.

Экспозиция системы высших растений. Способ организации системы высших растений и расположение их в нем соответствует филогенетическому принципу современной ботанической систематики. Это поможет посетителям сада наглядно представить себе путь и направления развития высших растений, осознать значение развернутой перед нами картины процесса эволюции растительного мира.

Важное принципиальное значение имеет вопрос, в какой ботанической системе должны быть высажены растения в отделе. Мы остановились на наиболее принятой филогенетической системе Армена Тахтаджяна. На запланированной и частично осуществленной экспозиции представлены 537 видов высших растений из 114 семейств 70 порядков.



Рисунок 6.26. – Коллекционный участок ботанического сада ВГУ имени П.М. Машерова



Рисунок 6.27. – Клумбы на центральной аллее ботанического сада ВГУ имени П.М. Машерова

В ботаническом саду ВГУ имени П.М. Машерова собрана крупная коллекция живых растений, характеризующаяся большим биоразнообразием. Она имеет важное культурно-просветительное и учебное значение, обладает научной ценностью и является экспериментальной базой для разносторонних исследований и ведения экскурсионной работы (рис. 6.26 и 6.27).

Главным источником создания коллекций живых растений являются научный обмен семенами и живыми растениями с ботанико-растениеводческими учреждениями СНГ и дальнего зарубежья, а также экспедиционные сборы растительного материала. В этих целях комплектуется обменный фонд посадочного материала и издается делектус семян. Обменные связи с каждым годом расширяются.

Основным направлением работы с коллекцией (на современном этапе) является поддержание высокого биоразнообразия и пополнение новыми, наиболее эффектными представителями флоры.

Заключение

Ботанические сады разработали и пронесли через века традицию обмена, изучения и сохранения растений во всем мире. Они служили местом

эстетического отдыха, центрами лекарственных и систематических исследований, то есть играли центральную роль в историческом распределении полезных растений по регионам мира и способствовали развитию национальных экономик государств. В то время как основные центры биологического разнообразия находятся в тропиках и субтропиках, местоположения ботанических садов показывают, что они расположены в высокоразвитых индустриальных странах и на сравнительно небольших площадях выращивают тысячи видов со всех концов мира. Теперь, когда количество видов растений во всем мире снижается из-за утраты мест обитания, экспансии инвазивных чужеродных видов, чрезмерной эксплуатации ресурсов, загрязнения окружающей среды и изменения климата, сохранение растительного биоразнообразия становится жизненно важным обоснованием существования имеющихся ботанических садов и разработки проектов создания новых. Согласно Конвенции о биологическом разнообразии ботаническим садам отведена важная роль в сохранении растений.

В монографии рассмотрены вопросы сохранения коллекционных фондов *ex situ* в ботанических садах Республики Беларусь. Работы представленных ботанических садов показывают, что интродукция растений является эффективным, а часто и единственно возможным, методом сохранения биологического разнообразия растений, а также способом увеличения численности сохраняемого таксона и расширения его ареала. Многие из выращиваемых видов, не обеспеченных мерами охраны в природе, представляют собой страховой фонд этих таксонов. Введение в культуру, в т.ч. *in vitro*, редких и исчезающих видов, имеющих важное практическое значение, т.к. среди них много лекарственных, декоративных, пищевых и др., может существенно снизить антропогенное давление на их природные популяции. В главе 6 монографии описаны коллекции хозяйственно полезных сосудистых растений ботанических садов Беларуси (ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (Могилевская область), Центр экологии УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», Ботанический сад УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»), приведены данные по истории создания, современному таксономическому составу, особо ценным образцам, способам сохранения и документирования генофонда.

Список использованной литературы

1. Гаранович, И.М. Генофонд древесных интродуцентов ЦБС НАН Беларуси / И.М. Гаранович, Н.В. Македонская, Т.В. Шпитальная, М.Н. Рудевич, В.Г. Гринкевич // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов : мате-

риалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского (7–9 октября). – Минск, 2015. – С. 314–317.

2. Гаранович, И.М. Генофонд культурной дендрофлоры Беларуси / И.М. Гаранович, Н.В. Македонская, Т.В. Шпитальная, М.Н. Рудевич, В.Г. Гринкевич // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования : материалы Всероссийской научной школы-конференции, посвященной 115-летию со дня рождения А.А. Уранова (Пенза, 10–14.05.2016). – Пенза, 2016 – С. 44–46.

3. Гаранович, И.М. Генофонд дендрария ЦБС НАН Беларуси / И.М. Гаранович, М.Н. Рудевич // Актуальные вопросы сохранения биологического разнообразия. Интродукция растений : труды Международной научной конференции, посвященной 80-летию Алтайского ботанического сада (17–19 июня 2015 г.). – Риддер : Алтайский ботанический сад, 2015. – С. 97–99.

4. Гаранович, И.М. Культуры лечебного садоводства в Беларуси / И.М. Гаранович, Т.В. Шпитальная // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and lifequality. Part 1. Nitra. – 2015. – P. 165–168.

5. Гаранович, И.М. Полезные интродуценты / И.М. Гаранович, Т.В. Шпитальная // Наука и инновации. – 2015. – № 3. – С. 15–19.

6. Каталог древесных растений основных коллекционных фондов Беларуси. – Минск : Право и экономика, 2013. – 134 с.

7. Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. – Минск : Тэхнолoгiя, 2010. – 264 с.

8. Коллекции Центрального ботанического сада. – Минск : Конфидо, 2013. – 282 с.

9. Македонская, Н.В. Результаты интродукции рода *Syringa* L. в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси и перспективы их использования / Н.В. Македонская // Цветоводство: История, теория, практика : материалы VII Международной научной конференции (Минск, 24–26.05.2016). – Минск : Конфидо, 2016. – С. 160–161.

10. Garanovich, T. Introduction Research of *Hippophae rhamnoides* L. in Belarus / T. Garanovich, T. Shpitalnaya // Sea buckthorn: Emerging Technologies for Health Protection and Environmental Conservation : proceedings of 7th Conference of the International Sea buckthorn Association (November 24–26, 2015). – New Delhi, India : 2015 – P. 147–158.

11. Торчик, В.И. Декоративные садовые формы хвойных растений / В.И. Торчик, Е.Д. Антонюк. – Минск : Эдит ВВ, 2007 – 152 с.

12. Torchuk, U.I. Evaluation of an Assortment of Ornamental Forms of Conifers in Central Botanical Garden of Belarus National Academy of Sciences / U.I. Torchuk // Acta Horticulturae. – 2010. – № 885. – P. 375–381.

13. Torchuk, U.I. Peculiarities of garden-variety forms of conifers introduction in the Republic of Belarus / U.I. Torchuk // Journal of Botany. – 2014. – Vol. VI. – № 1 (8). – P. 130–135.

14. Торчик, В.И. Ризогенез у декоративных садовых форм хвойных растений и способы его интенсификации / В.И. Торчик, А.Ф. Келько, Г.А. Холопук. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 218 с.

15. Торчик, В.И. Перспективы использования спонтанных соматических мутаций в селекции декоративных форм сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / В.И. Торчик // Наука и инновации. – 2011. – № 8. – С. 67–70.

16. Торчик, В.И. Декоративные формы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) селекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси : мат. Междунар. научн. конфер., посвящ. 85-летию Центрального бот. сада НАН Беларуси / В.И. Торчик, Г.А. Холопук. – Минск, 2017. – С. 310–314.

17. Cullen, J. Hardy Rhododendron Species. A Guide to Identification / J. Cullen. – Portland : Timber Press, Inc. – 2005. – 496 p.
18. Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (открытый грунт) / сост. И.К. Володько [и др.]; науч. ред. : В.Н. Решетников, В.В. Титок. – Минск : Тэхналогія, 2010. – 267 с.
19. Кутас, Е.Н. Клональное микроразмножение рододендронов и их практическое использование / Е.Н. Кутас. – Минск : Беларуская навука, 2009. – 188 с.
20. Рупасова, Ж.А. Рододендроны как сырьевые источники Р-витаминов в условиях Беларуси / Ж.А. Рупасова, Л.В. Гончарова, В.В. Титок. – Saarbrücken : LAMBERT Academic Publishing. – 2013 – 65 с.
21. Ботяновский, И.Е. Культура рододендронов в Белоруссии / И.Е. Ботяновский. – Минск : Наука и техника, 1981. – 96 с.
22. Володько, И.К. Эколого-биологические основы интродукции рододендронов (*Rhododendron* L.) в условиях Беларуси / И.К. Володько, Ж.А. Рупасова, В.В. Титок. – Минск : Беларус. навука, 2015. – 269 с.
23. Кудинов, М.А. Бруснику – в культуру / М.А. Кудинов, Е.К. Шарковский // Сельское хозяйство Беларуси. – 1978. – № 6. – С. 46.
24. Курлович, Т.В. Голубика высокорослая в Беларуси. / Т.В. Курлович, В.Н. Босак ; науч. ред. Е.А. Сидорович. – Минск : Белорусская наука, 1998. – 176 с.
25. Государственный реестр сортов : справочное издание / ГУ «Гос. инспек. по испыт. и охр. сортов раст.» ; ответ. ред. В.А. Бейня. – Минск. – 2017. – 326 с.
26. Декоративные многолетники: результаты интродукции и перспективы использования в народном хозяйстве / И.К. Володько [и др.]. – Минск : Белорус. наука, 2008. – 214 с.
27. Рыженкова, Ю.И. Гиацинты / Ю.И. Рыженкова. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 79 с.
28. Лунина, Н.М. Редкие многолетние цветы / Н.М. Лунина, Н.Л. Белоусова. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 185 с.
29. Дуброва, О.Н. Редкие однолетние растения / О.Н. Дуброва. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 143.
30. Завадская, Л.В. Биологические особенности мелкокорончатых нарциссов (*Narcissus*) коллекционного фонда Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Л.В. Завадская // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2016. – № 2. – С. 42–46.
31. Цеханович, С.В. Особенности роста и развития сортов хризантемы корейской (*Chrysanthemum coreanum*), интродуцированных в Беларуси / С.В. Цеханович // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2017. – № 2. – С. 94–99.
32. Бородич, Г.С. Опыт интродукции ириса карликового (*Iris pumila*) и его сортов в Беларуси / Г.С. Бородич // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2018. – Т. 63. – № 3. – С. 358–364.
33. Гелетуха, Г. Топливные характеристики энергетических культур / Г. Гелетуха, Т. Железная, А. Трибой // Энергоэффективность. – 2015. – № 2. – С. 58–68.
34. Горный, А.В. Технология возделывания топинамбура на семенные цели : науч.-методич. пособие / А.В. Горный ; под ред. А.В. Горного. – Минск : БелНИИ овощеводства, 2000. – 34 с.
35. Зеленков, В.Н. Топинамбур: агробиологический портрет и перспективы инновационного применения : монография / В.Н. Зеленков, Н.Г. Романова ; М-во сельского хозяйства Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т – МСХА имени К.А. Тимирязева [и др.]. – Москва : Изд-во РГАУ – МСХА, 2012. – 161 с.

36. Купцов, Н.С. Энергоплантации : справочное пособие по использованию энергетических растений / Н.С. Купцов, Е.Г. Попов ; отв. ред. Б.Ю. Аношенко. – Минск : Конфидо, 2015. – 128 с.

37. Купцов, Н.С. Плантации для получения энергии в Беларуси возможны / Н.С. Купцов // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 8 (76). – С. 28–31.

38. Агабалаева, Е.Д. Физиолого-биохимические особенности представителей рода *Trigonella* при интродукции в условиях Беларуси : автореф. дис. ... на соискание учен. ст. канд. биолог. наук : специальность 03.01.05 «Физиология и биохимия растений» / Е.Д. Агабалаева. – Минск, 2015. – С. 34.

39. Aftab, A.K. Gas chromatographic coupled massspectroscopic study of fatty acids composition of *Nigella sativa* L. (kalonji) oil commercially available in Pakistan / A.K. Aftab, S.A. Mahesar, A.R. Khaskheli, S.T.H. Sherazi, Q. Sofi, K. Zakia // International Food Research Journal. – 2014. – № 21 (4). – P. 1533–1537.

40. Скаковский, Е.Д. ЯМР анализ хлороформенных экстрактов семян чернушки / Е.Д. Скаковский, Л.Ю. Тычинская, С.Н. Шиш, А.Г. Шутова, С.А. Ламоткин // Труды БГТУ, Серия химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2015. – № 4 (177). – С. 234–239.

41. Скаковский, Е.Д. Состав водных экстрактов семян растений рода *Nigella* L., установленный методом ЯМР / Е.Д. Скаковский, Л.Ю. Тычинская, С.Н. Шиш, А.Г. Шутова, С.А. Ламоткин // Труды БГТУ, Сер. хим. технологии, биотехнология и геоэкология. – 2018. – № 2 (211). – С. 171–175.

42. Исакова, А.Л. Семенная продуктивность нигеллы дамасской (*Nigella damascena*) и нигеллы посевной (*Nigella sativa*) в условиях Беларуси / А.Л. Исакова, В.Н. Прохоров, А.В. Исаков, А.А. Запрудский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 89–92.

43. Чертович, В.Н. Растения для зимних садов и интерьеров / В.Н. Чертович, Т.А. Поболовец, В.В. Титок / НАН Беларуси, Центральный ботанический сад. – Минск : Беларуская навука, 2018. – 230 с.

44. Титок, В.В. Коллекционный генофонд редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / В.В. Титок, Л.В. Кухарева, С.П. Торчик // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : мат. Междунар. конф., посв. 80-летию ЦБС НАН Беларуси (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь) : в 2 ч. – Минск, 2012. – Ч 1. – С. 298–302.

45. Kruchonok, A. Methods for assessing environmental conditions for the creation of artificial model coenopopulations of rare and endangered plant species of the flora of Belarus / A. Kruchonok, V. Titok, B. Anoshenko // *Różnorodność biologiczna – odkomórki do ekosystemu. Now wyzwania w badaniach botanicznych i środowiskowych* ; edited by Grażyna Łaska / Polskie Towarzystwo Botaniczne. – Białystok, 2018.

46. Кручонок, А.В. Особенности резервирования зародышевой плазмы редких и исчезающих видов растений флоры болот приграничных территорий Беларуси и Литвы / А.В. Кручонок, Л. Šveistytė, В.В. Титок // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны. – Минск, 2018. – С. 79–82.

47. Решетников, В.Н. Биотехнология растений и перспективы ее развития / В.Н. Решетников, Е.В. Спиридович, А.М. Носов // Физиология растений и генетика. – 2014. – Т. 46. – № 1. – С. 3–18.

48. Спиридович, Е.В. Асептическая коллекция и банк ДНК Центрального ботанического сада НАН Беларуси как эффективные инструменты сохранения редких растений /

Е.В. Спиридович, Т.И. Фоменко, А.Б. Власова, О.Н. Козлова, И.Ф. Вайновская, А.Н. Юхимук, С.М. Кузьменкова, О.А. Носиловский, В.Н. Решетников // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2017. – № 3. – С. 117–128.

49. Trevor, R. DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation / R. Trevor [et al.] // J. Plant Res. – 2007. – Vol. 120. – P. 17–29.

50. Vlasava, N.B. Genetic differentiation of historic cultivars of herbaceous *Paeonia* based on SRAP markers: documentation and conservation of botanic collections / N.B. Vlasava [et al.] // Works of the State Nikit. Bot. Garden. – 2014. – Vol. 139. – P. 187–199.

51. Кузьменкова, С.М. Опыт создания информационно-поисковой системы НВС-Info в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / С.М. Кузьменкова, О.А. Носиловский, Л.В. Завадская, И.К. Володько // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : мат. Междунар. конф., посвящ. 80-летию ЦБС НАН Беларуси (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь) : в 2 ч. – Минск, 2012. – Ч. 1. – С. 163–167.

52. Белый, П.Н. Ключ для определения лишайников рода *Cetrelia* (Lecanorales, Ascomycota) Беларуси / П.Н. Белый, В.В. Голубков, А.Г. Цуриков // Веснік ВДУ. – 2015. – № 4 (88). – С. 47–51.

53. Белый, П.Н. Ключ для определения лишайников рода *Lepraria* (Stereocaulaceae, lichenized Ascomycota) Беларуси / П.Н. Белый, А.Г. Цуриков, В.В. Голубков // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П.М. Машэрава. – 2016. – № 4 (93). – С. 36–41.

54. Белый, П.Н. Лишайники еловых лесов Беларуси / П.Н. Белый. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 230 с.

55. Белый, П.Н. Новые данные о распространении *Heterodermia speciosa* (Physciaceae, Lichenes) в Беларуси / П.Н. Белый, В.В. Голубков // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2009. – № 3. – С. 19–22.

56. Белый, П.Н. Род *Coenogonium* (Coenogoniaceae, Lichenized Ascomycota) во флоре Беларуси / П.Н. Белый // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І.П. Шамякіна. – 2011. – № 2. – С. 3–7.

57. Белый, П.Н. *Hypocenomyce friesii* (Ophiopharmaceae, Ascomycota) – новый вид лишайника для Беларуси / П.Н. Белый, Е.А. Сидорович // Доклады Национальной академии наук Беларуси (серия биологических наук). – 2013. – Т. 57. – № 3. – С. 103–105.

58. Bely, P. *Absconditella lignicola* (Stictidaceae) – lichen species new to Belarus / P. Bely // Botanica Lithuanica. – 2012. – № 18 (2). – P. 164–165.

59. Bely, P. The lichen genus *Cetrelia* in Belarus: distribution, ecology and conservation / P. Bely, V. Golubkov, A. Tsurukau, E. Sidorovich // Botanica Lithuanica. – 2014. – № 20 (2). – P. 69–76.

60. Tsurukau, A. The genus *Lepraria* (Stereocaulaceae, lichenized Ascomycota) in Belarus / A. Tsurukau, V. Golubkov, P. Bely // Folia Cryptogamica Estonica. – 2016. – № 53. – P. 43–50.

61. Tsurukau, A. The genera *Hypotrachyna*, *Parmotrema* and *Punctelia* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycota) in Belarus / A. Tsurukau, V. Golubkov, P. Bely // Herzogia. – 2015. – № 28 (2) – Teil 2. – P. 743–752.

62. Гордеева, А.П. Путеводитель по Ботаническому саду БГСХА / А.П. Гордеева, Т.В. Сачивко. – Горки : БГСХА, 2014. – 32 с.

63. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2018. – 240 с.

64. Декоративные и лекарственные растения (открытый грунт): каталог Ботанического сада Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – Горки : БГСХА, 2013. – 308 с.

65. Саскевич, П.А. Инновационные разработки УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» / П.А. Саскевич, Ю.Л. Тибец. – Горки : БГСХА, 2017. – 241 с.
66. Сачивко, Т.В. Малораспространенные пряно-ароматические культуры – теперь в Госреестре / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 5. – С. 38–40.
67. Сачивко, Т.В. Новые сорта Ботанического сада УО БГСХА / Т.В. Сачивко, А.П. Гордеева, В.Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 163–166.
68. Сачивко, Т.В. Новые сорта малораспространенных видов лука: характеристика и особенности возделывания / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 4. – С. 20–21.
69. Сачивко, Т.В. Новые сорта нетрадиционных видов лука / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 7. – С. 64–66.
70. Сачивко, Т.В. Основные хозяйственно ценные признаки *Ruta graveolens* L. / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Агропромышленные технологии центральной России. – 2018. – № 1. – С. 44–48.
71. Сачивко, Т.В. Особенности коллекции пряно-ароматических растений в ботаническом саду / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 206–210.
72. Сачивко, Т.В. Оценка новых сортов *Trigonella* L. по основным хозяйственно ценным признакам / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Мичуринский агрономический вестник. – 2017. – № 2. – С. 144–148.
73. Сачивко, Т.В. Оценка хозяйственно полезных признаков многолетних луков / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно : ГАУ, 2016. – Т. 32. – С. 152–158.
74. Вахний, А.А. Таксономический анализ сосудистых растений агробиологического центра УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина» / А.А. Вахний, Ю.А. Демчук, А.А. Каминская // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія, біялогія, навукі аб зямлі. – 2012. – № 1. – С. 10–14.
75. Зеркаль, С.В. Ботаническая коллекция агробиологического центра УО «БрГУ им. А.С. Пушкина» / С.В. Зеркаль, А.П. Колбас, Н.Ю. Колбас // Вучоўныя запіскі Брэсцкага ўн-та. – 2007. – Т. 3, – Ч. 2. – С. 117–133.
76. Полевая практика по ботанике : метод. указания для студ. биол. и геогр. факультетов / С.В. Зеркаль [и др.] ; под ред. М.П. Жигар. – Брест : Изд-во БрГУ им. А.С. Пушкина, 2007. – 42 с.
77. Веремчук, О.Н. История и современное состояние ландшафтного озеленения в Брестском государственном университете имени А.С. Пушкина / О.Н. Веремчук, Н.К. Якимович // Веснік Брэсцкага ўн-та. – 2007. – № 1. – С. 74–86.
78. Колбас, А.П. Ботаническая коллекция БрГУ имени А.С. Пушкина: история, современность и перспективы / А.П. Колбас, О.Н. Веремчук, Л.Л. Комолова, И.Н. Яковук, Н.В. Шималова // Цветоводство: традиции и современность : VI Междунар. науч. конф., Волгоград 15–18 мая 2013.
79. Жизнь растений : в 6 т. ; под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1978 – Т. 4. – 447 с.; 1982. – Т. 5. – Ч. 1.; 1980. – 430 с.; Т. 5, Ч. 2. – 1980. – 511 с.; Т. 6. – 1982. – 543 с.
80. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – Спб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Природная флора Республики Беларусь включает около 1 200 видов хозяйственно полезных растений (более 60% ее общего состава). В ее составе пищевые, кормовые, технические, лекарственные, медоносные, фитомелиоративные и прочего назначения растения, являющиеся важным ресурсным источником удовлетворения повседневных бытовых потребностей населения и разных отраслей промышленности. Вместе с тем генофонд природной флоры, сформированный в ходе длительной эволюции в широком диапазоне условий среды, является носителем богатого генетического материала, в частности высокого адаптационного потенциала, что играет важную роль для использования его в селекции и растениеводстве в современный период глобальных изменений климата и разнообразных природных катаклизмов.

Хозяйственно полезные растения характеризуются высоким таксономическим разнообразием. Они принадлежат к 92 семействам 270 родов. Самыми крупными по числу видов являются семейства злаков (*Poaceae* Barnhart), сложноцветных (*Asteraceae* Dumort.), бобовых (*Fabaceae* Lindl.), розовых (*Rosaceae* Juss.), зонтичных (*Umbelliferae* Juss.), губоцветных (*Lamiaceae* Lindl.). Вместе с тем они разнородны по экологической приуроченности, являясь представителями растительных сообществ разных типов – лесных, луговых, опушечных, прибрежно-водных, водных, болотных, рудеральных. Среди этих видов наблюдается также высокий уровень изменчивости по диапазону занимаемых ими экологических ниш – от эвритопных, способных произрастать в различных экотопах (по уровню влагообеспеченности, освещенности, трофности, кислотности и пр.), до стенотопных, приспособленных к однотипным местообитаниям. Способы размножения также различны – семенное (половое, апомиктическое), вегетативное, осуществляемое на основе различных органов.

По генезису представители природной флоры, в том числе и хозяйственно полезные растения, делятся на аборигенные, составляющие природное ядро флоры, и адвентивные (заносные), проникшие и проникающие на территорию республики из других природных зон и приспособляющиеся к новым условиям в соответствии с их адаптационным потенциалом.

Их соотношение среди компонента хозяйственно полезных растений примерно равное. Существует группа заносных инвазионных видов, проявляющих агрессивные свойства по отношению к другим видам.

Значительная изменчивость среди хозяйственно полезных видов прослеживается по их эколого-ценотической роли и частоте встречаемости – от широко распространенных, являющихся доминантами и содоминантами растительных сообществ, до редких и очень редких, зарегистрированных в единичных местообитаниях и находящихся на грани исчезновения. Около 150 видов включены в «Красную книгу Республики Беларусь» и подлежат охране на государственном уровне.

Отмеченные эколого-биологические особенности видов растений тесно взаимосвязаны с уровнем их генетической изменчивости. Широко распространенные виды, для которых территория республики соответствует зоне экологического оптимума, формируют обширные полночленные генетически разнообразные популяции. Именно таковыми и являются многие ресурсно значимые виды. Редкие виды, как известно, характеризуются обедненным генофондом и уязвимостью по отношению к антропогенным воздействиям и флуктуирующим факторам природной среды.

Немалый вклад в разнообразие генофонда вносят цитогенетические особенности видов, выражающиеся в изменчивости структурной организации кариотипа – числа хромосом, их величины и формы. К примеру, по уровню пloidности наблюдается изменчивость от диплоидов ($2n=2x=8$) до 18-пloidов ($2n=18x=180$). Преобладают виды с невысоким уровнем пloidности – ди- и тетрапloidы, а с более высоким (доминируют виды с уровнем пloidности $6x-8x$) – их около 20%. Многие, в том числе хозяйственно полезные, виды дифференцированы на пространственно изолированные хромосомные расы разного уровня пloidности, занимающие при этом разные экологические ниши, что представляет собой исходные этапы формо- и видообразования. Вместе с тем цитогенетическая изменчивость выражается в анеупloidии, числе добавочных хромосом (В-хромосом), гетероморфизме отдельных пар хромосом.

Таким образом, краткие обобщенные сведения о хозяйственно полезных растениях природной флоры свидетельствуют о богатстве и разнообразии их генофонда. Его использование должно осуществляться на научной основе с учетом эколого-биологических и генетических особенностей видов растений, их ресурсного потенциала, возможностей восстановления исходной структуры природных популяций, не причиняя ущерба состоянию генофонда и биологического разнообразия.

7.1. КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТЕНИЙ ПО ЦЕЛЕВОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

По возможному целевому использованию виды хозяйственно полезных растений могут быть классифицированы на следующие основные группы: кормовые, пищевые, лекарственные, медоносные, технические, декоративные, фитомелиоративные, почвоукрепляющие, ядовитые (рис. 7.1). Следует подчеркнуть, что преобладающее большинство видов полезных являются многофункциональными, т. е. один и тот же вид одновременно может относиться к разным группам и использоваться, к примеру, в качестве лекарственного, кормового, фитомелиоративного и пр.

7.1.1. Лекарственные растения

Данная группа – наиболее крупная по числу видов. Во флоре республики их 988, и распределены они более или менее равномерно по ведущим семействам и родам природной флоры. По приблизительным подсчетам на земном шаре насчитывается около 17 тыс. видов лекарственных растений, что составляет около 5% от общего флористического состава Земли [2]. При этом следует отметить, что большинство из них используется преимущественно в народной медицине разных стран при лечении широкого спектра заболеваний. Число их необычайно велико и не контролируемо. В данном аспекте существуют свои особенности в каждой стране и

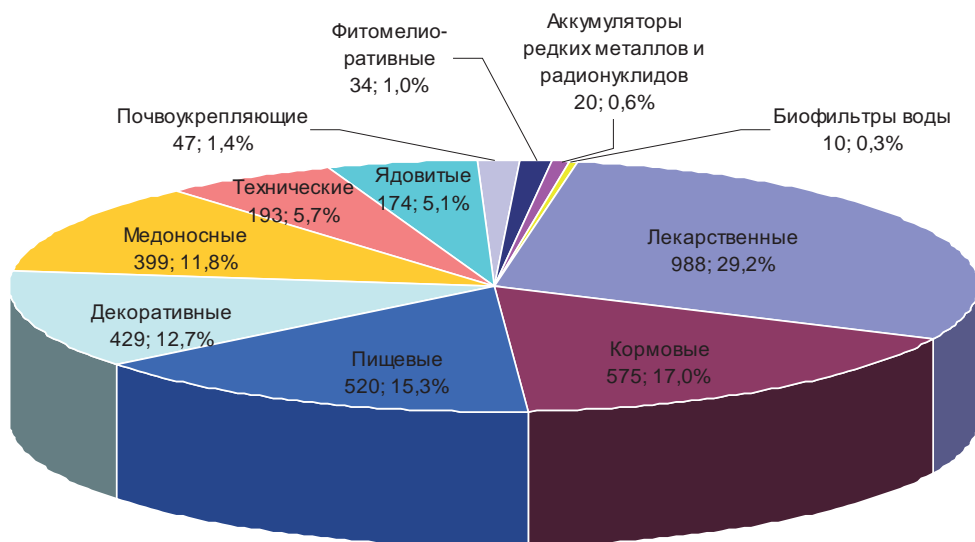


Рисунок 7.1. – Классификация хозяйственно полезных растений РБ по возможному целевому использованию

природной зоне, и чаще всего лекарственные растения используются на основе многовекового опыта народа, отображенного в настоящее время в богатом объеме публикаций по данной проблеме, а также содержащегося в интернет-источниках.

В официальной медицине находит применение лишь незначительная часть лекарственных растений. Так, в фармакопее ведущих стран мира используется всего около 400 видов растений, в России – 183 [14]. Государственной фармакопеей Республики Беларусь разрешено использование сырья 82 видов лекарственных растений [6].

Наиболее востребованными из них являются следующие: валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.), пустырник сердечный (*Leonurus cardiac* L.), шалфей луговой (*Salvia pratensis* L.), цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* Mill.), толокнянка (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.), мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), боярышник однопестичный (*Crataegus monogyna* Jacq.), окопник лекарственный (*Symphytum officinale* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), бузина черная (*Sambucus nigra* L.), девясил высокий (*Inula helenium* L.), репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.), синюха голубая (*Polemonium caeruleum* L.) и др.



Рисунок 7.1. – Шалфей луговой (*Salvia pratensis* L.): общий вид, семена



Рисунок 7.2. – Чабрец обыкновенный (*Thymus serpyllum* L.)

Однако даже столь незначительная доля востребованных фармацевтической промышленностью растительных ресурсов обеспечивает производство около 40% используемых в мире лекарственных средств, хотя по некоторым группам лекарств эта доля значительно выше. Так, при лечении сердечно-сосудистых заболеваний более 80% лекарств получают из растительного сырья [2].

Потребность фармацевтической промышленности в растительном сырье неуклонно возрастает, что обусловлено рядом объективных факторов. Лекарства растительного происхождения многокомпонентны по своему составу, они действуют на организм более мягко, не вызывают побочных эффектов и привыкания, быстрее выводятся из организма, чем синтетические препараты. К тому же они особенно эффективны для профилактики заболеваний, в качестве дополнительных средств при лечении острых заболеваний синтетическими препаратами и на заключительных этапах выздоровления от разных заболеваний. Лекарственные растения выполняют основную роль в производстве лекарств для гомеопатии, а также в современной индустрии продуктов оздоровления – биологически активных добавок (БАДов), возникшей на стыке фармацевтической и пищевой промышленности [2, 7, 17, 33, 40].

В настоящее время ресурсы лекарственных растений природной флоры Беларуси используются недостаточно. Некоторые особо востребованные

виды культивируются в промышленных масштабах [17]. Однако далеко не все виды растений (нередко очень ценные) легко поддаются культивированию. В связи с этим возникает необходимость использования природных ресурсов, но в настоящее время потенциальные потребители не располагают достаточными сведениями о распространении необходимых для использования лекарственных растений, биологических и эксплуатационных запасах их лекарственного сырья, способах и объемах его изъятия, не наносящего при этом ущерба природным популяциям и биологическому разнообразию. Исследования в этом направлении актуальны и необходимы.

7.1.2. Кормовые растения

Данная группа включает 575 видов растений (более 25% общего числа видов природной флоры республики). Самыми представительными по количеству видов являются семейства злаки и бобовые. К ним относятся 575 видов, различающихся по кормовым достоинствам и другим хозяйственно ценным признакам и свойствам. Наиболее высокой ресурсной значимостью и питательной ценностью характеризуются следующие виды: ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.), райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), клевер гибридный (*T. hybridum* L.), клевер ползучий (*T. repens* L.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), двукисточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert), люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.), люцерна желтая (*Medicago falcata* L.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), донник белый (*Melilotus albus* Medik.), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) и др. Эти виды послужили исходным материалом для выведения широко используемых в кормопроизводстве сортов растений, характеризующихся комплексом полезных свойств: высокая продуктивность, засухо- и мозоустойчивость, хорошее возобновление после скашивания и стравливания, длительностью сохранения в травостоях и пр. [13–15, 19, 21, 25, 27–30]. Однако возможности использования природного генофонда этих и других видов далеко не исчерпаны. В связи с этим следует подчеркнуть, что отмеченные выше виды растений являются в «белорусском» фрагменте ареала обычными аборигенными широко распространенными видами, нередко доминантами и содоминантами природных растительных сообществ. Такие особенности обычно сопряжены с высокой генетической изменчивостью, широкой экологической амплитудой, экологической пластичностью, что свидетельствует о перспективности их использования в качестве источников и доноров ценного генетического материала в селекции.

Многие представители злаков и бобовых характеризуются более низкими кормовыми достоинствами, но они сильно варьируют по многим полезным биологическим особенностям и экологическим предпочтениям, что позволяет осуществлять целенаправленный выбор необходимых растительных объектов в соответствии с конкретными потребностями. Наиболее изменчивы представители семейства злаков. По характеру побегообразования среди них различают корневищные, рыхлокустовые и плотнокустовые, что имеет важное значение при выборе объектов для рекультивации трансформированных почвенных субстратов. По высоте стеблей и характеру облиственности злаки делят на верховые и низовые, по отношению к влагообеспеченности субстрата – на ксерофильные, мезофильные, гигрофильные; по особенностям роста и развития – на скоро-, средне- и позднеспелые; по скорости отрастания после сенокосения – на отавные и малоотавные [25].

Некоторые примеры позволяют составить представление об экологической приуроченности видов природной флоры республики. Так, мятлик болотный (*Poa palustris* L.), овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea* Schreb.), полевица побегообразующая (*Agrostis stolonifera* L.), чина болотная (*Lathyrus palustris* L.) перспективны для культивирования на избыточно увлажненных территориях. Клевер средний (*Trifolium medium* L.), клевер земляничный (*Trifolium fragiferum* L.), ячмень гривастый (*Hordeum jubatum* L.) хорошо растут на кислых почвах; засухоустойчивы клевер люпиновый (*Trifolium lupinaster* L.) и житняк гребневидный (*Agropyron cristatum* (L.) Beauv.). Колосняк песчаный (*Leymus arenarius* (L.) Hochst.), булавоносец седой (*Corynephorus canescens* (L.) Beauv.), тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata* (L.) Pers.), тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.) и др. предпочитают песчаные субстраты [2, 3, 15, 19, 21, 25 27–30].

При использовании некоторых растений необходимо учитывать эволюционно сложившуюся сезонную изменчивость качества их кормов. К примеру, существует достаточно представительная по численности группа растений (преимущественно злаков), ценных в кормовом отношении до начала цветения, а затем их вегетативная масса грубеет и плохо поедается. Среди них выделяются виды рода вейник (*Calamagrostis* Adans.), бухарник шерстистый (*Holcus lanatus* L.), полевица собачья (*Agrostis canina* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.), костер мягкий (*Bromus mollis* L.), трехзубка простертая (*Sieglingia decumbens* (L.) Bernh.), бескильница расставленная (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.) и др. [2, 3, 15, 19, 25].

Кормовые растения относятся не только к злакам и бобовым, но входят в состав 82 других семейств. В этом случае они обозначаются понятием

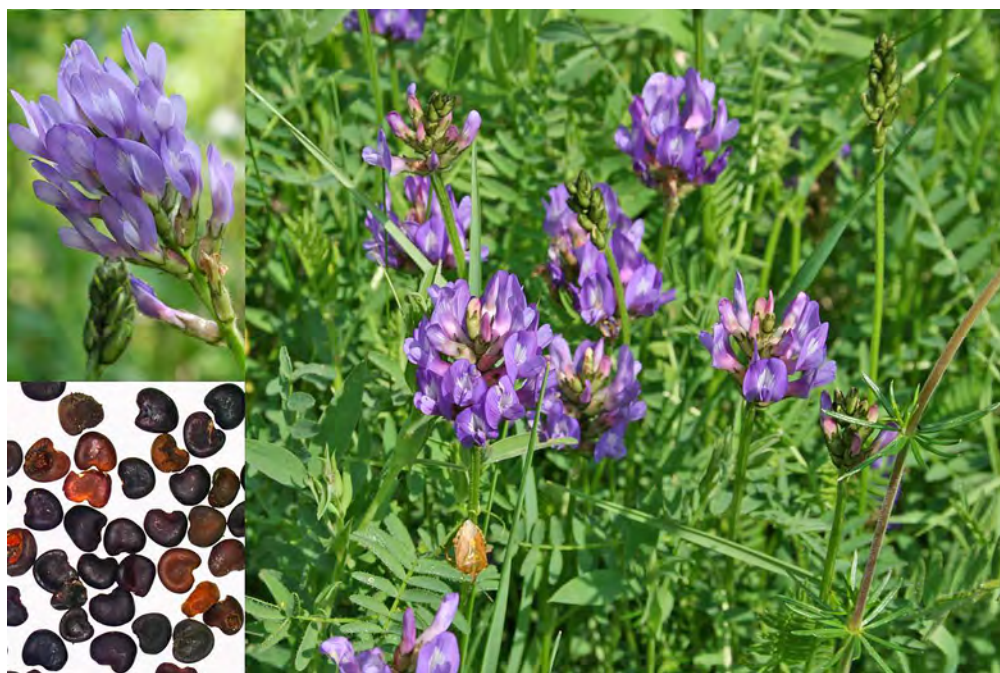


Рисунок 7.3. – Астрагал датский (*Astragalus danicus* Retz.): общий вид, соцветие, семена



Рисунок 7.4. – Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.): общий вид, соцветие, плоды

«разнотравье». Наиболее крупными по числу видов среди разнотравья являются семейства сложноцветных (*Asteraceae* Dumort.), крестоцветных (*Brassicaceae* Durnett), маревых (*Chenopodiaceae* Vent.), губоцветных (*Lamiaceae* Lindl.), розовых (*Rosaceae* Juss.). Большинство этих видов значительно уступает представителям злаков и бобовых по биомассе и питательной ценности, что послужило основанием считать их растениями низкого кормового достоинства. Однако следует отметить, что химический состав большинства из них в должной мере не изучен. Поэтому справедливо считается, что и разнотравье является источником полезных для животных веществ. В естественных кормовых угодьях наиболее часто встречаются представители следующих родов: подмаренник (*Galium* L.), щавель (*Rumex* L.), василек (*Centaurea* L.), горец (*Polygonum* L.), вероника (*Veronica* L.), колокольчик (*Campanula* L.), ситник (*Juncus* L.), сердечник (*Cardamine* L.), гвоздика (*Dianthus* L.), лапчатка (*Potentilla* L.) и ряд других. Синантропное кормовое разнотравье представлено родами марь (*Chenopodium* L.), лебеда (*Atriplex* L.), полынь (*Artemisia* L.) и большим количеством сорных растений: осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik), щирица обыкновенная (*Amaranthus retroflexus* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.). Среди водных, прибрежно-водных и болотных растений кормовое значение имеют рдесты (*Potamogeton* L.), ряска (*Lemna* L.), ежеголовники (*Sparganium* L.), рогозы (*Typha* L.), а также ряд видов: элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica* L.), телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides* L.), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), горец змеиный (*Polygonum bistorta* L.), калужница болотная (*Caltha palustris* L.) и др. [3, 10, 12, 15, 19]

Большинство кормовых трав поедаются всеми видами животных. Однако некоторые растения отличаются в этом отношении узкой специализацией. К примеру, жарновец метельчатый (*Sarothamnus scoparius* (L.) Koch), клевер золотистый (*Trifolium aureum* Poll.), марь гибридная (*Chenopodium hybridum* L.), норичник узловатый (*Scrophularia nodosa* L.), поедаются преимущественно козами и овцами. Лесные ягодные и орехоплодные растения служат кормом для диких животных и птиц [25].

7.1.3. Пищевые растения

Содержание пищевых растений составляет 520 видов (26% от общего числа видов природной флоры). Эти растения являются источником ценных, необходимых для человека соединений. В их числе витамины (С, А, В₁,

B₂, K, PP), микроэлементы, соли кальция, калия, железа, фосфора, белки, жиры углеводы, клетчатка, пектин, биологически активные соединения и др. [2, 3, 7, 27–31, 33, 34, 40].

В нашей природной зоне по вкусовым и питательным свойствам, а также по продуктивности выделяется группа лесных ягодных растений. Сюда входят малина (*Rubus idaeus* L.), ежевика (*Rubus caesius* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium vitis idaea* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), земляника (*Fragaria vesca* L.), клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.). Эти растения занимают большие площади. Их плоды массово собираются населением для личных нужд и являются даже предметом экспорта.

Среди пищевых растений представительной по численности является группа овощных (пригодных для салатов, винегретов, гарниров, первых блюд) и напитков (суррогатов кофе и чая) растений, включающая около 90 видов. Перечень основных из них приведен в таблице 7.1 с указанием органов растений используемых для приготовления пищевых продуктов. Необходимо отметить, что растения этой группы, несмотря на пищевую ценность, являются в республике малоиспользуемыми. В настоящее время в качестве овощных и напитков растений используются, и то нечасто, лишь немногие виды. К ним относятся крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), иван-чай (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), щавель кислый (*Rumex acetosa* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.) и ряд других. Причиной этого являются, прежде всего, психологические барьеры, нацеленные на употребление преимущественно культурных растений и недостаточная осведомленность населения о полезности их дикорастущих аналогов, способах их заготовки и использования, затруднения видовой идентификации в природе.

Заслуживает внимания небольшая группа растений, синтезирующих инулин, который представляет собой природный полисахарид, не имеющий синтетических аналогов, исключительно ценный для обеспечения нормального пищеварения. Основным его продуцентом является топинамбур, или земляная груша (*Helianthus tuberosus* L.), который в республике изредка культивируется и при этом успешно натурализуется, проявляя иногда даже агрессивные свойства. Продуцентами инулина, хотя и в меньшем количестве, являются девясил высокий (*Inula helenium* L.), одуванчик



Рисунок 7.5. – Лук медвежий, черемша (*Allium ursinum* L.): общий вид, соцветие, семена



Рисунок 7.6. – Жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.)

лекарственный, цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), виды рода козелец (*Scorzonera* L.) [2].

Семена некоторых видов растений могут служить суррогатами: крупы для приготовления каш, а в размолотом состоянии – муки для хлебопечения. К ним относятся представители родов манник (*Glyceria* R. Br.), щетинник (*Setaria* Beauv.), полевичка (*Eragrostis* N.M. Wolf), амарант (*Amaranthus* L.). Ряд видов растений накапливают крахмал в подземных органах. Примерами могут служить таволга обыкновенная (*Filipendula vulgaris* Moench), чистец болотный (*Stachys palustris* L.), горец змеиный (*Polygonum bistorta* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), представители родов рогоз (*Typha* L.), кувшинка (*Nymphaea* L.) и кубышка (*Nuphar* Smith). Имеется информация об использовании этих растений в прошлом народами Сибири и северных регионов России, а также населением некоторых европейских стран в неурожайные и военные годы [32]. Получение муки, крупы и крахмала из растений природной флоры в настоящее время экономически нецелесообразно. Тем не менее население любой страны должно располагать доступной информацией, включающей перечень видов пищевых растений и способы их применения для того, чтобы обезопасить себя в случаях особых непредвиденных ситуаций путем их непосредственного использования или введения в культуру [2–4, 7, 27–31, 33, 34, 40].

Одним из преимуществ потребления растений этой группы является то, что растительное сырье можно получить без трудовых затрат на его выращивание. К тому же потребитель будет иметь дело с экологически чистыми продуктами, не содержащими нитратов и пестицидов, широко используемых в настоящее время в сельском хозяйстве. Особых затруднений в сборе рекомендуемых растений не должно возникать, поскольку большинство из них являются широко распространенными видами, а используемым сырьем обычно служит надземная часть растений – молодые побеги и листья.

Убедительным аргументом использования пищевых растений природной флоры может служить возможность расширения ассортимента и качества пищевых продуктов, приготовленных с участием их растительного сырья. Необходимо учитывать, что эти растения являются источником полезных, нередко незаменимых соединений и их употребление, несомненно, будет способствовать укреплению иммунной системы, сохранению и улучшению здоровья.

Таблица 7.1. – Малоиспользуемые овощные и напитки растения природной флоры

№ пп	Вид растения	Встречаемость	Цель использования, используемые органы		
			овощные салаты, первые и вторые блюда	напиточные суррогаты	чай
1.	Бедренец камнеломковый (<i>Pimpinella saxifraga</i> L.)	часто	молодые листья	-	-
2.	Борщевик сибирский (<i>Heracleum sibiricum</i> L.)	часто	молодые побеги и листья	-	-
3.	Боярышник кроваво-красный (<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.)	изредка	плоды	плоды	плоды, листья
4.	Буквица лекарственная (<i>Betonica officinalis</i> L.)	часто	-	-	листья
5.	Бурачник лекарственный (<i>Borago officinalis</i> L.)	изредка	листья	-	цветки
6.	Вербейник монетчатый (<i>Lysimachia nummularia</i> L.)	часто	-	-	олиственные побеги
7.	Вереск обыкновенный (<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill)	очень часто	-	-	цветоносные побеги
8.	Горец птичий (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	очень часто	молодые побеги	-	-
9.	Гравилат городской (<i>Geum urbanum</i> L.)	часто	листья	-	листья
10.	Гравилат речной (<i>Geum rivale</i> L.)	часто	листья	-	листья
11.	Девясил высокий (<i>Inula helenium</i> L.)	изредка	корневище	-	-
12.	Донник лекарственный, или желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	часто	молодые листья	-	цветоносные побеги
13.	Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	часто	-	плоды (желуди)	-
14.	Дудник лекарственный, дягиль лекарственный (<i>Angelica archangelica</i> L.)	изредка	молодые побеги	-	корни

№ пп	Вид растения	Встречае- мость	Цель использования, используемые органы		
			овощные салаты, первые и вторые блюда	напиточные суррогаты кофе	чай
15.	Дудник лесной (<i>Angelica sylvestris</i> L.)	часто	молодые побеги, черешки, листья	-	-
16.	Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)	изредка	-	-	цветоносные побеги
17.	Ежевика сизая (<i>Rubus caesius</i> L.)	часто	-	-	молодые побеги
18.	Ежовник обыкновенный, куриное просо (<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.)	часто	семена	-	-
19.	Заячья капуста большая (<i>Hylotelephium maximum</i> (L.) Holub)	изредка	молодые побеги, листья	-	-
20.	Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	часто	надземная часть	-	-
21.	Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	часто	-	-	цветоносные побеги
22.	Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	очень часто	-	корни	листья
23.	Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus</i> L.)	часто	-	семена	-
24.	Капуста полевая (<i>Brassica campestris</i> L.)	изредка	молодые растения	-	-
25.	Кислица обыкновенная (<i>Oxalis acetosella</i> L.)	очень часто	листья	-	-
26.	Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	часто	то же	-	-
27.	Колокольчик рапунцелевидный (<i>Campanula rapunculoides</i> L.)	часто	то же	-	-
28.	Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)	очень часто	молодые побеги	-	-

№ пп	Вид растения	Встречаемость	Цель использования, используемые органы		
			овощные салаты, первые и вторые блюда	напиточные суррогаты	чай
29.	Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.)	часто	листья	-	листья
30.	Лебеда раскидистая (<i>Atriplex patula</i> L.)	часто	молодые побеги	-	-
31.	Липа сердцевидная, или мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	часто	молодые листья	-	цветки
32.	Лопух большой (<i>Arctium lappa</i> L.)	часто	молодые листья, черешки, корни	корни	-
33.	Лопух паутинистый (<i>Arctium tomentosum</i> Mill.)	часто	то же	корни	-
34.	Лук медвежий, черемша (<i>Allium ursinum</i> L.)	редко	листья, луковичи		
35.	Лук огородный (<i>Allium oleraceum</i> L.)	часто	листья, луковичи		
36.	Манжетка остролопастная (<i>Alchemilla acutiloba</i> Opiz)	часто	листья	-	-
37.	Манник плавающий (<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br.)	часто	зерновки	-	-
38.	Марь белая (<i>Cheporodium album</i> L.)	часто	молодые побеги, листья	-	-
39.	Медуница неясная (<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.)	изредка	молодые побеги	-	-
40.	Можжевельник обыкновенный (<i>Juniperus communis</i> L.)	часто	плоды	плоды	-
41.	Латук дикий, или компасный, молюкан дикий (<i>Lactuca serriola</i> L.)	изредка	молодые побеги, листья	-	-
42.	Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	очень часто	молодые листья	корни	-
43.	Окопник лекарственный (<i>Symphytum officinale</i> L.)	изредка	молодые листья	-	-
44.	Орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn ex Decken)	часто	молодые побеги	-	-
45.	Осот огородный (<i>Sonchus oleraceus</i> L.)	изредка	молодые побеги, листья	-	-

№ пп	Вид растения	Встречае- мость	Цель использования, используемые органы		
			овощные салаты, первые и вторые блюда	напиточные суррогаты кофе	чай
46.	Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	часто	молодые побеги, листья	-	-
47.	Паслен черный (<i>Solanum nigrum</i> L.)	изредка	листья, плоды	-	-
48.	Пастушья сумка обыкновенная (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik)	очень часто	молодые листья	-	-
49.	Подмаренник душистый (<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.)	часто	-	семена	-
50.	Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	очень часто	молодые листья	-	-
51.	Портулак огородный (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	изредка	листья	-	-
52.	Просвирник маленький (<i>Malva pusilla</i> Smith)	часто	молодые побеги, листья	-	-
53.	Рогоз широколистный (<i>Typha latifolia</i> L.)	изредка	-	корне- вища	-
54.	Сияк обыкновенный (<i>Echium vulgare</i> L.)	часто	молодые побеги, листья	-	-
55.	Смолевка обыкновенная (<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke)	часто	молодые побеги	-	-
56.	Сныть обыкновенная (<i>Aegorodium podagraria</i> L.)	очень часто	молодые побеги, листья	-	-
57.	Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.)	часто	молодые побеги, листья	-	-
58.	Сурепка прямая (<i>Barbarea stricta</i> Andrz.)	изредка	то же	-	-
59.	Сусак зонтичный (<i>Butomus umbellatus</i> L.)	часто	корневище	-	-

№ пп	Вид растения	Встречаемость	Цель использования, используемые органы		
			овощные салаты, первые и вторые блюда	напиточные суррогаты	чай
60.	Таволга вязолистная (<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.)	часто	молодые листья	-	цветки
61.	Таволга обыкновенная (<i>Filipendula vulgaris</i> Moench)	изредка	клубеньки	-	-
62.	Тмин обыкновенный (<i>Carum carvi</i> L.)	изредка	молодые побеги, корни	-	-
63.	Тростник обыкновенный (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.)	очень часто	корневища	корневища	-
64.	Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.)	очень часто	молодые побеги	-	-
65.	Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium intybus</i> L.)	очень часто	молодые побеги, листья	корни	-
66.	Чермуха обыкновенная (<i>Radus avium</i> Mill.)	часто	плоды	-	плоды
67.	Чертополох курчавый (<i>Carduus crispus</i> L.)	часто	молодые побеги	-	-
68.	Чистяк весенний (<i>Ficaria verna</i> Huds.)	часто	молодые побеги	-	-
69.	Щавель кислый (<i>Rumex acetosa</i> L.)	часто	молодые побеги, листья	-	-
70.	Щавель конский (<i>Rumex confertus</i> Willd.)	часто	молодые побеги	-	-
71.	Щавель пирамидальный (<i>Rumex thyrsiflorus</i> Fingerh.)	изредка	молодые побеги	-	-
72.	Щетинник зеленый (<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.)	часто	молодые листья, семена	-	-
73.	Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	часто	молодые листья, семена	-	-
74.	Ярутка полевая (<i>Thlaspi arvense</i> L.)	часто	молодые листья	-	-
75.	Яснотка белая (<i>Lamium album</i> L.)	часто	молодые листья	-	-

7.1.4. Пряно-ароматические растения

Это группа специфических растений, широко используемых в качестве компонента при приготовлении пищевых продуктов в быту и при изготовлении продукции различными отраслями промышленности – пищевой, ликеро-водочной, парфюмерно-косметической и др. Будучи используемыми в небольших количествах в качестве приправ при приготовлении пищи, они улучшают ее вкусовые качества и усвояемость, возбуждают аппетит, нормализуют пищеварение, способствуют энергичному обмену веществ, благотворно отражаются на деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем.

Пряноароматические растения характеризуются богатым химическим составом, основу которого составляют специфические эфирные и жирные масла, разнообразные ароматические соединения, алкалоиды, флавоноиды, гликозиды, дубильные вещества, органические и неорганические кислоты и пр. Однако химический состав детально изучен лишь у 2–3% растений мировой флоры. В связи с этим синтетические аналоги природных соединений в необходимых объемах и ассортименте не создаются и в настоящее время потребности в ароматических веществах в мире удовлетворяются преимущественно за счет растений культурной, культивируемой и природной флоры [2, 7, 17, 18, 26].

В мире насчитывается около 3 тыс. видов пряноароматических растений. В Беларуси их около 80. Однако большинство из них используется слабо или вообще не используется населением республики, что обусловлено сложившейся традицией удовлетворения потребностей в приправах за счет импорта, а также из-за недостаточной осведомленности о полезных свойствах местного растительного сырья. В *таблице 7.2* приведены 62 наиболее используемых в республике вида с указанием конкретных целей использования (вида пищевых продуктов) и используемых органов растений (листья, побеги, цветки, корни, корневища). Практическое применение находят лишь немногие растения этой группы. К ним относятся тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), чабрец (*Thymus serpyllum* L.), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), хрен обыкновенный (*Armoracia rusticana* Gaertn., Mey et Scherb.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), некоторые представители рода мята (*Mentha* L.). Этот пробел необходимо устранять за счет организации просветительской работы среди населения республики и введения в культуру пряноароматических растений [2, 3, 7, 17, 18, 23, 26, 27–30, 33, 40].

Таблица 7.2. – Пряно-ароматические растения природной флоры Беларуси

№ п/п	Название вида	Встречаемость	Используемая часть растения	Цель использования
1.	Аир обыкновенный, или болотный (<i>Asorus salatus</i> L.)	часто	корневища, листья	ликеро-водочные, хлебопекарские, кондитерские, рыбные изделия, безалкогольные напитки, первые и вторые блюда
2.	Бедренец камнеломковый (<i>Pimpinella saxifrage</i> L.)	часто	все части растения	ликеро-водочные, хлебопекарские, кисло-молочные, кондитерские изделия, салаты
3.	Борщевик сибирский (<i>Heracleum sibiricum</i> L.)	часто	молодые побеги и листья, корневища	салаты, вторые блюда, кондитерские изделия, консервирование
4.	Бузина черная (<i>Sambucus nigra</i> L.)	изредка	цветки, листья, плоды	ликеро-водочные, кондитерские, хлебопекарские изделия, безалкогольные напитки, парфюмерия
5.	Бурачник лекарственный (<i>Boiago officinalis</i> L.)	изредка	листья, цветки	ликеро-водочные, мясные, грибные, хлебопекарские, кондитерские изделия, безалкогольные напитки, салаты, первые и вторые блюда
6.	Валериана лекарственная (<i>Valeriana officinalis</i> L.)	часто	листья	салаты, ликеро-водочные и табачные изделия
7.	Вахта трехлистная (<i>Menyanthes trifoliata</i> L.)	часто	листья	суррогат перца; ликеро-водочные и мясные изделия
8.	Горец змеиный (<i>Polygonum bistorta</i> L.)	изредка	корневища, листья, молодые побеги	ликеро-водочные изделия, вторые блюда
9.	Горец перечный (<i>Polygonum hydropiper</i> L.)	часто	надземная часть до плодоношения	суррогат перца
10.	Гравилат городской (<i>Geum urbanum</i> L.)	часто	молодые листья, корневища	суррогат гвоздики и корицы; ликеро-водочные и кондитерские изделия, салаты, безалкогольные напитки, консервирование, парфюмерия
11.	Гравилат речной (<i>Geum rivale</i> L.)	часто	корневища	безалкогольные напитки, салаты, кондитерские изделия, консервирование

№ п/п	Название вида	Встречаемость	Используемая часть растения	Цель использования
12.	Гусиный лук желтый (<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker-Gawl.)	изредка	луковички, листья	салаты, вторые блюда
13.	Дескурайния Софии (<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl)	изредка	семена	салаты, суррогат горчицы
14.	Донник лекарственный, или желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	часто	листья, верхние части цветоносных побегов	ликеро-водочные, мясные, кисло-молочные, рыбные, табачные изделия, салаты, безалкогольные напитки, парфюмерия
15.	Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	часто	листья	консервирование
16.	Дудник лекарственный, дягиль лекарственный (<i>Angelica archangelica</i> L.)	изредка	цветоносные побеги, молодые листья, семена, корневища	ликеро-водочные, рыбные, овощные, хлебопекарские кондитерские изделия, безалкогольные напитки, парфюмерия, косметика
17.	Дудник лесной (<i>Angelica sylvestris</i> L.)	часто	молодые побеги, черешки, корневища	салаты, рыбные и кондитерские изделия, вторые блюда
18.	Душистый колосок (<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.)	часто	листья, стебли	ликеро-водочные и табачные изделия, безалкогольные напитки, парфюмерия
19.	Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)	изредка	цветоносные побеги	ликеро-водочные, мясные, рыбные молочно-кислые, хлебопекарские изделия, первые и вторые блюда, безалкогольные напитки, консервирование, парфюмерия
20.	Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	очень часто	верхняя часть цветоносных побегов до плодоношения	рыбные, ликеро-водочные изделия, безалкогольные напитки, парфюмерия

№ п/п	Название вида	Встречаемость	Используемая часть растения	Цель использования
21.	Зубровка степная (<i>Hierochloa odorata</i> (L.) Beauv.)	редко	надземная часть	ликеро-водочные и рыбные изделия, безалкогольные напитки
22.	Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	очень часто	листья, цветки	безалкогольные напитки, мясные изделия, первые блюда
23.	Кадило сарматское (<i>Melittis sarmatica</i> Klok.)	очень редко	надземная часть	ликеро-водочные изделия, безалкогольные напитки
24.	Калужница болотная (<i>Caltha palustris</i> L.)	часто	бутоны	кондитерские изделия
25.	Касатик ложноаировый, касатик желтый, касатик болотный (<i>Iris pseudacorus</i> L.)	часто	корневища	ликеро-водочные и кондитерские изделия, безалкогольные напитки, парфюмерия
26.	Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	очень часто	листья, цветочные головки	безалкогольные напитки, салаты, вторые блюда, кондитерские и хлебопекарские изделия
27.	Костяника (<i>Rubus saxatilis</i> L.)	изредка	семена	овощные, первые и вторые блюда
28.	Купырь лесной (<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.)	очень часто	листья	салаты, вторые блюда, консервирование
29.	Лапчатка прямостоячая, или калган (<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.)	часто	листья, корневища	ликеро-водочные, рыбные, мясные изделия
30.	Липа сердцелистная, или мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	часто	молодые листья, почки, цветки	ликеро-водочные и овощные изделия, безалкогольные напитки, парфюмерия
31.	Лук медвежий, черемша (<i>Allium ursinum</i> L.)	редко	листья, луковичцы	салаты, мясные продукты, первые блюда, консервирование
32.	Лук огородный (<i>Allium oleraceum</i> L.)	часто	то же	салаты, мясные продукты, первые блюда, консервирование

№ п/п	Название вида	Встречаемость	Используемая часть растения	Цель использования
33.	Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.)	изредка	то же	салаты, мясные продукты, первые блюда, консервирование
34.	Можжевельник обыкновенный (<i>Juniperus communis</i> L.)	часто	древесина, шишковаягоды	безалкогольные напитки, мясные продукты, консервирование, парфюмерия
35.	Мята водная (<i>Mentha aquatica</i> L.)	изредка	листья, верхняя часть побегов до плодоношения	ликеро-водочные, молочно-кислые, кондитерские, мясные, рыбные, хлебопекарские, табачные изделия, безалкогольные напитки, первые блюда, консервирование
36.	Мята длиннолистная (<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.)	часто	то же	то же
37.	Мята полевая (<i>Mentha arvensis</i> L.)	часто	то же	то же
38.	Мята мутовчатая (<i>Mentha x verticillata</i> L.)	изредка	то же	молочно-кислые, мясные, рыбные, кондитерские, хлебопекарские, табачные изделия, первые блюда; консервирование
39.	Пастернак дикий (<i>Pastinaca sylvestris</i> L.)	изредка	подземные органы	овощные, мясные, рыбные изделия; консервирование
40.	Пастушья сумка обыкновенная (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.)	очень часто	листья, семена	суррогат горчицы; салаты, вторые блюда
41.	Первоцвет весенний (<i>Primula veris</i> L.)	изредка	листья, цветки	ликеро-водочные изделия, салаты
42.	Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	часто	цветки, листья	ликеро-водочные, мясные, кондитерские изделия, консервирование
43.	Подмаренник душистый (<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.)	часто	надземная часть во время цветения	овощные, ликеро-водочные, молочно-кислые кондитерские, табачные изделия, безалкогольные напитки
44.	Полынь веничная (<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kit.)	часто	надземная часть	консервирование

№ п/п	Название вида	Встречаемость	Используемая часть растения	Цель использования
45.	Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	очень часто	верхняя часть побегов до цветения	ликеро-водочные, мясные изделия, безалкогольные напитки
46.	Полынь лечебная, полынь высокая, Божье дерево (<i>Artemisia abrotanum</i> L.)	изредка	надземная часть	безалкогольные напитки, мясные, кондитерские изделия, консервирование
47.	Полынь обыкновенная, чернобыльник (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	очень часто	верхняя часть побегов до цветения	консервирование, мясные продукты
48.	Портулак огородный (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	изредка	молодые листья и побеги	салаты, первые и вторые блюда, консервирование
49.	Сердечник луговой (<i>Cardamine pratensis</i> L.)	изредка	листья	суррогат перца
50.	Смородина черная (<i>Ribes nigrum</i> L.)	изредка	листья	консервирование, безалкогольные напитки
51.	Таволга вязолистная (<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.)	очень часто	верхняя часть цветоносных побегов, подземные органы	ликеро-водочные изделия, безалкогольные напитки, вторые блюда
52.	Тмин обыкновенный (<i>Carum carvi</i> L.)	изредка	плоды	ликеро-водочные, овощные, мясные, рыбные, молочно-кислые, хлебопекарские изделия, первые блюда, консервирование
53.	Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.)	очень часто	листья	ликеро-водочные овощные, мясные, кисло-молочные, изделия, первые блюда

№ п/п	Название вида	Встречаемость	Используемая часть растения	Цель использования
54.	Хмель обыкновенный (<i>Humulus lupulus</i> L.)	часто	соплодия, молодые побеги	салаты, хлебопекарские изделия, пивоварение
55.	Хрен обыкновенный (<i>Armoracia rusticana</i> Gaertn., Mey et Schreb.)	часто	листья, корневища	салаты, мясные и рыбные изделия, консервирование
56.	Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium intybus</i> L.)	часто	листья, корни	салаты, рыбные и кондитерские изделия, первые блюда суррогат кофе; консервирование
57.	Цмин песчаный (<i>Helichrysum arenarium</i> Mill.)	часто	верхняя часть побегов в период цветения	мясные и рыбные изделия
58.	Чабрец блошиный (<i>Thymus pulegioides</i> L.)	часто	цветоносные побеги	овощные, мясные, рыбные изделия, безалкогольные напитки, первые блюда, консервирование, парфюмерия
59.	Чабрец обыкновенный (<i>Thymus serpyllum</i> L.)	часто	цветоносные побеги	то же
60.	Черемуха обыкновенная (<i>Radus avium</i> Mill.)	часто	цветки, плоды	ликеро-водочные и кондитерские изделия
61.	Чесночница черешковая (<i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.) Savara et Grande)	изредка	листья, семена	салаты, мясные продукты
62.	Эльсгольция реснитчатая (<i>Eisholzia ciliata</i> (Thunb.) Nyl.)	изредка	надземная часть до плодоношения	ликеро-водочные мясные, рыбные изделия, безалкогольные напитки

7.1.5. Медоносные растения

Это значительный по числу видов компонент природной флоры многих регионов Земли. В мире насчитывается около 17 тыс. видов медоносных растений. Во флоре Беларуси их около 400 (более 20% от общего числа видов). Мед – уникальный продукт. Его источником, как известно, являются такие биологические ресурсы, как нектар и пыльца растений. Отличительной особенностью их потребления является то, что их изъятие из природы не приносит ей никакого вреда, а даже, наоборот, положительно отражается на завязываемости плодов и семян.

Для растений этой группы характерно высокое таксономическое разнообразие, что обуславливает широкий диапазон видовой изменчивости по особенностям сезонного роста и развития, а именно по срокам наступления и продолжительности периода цветения, как важных факторов осуществления непрерывного медосбора – с ранней весны до поздней осени, когда цветение культурных медоносных растений еще не наступило или когда оно уже закончилось.

Особое значение для нормального функционирования пчелиных хозяйств имеют ранневесенние медоносы, которые начинают цвести еще в апреле. Среди травянистых растений в нашей зоне к ним относится мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg. s. l.), ветреница дубравная (*Anemone nemorosa* L.), чистяк весенний (*Ficaria verna* Huds.), представители рода медуница (*Pulmonaria* L.). Из древесно-кустарниковых растений следует назвать многие виды рода ив (*Salix* L.), медопродуктивность которых достигает 150 кг меда в пересчете на гектар. Обильно представлена черемуха (*Padus avium* Mill.), лещина (*Corylus avellana* L.), калина (*Viburnum opulus* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.). Медоносами в этот период являются и лесные ягодные растения – черника, голубика, брусника, земляника, клюква [2, 5, 7, 22, 27–30].

Большим видовым разнообразием характеризуются летние медоносы, представители широкого спектра природных растительных сообществ – луговых, лесных, болотных, водных, прибрежно-водных, рудеральных. К ним относятся клевера (*Trifolium* L.), чины (*Lathyrus* L.), горошки (*Vicia* L.), васильки (*Centaurea* L.), колокольчики (*Campanula* L.), герани (*Geranium* L.), лабазники (*Filipendula* Mill.), мяты (*Mentha* L.) и многие другие. Важную роль играют поздние цветоносы, позволяющие осуществлять медосбор в августе-сентябре, когда культурные медоносы уже отцвели. К этому времени относится цветение представителей рода кульбаба (*Leontodon* L.), золотарник (*Solidago* L.), зубчатка (*Odontites* Ludw.), топинамбур (земляная груша) (*Helianthus* L.)), который, как уже отмечалось, в республике культиви-

вируется и успешно натурализуется. Следует указать на ряд синантропных и сорных видов: представителей рода лопух (*Arctium* L.), бодяк (*Cirsium* Hill), осот (*Sonchus* L.), пустырник (*Leonurus* L.), пикульник (*Galeopsis* L.), цикорий (*Cichorium* L.) и др. [2, 5, 7, 22, 27–30].

Медопродуктивность большинства представителей природной флоры не особенно высока – в основном около 100 кг на гектар естественных зарослей. Однако некоторые виды являются своеобразными рекордсменами в этом отношении. Так, липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.) способна обеспечить сбор меда в количестве 800–1000 кг/га, иван-чай (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) – 500–1000 кг, робиния лжеакация (*Robinia pseudacacia* L.) – до 800 кг, донник белый (*Melilotus albus* Medik.) – 200–500 кг, синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.) – до 300 кг, клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) – до 200 кг/га. В этом отношении культурные медоносы занимают более скромное место. Так, медопродуктивность гречихи и рапса составляет всего 100–160 кг/га, яблони домашней – 17–34 кг/га, вишни – 80–90 кг/га, малины – 70–150 кг/га [1, 2, 5, 7, 22, 27–30, 40].

Следует упомянуть небольшую группу растений, содержащих в молодых листьях и почках клейкие вещества, которые являются источником получения такого ценного продукта, как прополис. К ним относятся береза, осина, вяз, черная ольха, некоторые виды ив [2]. Для обеспечения высоких медосборов и качества самого меда необходимо сохранение видового разнообразия природных растительных сообществ, поскольку мед, взятый от каждого вида растений уникален по своему химическому составу, а богатая видовая насыщенность природных фитоценозов позволяет обеспечить сезонную и суточную ритмику медосбора, а также снизить его зависимость от погодных условий.

7.1.6. Технические растения

Представлены в основном лесными древесными породами, широко используемыми в строительстве, целлюлозно-бумажной промышленности, при производстве кормовых дрожжей и добавок, этилового спирта, а также в качестве топлива и пр. Данная группа включает также красильные растения, которые ранее широко использовались для окраски тканей, шерсти, кож и в живописи. Они обеспечивали получение стойких, безвредных красок с широкой гаммой тонов и оттенков, причем один и тот же вид растения давал в зависимости от протравы (обработки солями разных металлов) красители разного цвета. Так, например, из вербейника обыкновенного (*Lysimachia vulgaris* L.) получали желтую, зеленую, коричневую, черную краску, из череды трехраздельной (*Bidens tripartita* L.) – кремовую,

коричневую, лимонно-желтую и светло-зеленую. Информацию о красильных растениях и способах их использования для окраски можно найти в многочисленных, пособиях, справочниках по данной проблеме [2, 7, 24, 27–30, 40]. В настоящее время натуральные красители, получаемые из растений, в значительной мере заменены синтетическими анилиновыми красителями. Не утратили они своего значения лишь для пищевой промышленности, где их источником являются преимущественно ягоды и плоды.

Некоторые растения характеризуются повышенным содержанием дубильных веществ, которые являются более эффективными, чем их синтетические аналоги, и используются до сих пор самостоятельно или совместно с ними. Источником дубильных веществ в нашей природной зоне является кора дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), черной ольхи (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.), робинии лжеакации, некоторых видов ив. Среди травянистых растений повышенное содержание дубильных веществ отмечено в корнях и корневищах некоторых видов щавеля, лабазника вязолистного, герани кроваво-красной (*Geranium sanguineum* L.), вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* (L.) Hill). Уникальным по значению является безвременник осенний (*Colchicum autumnale* L.), клубнелуковицы которого являются источником сильнодействующего алкалоида колхицина, используемого для получения полиплоидов в селекционных и научно-исследовательских цитогенетических работах. Источником смолы является сосна обыкновенная [2, 3, 7, 27–30, 40].

В литературе описаны и другие возможные области использования технических растений. Они касаются в основном мелких кустарных производств и в настоящее время имеют, пожалуй, лишь исторический интерес. К примеру, тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav. Trin. ex Steud.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), манник большой (*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holub.), могут быть использованы как кровельный материал. Для изготовления поделок, обручей, стержней, спиц, щитов могут использоваться некоторые древесно-кустарниковые породы, отличающиеся прочностью и красивой текстурой древесины. К ним относятся робиния лжеакация (*Robinia pseudacacia* L.), лещина (*Corylus avellana* L.), кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt.), можжевельник (*Juniperus communis* L.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.). Ветви и тонкие корни некоторых деревьев (сосна, лещина, ива) и трав (рогоз широколоистный – *Typha latifolia* L.) используются в крестьянских хозяйствах для плетения корзин, матов. Для изготовления шляп рекомендуется использовать стебли бора развесистого (*Milium effusum* L.), гребенника обыкновенного (*Cynosurus cristatus* L.), щучки дернистой (*Deschampsia*

cespitosa (L.) Beauv.). Стебли крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.), иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), донника белого (*Melilotus albus* Medik.), хатьмы тюрингской (*Lavatera thuringiaca* L.), дрока красильного (*Genista tinctoria* L.), содержат прочные прядильные волокна, пригодные для плетения канатов, веревок, шпагата, изготовления мешковины. Растения, формирующие большую вегетативную массу, рекомендуется использовать в качестве топлива и для производства целлюлозы, бумаги и пр. Многие виды растений проявляют биоцидные свойства, их рекомендуется использовать для борьбы с вредителями и грибковыми заболеваниями в быту и сельском хозяйстве. Несомненно, что они экологически безопасны, однако вопрос об эффективности их использования в сравнении с синтетическими препаратами остается открытым [2, 7, 12, 13, 24, 27–30, 40].

7.1.7. Декоративные растения

Служат для удовлетворения эстетических потребностей человека. Природные флоры, как зонально-ландшафтные, так и региональные, содержат большое количество видов декоративных растений, которые способны удовлетворить запросы широкого диапазона декоративного дизайна. В их числе красиво цветущие растения с широкой цветовой гаммой, предназначенные как для срезки, так и для формирования композиций экологически различных ландшафтов – от теневыносливых, мезотрофных, прибрежно-водных, водных до ксерофитных, засушливых, интенсивно освещаемых и хорошо прогреваемых. При этом имеется возможность выбора объектов, формирующих и поддерживающих декоративность создаваемых композиций длительное время, на протяжении всего вегетационного периода. Во флоре Беларуси более 400 видов растений (около 20% ее состава) могут быть использованы в качестве декоративных.

Большие возможности предоставляются при выборе объектов в качестве газонных трав. Ими могут служить представители таких родов как полевица, овсяница, плевел, манник, келерия, двукисточник. Так, овсяница гигантская (*Festuca gigantea* (L.) Vill.) характеризуется высокой засухоустойчивостью и зимостойкостью [27]; овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea* Schreb.) является одним из наиболее выносливых к вытаптыванию засухоустойчивых растений [19]. Широкая экологическая амплитуды, и устойчивость к вытаптыванию отмечена у овсяницы красной (*Festuca rubra* R.). Вместе с тем она характеризуется высокими декоративными свойствами, благодаря наличию форм с широким диапазоном окраски листьев – от зеленоватых до сизых с восковым налетом до ярко-зеленых. Овсяница луговая (*Festuca*



Рисунок 7.7. – Ветреница лесная (*Anemone sylvestris* L.): общий вид, семена



Рисунок 7.8. – Ирис сибирский (*Iris sibirica* L.): общий вид, цветок, семена

pratensis Huds.) устойчива к постоянным скашиваниям, быстро отрастает, хорошо кустится, морозоустойчива; в посевах сохраняется до 15 лет [25]. Плевел многолетний (*Lolium perenne* L.) вследствие быстрого роста перспективен для озеленения территорий в короткий срок; хорошо переносит вытаптывание, уплотнение почвы и частое скашивание [27]. Как газонное растение, ценна полевица побегообразующая (*Agrostis stolonifera* L.), формирующая низкорослый, мягкий, плотный ковер, устойчивый к низкому скашиванию и способный к самовосстановлению декоративности [29, 30, 35].

Для формирования живых изгородей рекомендуются следующие виды: робиния лжеакация (*Robinia pseudacacia* L.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt.) Для вертикального озеленения подходит хмель обыкновенный (*Humulus lupulus* L.), плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.), повои заборный (*Calystegia sepium* (L.) R. Br.) [2, 8, 9].

Многие другие виды декоративных растений могут быть использованы для озеленения различных объектов и территорий: каменистых участков, альпинариев, бордюров, рабаток, клумб и пр. В селекции декоративных растений уже достигнуты очень большие успехи на основе использования генофонда природной флоры. Так, количество сортов роз достигает в настоящее время более 25 тыс., тюльпанов – более 10 тыс., гладиолусов – более 4 тыс. гвоздики – более 300 [2, 8, 9, 27–30, 39]. При этом ассортимент декоративных сортов неуклонно нарастает. Возможности и перспективы в этом отношении далеко не исчерпаны.

Декоративная природная флора республики открывает широкие возможности для выбора объектов в соответствии с конкретными целями. Однако, как свидетельствует практика, ассортимент декоративных растений нарастает в основном за счет их преднамеренной интродукции, что не всегда обеспечивает желаемый эффект из-за того, что новые условия для интродуцентов отличаются в той или иной мере от оптимальных. В «белорусском» фрагменте ареала многие виды декоративных растений характеризуются значительным формовым разнообразием по декоративным признакам и вместе с тем они хорошо адаптированы к условиям данной природной зоны, что свидетельствует о перспективности их использования в качестве исходного материала для непосредственного культивирования и/или селекционной работы.

7.1.8. Фитомелиоративные растения

Их роль заключается в улучшении качества почвенной водной и воздушной среды. Наиболее ценны представители семейства бобовых, обо-

гащающие почву азотом, что делает их незаменимыми в возобновлении плодородия почв. Так, к примеру, донник белый способен накапливать в среднем около 150 кг азота на 1 га, что делает его хорошим предшественником для зерновых и пропашных культур. Вместе с тем многие бобовые растения, имеющие глубокую и разветвленную корневую систему, извлекают из подпахотных горизонтов почвы и переносят в ее поверхностные слои соли разных металлов, микроэлементы, обогащая таким образом химический состав почвы и улучшая ее водный и воздушный режим. Аналогичные, хотя и слабо выраженные, сидератные свойства обнаружены и у представителей других семейств – рода ольха (*Alnus* Mill.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), капусты полевой (*Drassica campestris* L.), горчицы белой (*Sinapis alba* L.), мари многосемянной (*Chenopodium polyspermum* L.), лебеды лоснящейся (*Atriplex sagitta* Borkh.), тимофеевки луговой и др. [2, 7, 28].

Ряд видов обладает способностью поглощать из среды обитания редкие металлы, микроэлементы, радионуклиды. В наибольшей мере это присуще водным и прибрежно-водным растениям, которые выполняют роль своеобразных биофильтров, аккумулируя эти элементы и некоторые загрязнители водной среды. Такие функции отмечены у представителей родов рдест (*Potamogeton* L.), ряска (*Lemna* L.), рогоз (*Typha* L.), а также у таких видов, как водокрас обыкновенный (*Hydrocharis morsus-ranae* L.), элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.), касатик ложноаировый (*Iris pseudacorus* L.), камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla) и др. Среди наземных растений такой способностью обладают овсяница черноватая (*Festuca nigrescens* Lam.) и овсяница красная (*F. rubra* L.), осока лесная (*Carex sylvatica* Huds.), молиния голубая (*Molinia caerulea* (L.) Moench), плевел многоцветковый (*Lolium multiflorum* Lam.) [2, 27–29, 35–38]. Представители рода манник (*Glyceria* R. Br.) перспективны для залужения сильно переувлажненных мест. Важнейшим из них является манник плавающий (*G. fluitans* (L.) R. Br.). С этой целью может быть использован и двукисточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea*) [27].

В составе природной флоры имеются виды, способные осуществлять закрепление грунтов (почв, каменистых и песчаных субстратов), предотвращая, таким образом, процессы водной и ветровой эрозии. В Беларуси вследствие равнинного характера ее территории эта проблема не столь актуальна. Тем не менее и здесь периодически возникает потребность в закреплении дорожных и карьерных откосов, береговых склонов водоемов, песчаных обнажений грунта. Флора Беларуси содержит около 40 видов растений, способных осуществлять такую функцию за счет комплекса определенных признаков и свойств. Такие растения имеют мощную, раз-

ветвленную и глубоко проникающую в грунт корневую систему, являются быстрорастущими, неприхотливыми и устойчивыми к воздействию неблагоприятных факторов (прежде всего к недостаточной влагообеспеченности субстрата), способными к быстрому накоплению гумуса. К тому же у них преобладает вегетативное размножение.

Среди травянистых растений такими видами являются, главным образом, злаки: вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea* Schreb.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), плевел многолетний (*Lolium perenne* L.), двукисточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert), костер безостый (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub). Среди бобовых также имеются почвоукрепляющие виды: жарновец метельчатый (*Sarothanus scoparius* (L.) Koch), астрагал солодколистный (*Astragalus glycyphyllos* L.), люцерна желтая (*Medicago falcata* L.), донник белый (*Melilotus albus* Medik.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.). Корневая система этих видов проникает вглубь на 1–2 м. Почвоукрепляющие свойства, хотя выраженные в меньшей мере, могут быть и у видов других семейств – иван-чая (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), ежевики сизой (*Rubus caesius* L.), представителей рода чабрец (*Thymus* L.). Некоторые виды растений рекомендуется использовать для специфических субстратов. Например, колосняк песчаный (*Leymus arenarius* (L.) Hochst.), булавоносец седой (*Corynephorus canescens* (L.) Beauv.), тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Spreng.) DC.) более всего пригодны для закрепления песчаных почв и формирования ксерофитных ценозов, мятлик сплюснутый (*Poa compressa* L.) – для глинистых почв. Среди древесных и кустарниковых пород в качестве почвозакрепителей рекомендуется использовать робинию лжеакацию (*Robinia pseudacacia* L.), карагану древовидную (*Caragana arborescens* Lam.), черемуху обыкновенную (*Padus avium* Mill.), жимолость лесную (*Lonicera xylosteum* L.), бузину красную (*Sambucus racemosa* L.), свидину кроваво-красную (*Swida sanguinea* (L.) Opiz), розу морщинистую (*Rosa rugosa* Thunb.), виды рода бересклет (*Euonymus* L.) [2, 4, 19, 25, 35–39].

7.1.9. Ядовитые растения

В составе природной флоры Беларуси содержится 174 вида ядовитых растений, способных вызывать отравления у сельскохозяйственных животных. Наибольшее их количество зарегистрировано в семействе лютиковых (*Ranunculaceae* Juss.), крестоцветных (*Brassicaceae* Burnett), зонтичных (*Umbelliferae* Juss.), норичниковых (*Scrophulariaceae* Juss.), пасленовых (*Solanaceae* Juss.). К настоящему времени известно, что ядовитые свойства обусловлены повышенным содержанием алкалоидов, гликозидов, сапо-

нинов, органических кислот, эфирных масел. Однако сильно выраженными ядовитыми свойствами характеризуются лишь немногие виды: чемерица Лобеля (*Veratrum lobelianum* Bernh.), болиголов пятнистый (*Conium maculatum* L.), вех ядовитый (*Cicuta virosa* L.), дурман обыкновенный (*Datura stramonium* L.), белена черная (*Hyoscyamus niger* L.) [1, 7, 11, 20, 25, 40]. Все они на территории республики встречаются изредка.

Большинство остальных видов растений этой группы относятся к условно ядовитым. У многих из них ядовитым является не все растение, а лишь отдельные его органы: корни и корневища, или листья и побеги, или плоды и семена. Ядовитые свойства могут не одинаково проявляться на разных стадиях онтогенеза (в молодом состоянии, до цветения и плодоношении или после них), а также исчезать при высыхании зеленой растительной массы. Ядовитость растений в значительной мере зависит и от экологических факторов. Установлено, что в неблагоприятных условиях, в частности при повышенной температуре, недостатке влаги, а также в тени, накапливается большее количество ядовитых веществ [7, 11, 20, 25, 40].

Эффекты воздействия ядовитых растений на животный организм сложны и многообразны. Однако при этом существует специфичность ответных реакций на действие ядов определенных видов растений, проявляющаяся в преимущественных нарушениях функционирования отдельных систем и органов – пищеварительной, нервной, сердечно-сосудистой, печени, почек и пр. [11, 20, 25].

Следует отметить, что большинство ядовитых растений (даже очень опасных) могут быть полезными в других сферах деятельности человека. В частности, многие из них обладают целебными свойствами. Так, экстракты белены и чемерицы используются в официальной и народной медицине как болеутоляющее средство. Болиголов положительно зарекомендовал себя в народной медицине при лечении онкологических заболеваний. Дурман введен в культуру как декоративное и лекарственное растение, используемое для получения препаратов успокаивающего действия, при отравлениях, в офтальмологии, гомеопатии [1, 7, 11, 20, 25, 40].

7.2. ДИКИЕ РОДИЧИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ КАК ИСТОЧНИК СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Дикие родичи культурных растений (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» [32]. ДРКР – важнейший компонент хозяйственно полезных растений республики. Их инвентаризационный перечень в настоящее время включают 668 видов, 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 растений могут быть использованы в качестве продовольственных. К ним относятся пищевые, кормовые и медоносные растения.

ДРКР отличаются высоким таксономическим разнообразием. Они являются представителями 69 семейств и 243 родов. Наиболее крупным по числу видов является семейство злаки (*Poaceae* Barnhart), включающее 168 видов из 47 родов (25,2% от общего числа видов ДРКР). Следующее по численности – семейство бобовые (*Fabaceae* Lindl.) – 74 (11,1%) вида. К этим двум семействам принадлежит большинство кормовых растений, как широко распространенных, экономически значимых, так и редких, нуждающихся в охране. Далее в убывающем порядке по числу видов следуют семейства: розоцветные (*Rosaceae* Juss. – 55; 8,2% видов), сложноцветные (*Asteraceae* Dumort.) – 47; 7,0% видов), крестоцветные (*Brassicaceae* Burnett – 35; 5,2%), маревые (*Chenopodiaceae* Vent. – 22; 3,3%), гречишные (*Polygonaceae* Juss. – 21; 3,1%), лютиковые (*Ranunculaceae* Juss. – 18; 2,7%). К первым, наиболее крупным по числу видов семействам, принадлежит 440 (65,9,2%) видов.

В результате ранжирования видов по степени филогенетического родства дикорастущих и культурных растений, проведенного нами в соответствии с принятыми в настоящее время подходами [32], к 1-му рангу отнесены экономически ценные виды, на основе которых выведены сорта, ко 2-му – виды, используемые при выведении сортов в качестве источников и доноров ценного генетического материала, к 3-му – виды, относящиеся к одной секции или к одному подроду с культурными растениями, к 4-му – виды, используемые в собирательстве, народной селекции и культивировании, но не имеющие сортов, к 5-му – все остальные виды рода одноименного с родом, к которому принадлежат культивируемые виды (рис. 7.2.1).

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. В качестве примера могут служить 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.), тимофеевки (*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.), эспарцета (*Onobrychis* Mill.) лядвенца (*Lotus* L.) и др.

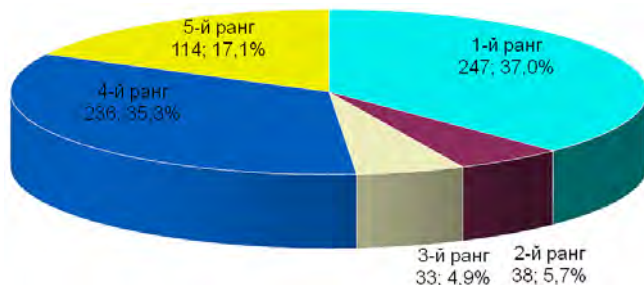


Рисунок 7.2.1. – классификация ДРКР по степени филогенетического родства с культурными растениями

Наибольшее число видов 1–3-го рангов содержится в семействах злаки (72; 43,9%), бобовые (35; 47,3%), розоцветные (31; 56,4%), что является отражением продолжительного культивирования и экономической ценности относящихся к этим семействам видов. В семействе сложноцветные таких видов 15 (31,9%), гречишные – 5 (23,8%), маревые – 4 (18,2%).

ДРКР в целом характеризуются широким диапазоном изменчивости по биологическим свойствам, уровню генетической изменчивости, структурно-функциональной роли в растительных сообществах, полезности, экономической и ресурсной ценности. Среди них преобладают виды кормового и пищевого назначения, многие из которых отличаются высоким уровнем биологического и генетического разнообразия и могут служить источниками ценного генетического материала в селекции. Вместе с тем они могут удовлетворить разнообразные запросы и потребности населения республики, обеспечить импортозамещение разнообразной продукции и даже явиться объектами экспорта.

Селекционная значимость генофонда видов ДРКР заключается в том, что они характеризуются высоким адаптационным потенциалом, что обеспечивает повышенную устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов среды – вредителей и болезней, экстремальных режимов температуры, влагообеспеченности, кислотности и трофности почвы. Позитивным свойством этих видов является и то, что многие из них, в частности бобовые, отличаются хорошими сидератными свойствами, а также являются ценными медоносными и лекарственными растениями.

7.3. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОХРАНЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ В УСЛОВИЯХ *EX SITU* И *IN SITU*

Современная стратегия сохранения генетических ресурсов растений решается путем комплексного использования двух подходов: *ex situ* (в контролируемых условиях генетических банков) и *in situ* (в природной среде).

7.3.1. Сохранение *ex situ*

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 к настоящему времени (по состоянию на конец вегетационного периода 2018 г.) 1 179 образцов семян хозяйственно полезных растений. Они относятся к 526 видам, 310 родам, 68 семействам. Наибольшее внимание нами уделено сбору материала тех таксонов, в составе которых преобладают хозяйственно полезные растения. Так, 316 образцов 93 видов относятся к семейству злаков, 253 образца 53 видов – к семейству бобовых. К семейству сложноцветных, несмотря на то, что оно является самым крупным во флоре республики, относится лишь 66 образцов 48 видов, поскольку оно содержит небольшое число полезных растений. Остальные, менее крупные по числу видов семейства, представлены меньшим количеством образцов и нередко даже единичными образцами.

Сбор материала проводится в ходе экспедиционных исследований в растительных сообществах разных типов (лесных, луговых, болотных, прибрежно-водных, водных, синантропных, рудеральных) с помощью маршрутно-поискового метода. Представляемые в генетический банк образцы сопровождаются паспортными данными, в которых указывается географическое местонахождение популяций, тип растительного сообщества, состояние исследуемых популяций по следующим параметрам: занимаемая площадь, особенности распространения растений на ней (сплошные заросли, диффузно расположенные микропопуляции или группы растений), проективное покрытие, обилие, жизненность (в баллах), средняя высота растений, характер плодоношения. Сбор семян документируется гербарными образцами, которые хранятся в «Национальном гербарии Республи-

ки Беларусь» (MSK), функционирующем при Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси.

В годовых отчетах по заданиям Государственной программы «Генофонд» представлена краткая морфологическая биологическая и эколого-географическая характеристика видов, их соэологический (охранный) статус, полезные свойства.

Большинство сохраняемых образцов относятся к видам растений, характеризующимся на территории республики ограниченным распространением. Конкретные результаты выглядят следующим образом. Часто встречаются 190 (36,1%) видов, изредка – 142 (27%), редко – 115 (21,9%), очень редко – 79 (15%). Среди редких и очень редких видов 99 являются охраняемыми. Наибольшим количеством образцов представлены ресурсно значимые виды, принадлежащие преимущественно к группе кормовых растений из родов ежа (*Dactylis* L.), тимофеевка (*Phleum* L.), лисохвост (*Alopecurus* L.), райграс (*Lolium* L.), клевер (*Trifolium* L.), мятлик (*Poa* L.), овсяница (*Festuca* L.), люцерна (*Medicago* L.), чина (*Lathyrus* L.), донник (*Melilotus* Mill.), лядвенец (*Lotus* L.) и др.

В связи с селекционной значимостью видов, относящимся к диким родичам культурных растений (ДРКР), нами уделено особое внимание сохранению генетических ресурсов именно этого компонента. Из представленных в хранилище образцов 762 (64,6% от их общего количества) 269 (51,1% от их общего количества) относятся к ДРКР.

Однако проблема сохранения генетических ресурсов природной флоры в условиях *ex situ* еще очень далека от своего удовлетворительного решения. Отметим, что в настоящее время в генетическом банке сохраняются образцы 526 видов хозяйственно полезных растений, что составляет 47% от их общего числа (1 200 видов). Количество сохраняемых ДРКР еще ниже – 269.

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 представленность 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 растительных сообществах разных типов. Это обстоятельство также желательно учитывать. В этом отношении наши достижения пока очень скромны. Так, у 290 видов

(55,1%) образцы семян собраны только в одном местообитании, у 99 видов (18,8%) – в двух, у 43 (8,2%) – в трех, а в четырех и более местообитаниях – лишь у 93 (17,7%) видов. К тому же наши сборы пока неравномерно охватывают территорию республики. Большинство из них осуществлено в центральной, южной и западной частях, тогда как северная и восточная ее части (Витебская и Могилевская области) обследованы слабее.

7.3.2. Сохранение *in situ*

Сохранение генофонда растений в условиях *in situ* 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. Именно этот путь считается приоритетным для сохранения генофонда природной флоры.

Представители природной флоры в целом, в том числе ДРКР, разнородны по своим биологическим свойствам, частоте встречаемости на данной территории, генезису (давности проникновения на территорию республики), что необходимо учитывать при разработке и реализации мер по сохранению и рациональному использованию их генофонда.

Классификация ДРКР по частоте встречаемости видов на территории республика выявила следующее: группа «встречаются часто» включает 163 (24,4%) вида, «встречаются изредка» – 179 (26,8%), «редко и очень редко» – 326 (48,8 %) видов. Основное внимание при сохранении генофонда ДРКР должно быть уделено видам, характеризующимся ограниченным распространением.

Необходимо подчеркнуть, что во флоре республики имеется уникальная в генетическом отношении группа растений, состоящая из видов, находящихся на данной территории на границах своего естественного распространения. Их содержание во флоре республики составляет около 300 (15%). К ДРКР относится 72 таких вида. Объектами охраны, включенными в «Красную книгу Республики Беларусь», являются лишь 35 из них. 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 целостного ареала 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 факто-

ров – как антропогенных, так и природных. Они должны быть отнесены к числу первоочередных объектов охраны.

Традиционным подходом при охране представителей природной флоры, в частности при составлении Красных книг, является учет особенностей их генезиса, т.е. принадлежности к аборигенному (местному) и адвентивному (заносному, чужеродному) компонентам. В региональные Красные книги включаются преимущественно аборигенные виды. Численное соотношение обоих компонентов во флоре республики в целом примерно равное, что наблюдается и в структуре компонента ДРКР. Так, из 668 видов ДРКР 349 (52,2%) относятся к аборигенным и 319 (47,8%) – к заносным. Среди аборигенов содержание редких видов составляет 136 (39,0 % по отношению к их общему числу); при этом 93 из них включены в Красную книгу республики. Число редких видов среди адвентивного компонента значительно выше – 190 (59,7%) и лишь 6 из них включены в Красную книгу республики.

Заносные виды не являются объектами охраны ввиду неопределенности их статуса – возможного исчезновения или превращения в инвазионные объекты, проявляющие агрессивные свойства. Вместе с тем многие из них в новых условиях нередко приближаются по своим свойствам к аборигенным видам и с учетом полезных свойств заслуживают того, чтобы стать объектами охраны.

При сохранении генофонда ДРКР, относящихся к заносным, необходимо учитывать, что их генофонд формируется на основе единичных генотипов-основателей совместно с однонаправленным вектором естественного отбора по отношению к более узкому диапазону факторов в сравнении с амплитудой этих факторов в исходном ареале, в зоне экологического оптимума. С этой точки зрения заносные виды представляют особую ценность как источники генетического материала, адаптированного к конкретной природной зоне. Однако разработка и реализация мер по охране их генофонда на данном этапе природоохранной деятельности затруднительны и едва ли целесообразны. По нашему мнению, заносные виды вообще и в частности, относящиеся к ДРКР, должны становиться объектами охраны лишь при условии реализации их адаптационного потенциала в новой природной зоне. Исходной позицией в сохранении генофонда данной группы видов должен явиться систематический мониторинг за численностью особей, их состоянием, жизненностью, плодовитостью. Вместе с тем для обеспечения сохранности генофонда этой группы, нередко включающей очень ценные виды, необходимо уделять внимание ограничению или устранению воздействия неблагоприятных факторов антропогенной

природы. Необходимо использовать возможности сохранения генофонда этих видов в условиях *ex situ*.

Из числа заносных видов, включенных в список ДРКР, более 100 являются результатом натурализации ранее интродуцированных полезных растений, культивируемых в недалеком прошлом, а также и в настоящее время в качестве пищевых (преимущественно пряно-ароматических) декоративных, лекарственных. К ним относятся, например, латук посевной (*Lactuca sativa* L.), девясил высокий (*Inula helenium* L.), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.), огуречная трава (*Borago officinalis* L.), окопник шероховатый (*Symphytum asperum* Lepech.), хрен обыкновенный (*Armoracia rusticana* Gaertn., Mey. et Schreb.), нивяник большой (*Leucanthemum maximum* (Ramond) DC.) и др. Вместе с тем существует достаточно представительная по численности (около 100 видов) группа аборигенных видов, культивируемых в связи с тем, что их природные ресурсы не могут удовлетворить потребности населения республики. В качестве примера можно привести следующие виды: тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.), спаржа обыкновенная (*Asparagus officinalis* L.), полынь лечебная (*Artemisia abrotanum* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), ирис сибирский (*Iris sibirica* L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), мак самосейка (*Papaver rhoeas* L.), ячмень гривастый (*Hordeum jubatum* L.), большинство видов рода шиповник (*Rosa* L.) и др. Культивирование этих растений даже в ограниченных масштабах в значительной мере способствует сохранению их генофонда.

Среди заносных ДРКР 25 видов относятся к инвазионным. Вызываемые ими негативные эффекты варьируют от слабых до заметно выраженных, что требует разработки мер по ограничению их распространения. Примерами могут явиться дуб красный (*Quercus rubra* L.), белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), ваточник сирийский (*Asclepias syriaca* L.), облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.), овсяница тростниковидная (*Festuca arundinacea* Schreb.), щавель конский (*Rumex confertus* Willd.) и др.

При сохранении генофонда растений в условиях *in situ* имеет значение продолжительность их жизненного цикла, т. е. принадлежность к 1-, 2-летникам или к многолетникам. Сохранение малолетних видов – более сложное и трудоемкое дело. Здесь требуется постоянный контроль структуры растительных сообществ с учетом конкурентных отношений между видами, а также систематический их пересев и формирование новых ценозов в оптимальных для охраняемых видов местообитаний. Среди ДРКР содержание малолетних видов составляет 175 (26,2%).

Немаловажную роль в сохранении генофонда в условиях *in situ* играет экотопическая приуроченность видов и широта их экологической ампли-

туды. Эвритопные виды (с широкой экологической амплитудой) находятся в более выгодном положении, чем стенотопные (узкоспециализированные в экологическом отношении). Вместе с тем имеет значение тип местобитания, к которому эволюционно приурочен тот или иной вид. Среди ДРКР Беларуси преобладают эвритопные виды. Они произрастают на лесных опушках и вырубках, в разреженных лесах, зарослях кустарников, на небольших луговинах, залежах и паровых полях, откосах и обочинах транспортных магистралей, в рудеральных сообществах в окрестностях населенных пунктов и пр. Около 20% видов приурочены к лесным сообществам, достаточно устойчивым и пластичным, способным к саморегулированию своего структурно-функционального состояния.

Наиболее уязвимы луговые экосистемы, имеющие, как известно, важное значение в кормопроизводстве и решении проблемы продовольственного обеспечения населения. Природные луга более других экосистем нуждаются в соблюдении оптимальных режимов и норм потребления их ресурсов. При чрезмерной антропогенной нагрузке происходит быстрая деградация луговых экосистем, а при ее снижении или полном устранении происходят столь же быстрые сукцессионные смены фитоценозов, выпадение луговых видов и снижение уровня биоразнообразия из-за заселения лугов древесно-кустарниковой растительностью. Среди ДРКР луговых видов немного – около 50 (7,5%). Более многочисленна группа видов, приуроченных к избыточно увлажненным экотопам. Их более 70 (10,5%). Лимитирующими фактором для таких видов является потепление климата и снижение уровня грунтовых вод.

В республике Беларусь функционирует система особо охраняемых природных территорий (ООПТ), предназначенная для сохранения генофонда биоты (растений, животных, грибов, лишайников) и природных экосистем. ООПТ включают 2 заповедника (Березинский биосферный и Полесский государственный радиационно-экологический), 4 Национальных парка (Беловежская пуща, Браславские озера, Припятский, Нарочанский), заказники республиканского и местного значения, памятники природы. Общая площадь охраняемых территорий составляет 20 148 кв. км (8,7% от всей территории республики).

Функционирующая система ООПТ выполняет важную положительную роль и в сохранении генофонда ДРКР. Из 304 охраняемых видов растений 99 (32,6%) видов растений относятся к ДРКР. Распределение их по категориям национальной природоохранной значимости выглядит следующим образом: 17 (17,2%) видов находятся на грани исчезновения – CR (critically endangered, I категория); 18 (18,2%) являются исчезающими – EN (endangered, II категория); 16 (16,2%) относятся к уяз-

вимым – VU (vulnerable, III категория); 13 (13,1%) – к потенциально уязвимым – NT (near threatened, IV категория. В списке видов, нуждающихся в профилактической охране, содержится 35 (35,4%) видов ДРКР растений.

К настоящему времени проведена инвентаризация флоры в заповедниках и национальных парков, что позволило оценить репрезентативность ДРКР на этих территориях. Оказалось, что здесь представлено более 70% видов как обычных, так и редких. Однако многие редкие виды представлены здесь в небольшом числе (чаще в 1–2) местообитаний. Распространение ДРКР в заказниках не проанализировано ввиду того, что детальные флористические исследования на этих территориях не проведены. Не изучено распространение ДРКР и вне охраняемых территорий. В целом предварительный анализ распространения ДРКР на территории республики свидетельствует о том, что существующая система охраняемых природных территорий (ОПТ) не позволяет сохранить генофонд данного ценного компонента в необходимом объеме. Отметим, что более 60 % (более 400) видов ДРКР характеризуются на территории республики ограниченным распространением, т.е. встречаются здесь изредка, редко и очень редко.

Особое внимание необходимо уделять сохранению генофонда в условиях *in situ* приоритетных видов ДРКР, к которым относятся экономически ценные ресурсные виды, виды, находящиеся в тесном эволюционном родстве с культурными растениями, редкие и очень редкие.

При разработке «Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь», осуществляемой по инициативе ФАО, определены основные стратегические направления 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;
- систематический мониторинг по оценке состояния природных популяций на примере модельных видов из групп растений, различающихся по генезису и особенностям распространения (широко распространенных, редких, заносных и инвазионных, малолетних (1-, 2-летних) и мало используемых);
- разработка базы данных, а также перспективных планов и программ по сохранению генофонда ДРКР.

В целом же необходимо учитывать, что полноценное сохранение не только видов ДРКР, но и всего компонента хозяйственно полезных расте-

ний возможно на пути комплексного использования двух специализированных подходов – *ex situ* и *in situ*.

Заключение

Таким образом, хозяйственно полезные растения природной флоры Республики Беларусь представляют собой ценный резервный источник удовлетворения насущных и потенциальных запросов населения. 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

Изложенный в данной главе материал позволяет составить представление о диапазоне полезных свойств растений природной флоры, распределении их по группам разного целевого назначения, количестве видов в каждой из групп и о наиболее ценных видах для использования в конкретных целях. Важно подчеркнуть, что представленная классификация не является исчерпывающей, поскольку поток научной информации по данной проблеме непрерывно растет. Природная флора продолжает оставаться объектом пристального внимания ученых всего мира. В изучение, нередко очень детальное, вовлекаются все новые виды, в результате чего обычные представители флоры приобретают статус хозяйственно полезных.

Обширная литературная информация свидетельствует о том, что в настоящее время в практических целях используется лишь небольшое количество видов растений природной флоры, что можно видеть из выше изложенного материала. Причины этого разнообразны. Основные из них: психологический настрой населения на потребление традиционных растительных продуктов, недостаточная изученность свойств растительных объектов, прежде всего в отношении их химического состава, низкая осведомленность потенциальных потребителей об их полезных свойствах, путях и подходах практического использования, небольшие запасы потребляемых природных ресурсов и неизбежные затруднения их пополнения за счет культивирования, необходимость сохранения биологического разнообразия. Для устранения этих пробелов необходимы детальный анализ имеющейся научной информации, дополнительные исследования нерешенных вопросов, просветительская работа среди населения путем издания спра-

вочников, пособий, научно-популярной литературы, выступлений в средствах массовой информации.

В настоящее время традиционно используемыми и наиболее изучаемыми объектами являются ресурсно значимые виды. Стратегическим направлением в этих исследованиях является выявление перспективных высокопродуктивных внутривидовых единиц (форм, биотипов, экотипов, рас) с широким адаптационным потенциалом с целью последующего их использования для культивирования и/или селекционной работы. На данном этапе этих исследований большое внимание уделяется изучению генетической изменчивости видов с помощью молекулярно-генетических методов, характеризующихся высокой разрешающей способностью и эффективностью в решении разнообразных теоретических и практических проблем.

Задачей наших исследований на ближайшую перспективу является изучение приоритетных видов и, прежде всего, диких родичей культурных растений, к которым относятся экономически значимые ресурсные виды. Вместе с тем объектами изучения должны явиться виды растений с ограниченным распространением с целью сохранения их генофонда и биологического разнообразия в «белорусском» фрагменте ареала. Сохранение и рациональное использование генофонда полезной природной флоры должно осуществляться на основе комплексного подхода *ex situ* и *in situ* с учетом основных положений Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь, разработанной учеными республики по инициативе и при консультативной помощи экспертов ФАО.

Список использованной литературы

1. Благовещенский, В.В. Медоносные растения Ульяновской области / В.В. Благовещенский. – Ульяновск : Филиал МГУ, 1994. – 138 с.
2. Благовещенский, В.В. Ботаническое ресурсоведение (Полезные растения мира) / В.В. Благовещенский. – Ульяновск : Симбирская книга, 1996. – 367 с.
3. Брежнев, Д.Д. Дикие сородичи культурных растений флоры СССР / Д.Д. Брежнев, О.Н. Коровина. – Л. : Колос, 1981. – 376 с.
4. Гигевич, Г.С. Высшие водные растения Беларуси. Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / Г.С. Гигевич, Б.П. Власов, Г.В. Вынаев ; под ред. Г.С. Гигевич. – Мн. : БГУ, 2001. – 231 с.
5. Глухов, М.М. Медоносные растения / М.М. Глухов. – М. : Колос, 1974. – 304 с.
6. Государственная фармакопея Республики Беларусь : в 3 т. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении. – Молодечно : Победа, 2009. – Т. 3. – 728 с.
7. Губанов, И.А. Дикорастущие полезные растения / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1993. – 301 с.

8. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР : справочное пособие : в 2 т. ; отв. ред. Н.А. Авронин. – Л. : Наука , 1977. Т. 1. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР : *Agavaceae – Juncaceae* (Агавовые – Ситниковые) / сост. Н.А. Авронин [и др.]. – 1977. – 331 с.

9. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР : справочное пособие : в 2 т. / отв. ред. Н. А. Авронин. – Л. : Наука , 1977. – Т. 2. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР : *Liliaceae – Zingiberaceae* (Лилейные – Имбирные) / сост. Л.И. Абрамова [и др.]. – 1977. – 458 с.

10. Дикорастущие генетические ресурсы в селекции кормовых трав / В.М. Косолапов [и др.] // Кормопроизводство. – 2018. – № 1. – С. 29–32.

11. Дударь, А.К. Ядовитые и вредные растения лугов, сенокосов и пастбищ: характеристика, меры по уничтожению / А.К. Дударь. – М. : Россельхозиздат, 1971. – 95 с.

12. Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи / П.М. Жуковский. – Л. : Колос, 1971. – 752 с.

13. Жученко, А.А. Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации и систематизации / А.А. Жученко. – М. : 2012. – 584 с.

14. Жученко, А.А. Эколого-генетические принципы мобилизации мировых генетических ресурсов высших растений / А.А. Жученко // Образование, наука и производство. – 2014. – № 2. – С. 9–14.

15. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР : в 3 т. / И.В. Ларин [и др.]. – Л. : Наука, 1950–1956.

16. Кухарева, Л.В. Местные пряно-ароматические растения, их применение и агротехника возделывания / Л.В. Кухарева, М.И. Ярошевич, Г.Б. Гредасова // Обзорная информация. Серия 68.35.45. Пряные растения. – Минск : БелНИИТИ, 1989. – 48 с.

17. Лекарственные средства РУП «Белдмедпрепараты» : справочник / [гл. ред. Т.В. Трухачева]. 4-е справ. изд. – Минск : [б. и.], 2009. – 580 с.

18. Машанов, В.И. Пряно-ароматические растения / В.И. Машанов, А.А. Покровский. – М. : Агропромиздат. – 287 с.

19. Медведев, П.Ф. Кормовые растения европейской части СССР / П.Ф. Медведев, А.И. Сметанникова. – Л. : Колос, 1981. – 336 с.

20. Михайловская, В.А. Ядовитые и вредные растения / В.А. Михайловская, Н.В. Козловская ; ред. М.Н. Гончарик. – Мн. : АН БССР, 1962. – 117 с.

21. Основные кормовые растения сенокосов и пастбищ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studopedia.org/index.php?vol=1&post=57316>. – Дата доступа: 24.06.2016.

22. Пельменев, В.К. Медоносные растения / В.К. Пельменев. – М. : Россельхозиздат, 1985. – 143 с.

23. Попова, Н.Н. Использование пряно-ароматических растений местной флоры для оптимизации рациона питания / Н.Н. Попова // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни : сб. науч. статей V Всероссийской заочной науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Воронеж, 27 апреля 2016 г.) / М-во спорта РФ; Воронежский гос. ин-т физической культуры. – Воронеж, 2016. – С. 291–298.

24. Приступа, А.А. Основные сырьевые ресурсы и их использование / А.А. Приступа. – Л. : Наука, 1973. – 412 с.

25. Прозорова, Т.А. Кормовые растения Казахстана / Т.А. Прозорова, И.Б. Черных. – Павлодар : Изд-во Павлодарского гос. ун-та, 2004. – 278 с.

26. Пряноароматические растения в быту / М.А. Кудинов [и др.]. – Мн. : Ураджай, 1976 – 158 с.
27. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: в 8 т. / ред. П.Д. Соколов // Акад наук СССР. Ботан. ин-т. – Л. (СПб) : Наука. – 1985–1994. – Т. 8. – 1994. – 270 с.
28. Растительные ресурсы СССР : в 8 т. / ред. П.Д. Соколов // Акад. наук СССР. Ботан. ин-т. – Л. (СПб) : Наука. – 1985–1994. – Т. 2. – 1986. – 334 с.
29. Растительные ресурсы СССР : в 8 т. / ред. П.Д. Соколов // Акад. наук СССР. Ботан. ин-т. – Л. (СПб) : Наука. – 1985–1994. – Т. 3. – 1987. – 326 с.
30. Растительные ресурсы СССР : в 8 т. / ред. Ал. А. Федоров // Акад. наук СССР. Ботан. ин-т. – Л. (СПб) : Наука. – 1985–1994. – Т. 1. – 1985. – 460 с.
31. Савельев, А.Т. Дикорастущие плодовые, ягодные и орехоплодные растения наших лесов / А.Т. Савельев, А.П. Шиманюк. – М. : Лесная промышленность, 1970. – 160 с.
32. Современные методы и международный опыт сохранения генофонда дикорастущих растений (на примере диких плодовых) / Н.М. Алексанян, В.В. Пономаренко, Л.А. Бурмистров и др. – Алматы, 2011. – 188 с.
33. Черепнин, В.Л. Пищевые растения Сибири / В.Л. Черепнин. – Новосибирск : Наука (Сибирское отделение), 1987. – 187 с.
34. Шапиро, Д.К. Дикорастущие плоды и ягоды / Д.К. Шапиро, В.А. Михайловская, Н.И. Манциводо. – Мн. : Ураджай, 1981. – 159 с.
35. Электронный ресурс: <http://www.apis.euro-honey.com/modules.php?name>.
36. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/AKDIL/0047>.
37. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.agro-inform.ru/2010/01/donnik.htm>.
38. Электронный ресурс. – Режим доступа: http://www.florall.ru/donnik_belyi.
39. Электронный ресурс. – Режим доступа: www.flower.onego.ru. – Дата доступа: 24.06.2016.
40. Юдина, В.Ф. Полезные растения Карелии / В.Ф. Юдина, Н.П. Холопцева, Л.А. Либман. – Л. : Наука (Ленинградское отд.), 1988. – 278 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Леса, общая площадь которых в мире согласно последней Глобальной оценке лесных ресурсов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (2015) составляет 3 999 млн га, или 30,6% территории суши, являются одним из уникальных возобновляемых природных ресурсов. Они имеют большое значение для устойчивого социально-экономического развития стран, представляют собой важный компонент экологического каркаса планеты. По данным государственного лесного кадастра, на 1 января 2019 г. в РБ леса занимают 39,8% территории. По показателям лесистости, площадь лесов в пересчете на душу населения Беларусь входит в первую десятку лесных европейских стран. Лесное хозяйство занимает ключевое положение в лесном секторе экономики и оказывает существенное влияние на развитие смежных отраслей народнохозяйственного комплекса страны.

В настоящее время изменение климатических условий, загрязнение воздуха и почвы, распространение насекомых и болезней, нелегальные рубки оказывают негативное влияние на состояние лесов, приводя к снижению их биологической устойчивости и усыханию. Так, засуха 2010 г. в Центральной Европе снизила чистую первичную продукцию лесных ценозов более чем наполовину и привела к экономическим потерям около 10 млрд долл. США [1]. Проведенный в 2014 г. мониторинг жизненного состояния древесных насаждений Европы (более 5 611 контрольных участков в 24 странах) показал, что 23,9% оцененных деревьев являлись серьезно поврежденными или погибшими [2]. Среди наиболее пострадавших видов дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), дуб скальный (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.), сосна приморская (*Pinus pinaster* Aiton) и бук европейский (*Fagus sylvatica* L.) [2]. В соответствии с недавно составленным списком видов древесных растений, находящихся в угрожаемом состоянии, из включенных в него 9 641 видов: 1 894 находятся на грани исчезновения, 3 436 – под угрозой исчезновения, 4 311 – в уязвимом положении [3].

Примерами негативного влияния изменения климата в Беларуси является наблюдающееся в последние годы усыхание ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.), сосны

обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Так, за период 2006–2014 гг. площадь насаждений ясеня обыкновенного сократилась на 43% с 26,9 тыс. га до 15,4 тыс. га. В 1996–2017 гг. при проведении сплошных и выборочных санитарных рубок в древостоях ели европейской вырублено более 30 млн м³ древесины на площади свыше 300 тыс. га. Крайне сложная ситуация сложилась с усыханием сосны обыкновенной, вызванным массовым поражением древостоев стволовыми вредителями. По официальным данным Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь в 2017 г. усыхание сосняков отмечено на площади 121,281 тыс. га в объеме 7,1 млн м³. За первые девять месяцев 2018 г. объем погибших сосновых древостоев превысил размер усыхания за весь 2017 г. На площади более 120 тыс. га хвойные насаждения повреждены корневой губкой. В результате воздействия ураганных ветров в 2016 г. в Беларуси были повреждены леса с образованием ветровалов и буреломов на общей площади более 110,6 тыс. га в объеме 5,9 млн м³.

В настоящее время одной из основных целей и стратегических приоритетов является мобилизация, сохранение, изучение и рациональное использование лесных генетических ресурсов, главной задачей которых, в свою очередь, является необходимость сохранения генетического разнообразия для обеспечения принципа постоянной целостности генетической информации в ряду поколений, способности популяций адаптироваться к различным условиям окружающей среды.

В Беларуси сохранение лесных генетических ресурсов осуществляется на основе двух принципов: *in situ* (поддержание и восстановление жизнеспособных популяций видов в их естественной среде произрастания) и *ex situ* (сохранение компонентов биоразнообразия вне их естественных мест обитания). К настоящему времени в рамках системы мероприятий по сохранению биологического и генетического разнообразия лесных древесных видов сформирован уникальный коллекционный фонд, при создании которого учитывались такие составляющие, как:

- степень изученности генофонда видов и лесных экосистем;
- специфика видов (возраст; их современный ареал; история расселения; характер, интенсивность и продолжительность репродуктивной деятельности; устойчивость; конкурентоспособность и адаптация в разных экотопах и сообществах; внутри- и межпопуляционная изменчивость; уровень интрогрессивной гибридизации; представительство в популяциях реликтовых, редких и хозяйственно ценных форм);
- специфика состава, структуры, состояния и динамики лесных биогеоценозов и формаций (чистые и смешанные, простые и сложные, коренные,

условно-коренные, производные, девственные, с той или иной степенью депрессии и др.);

- характер природных катаклизмов в регионе;
- антропогенные воздействия на лесные экосистемы и их генофонд;
- возможность использования новых эффективных методов и технологий консервации и воспроизводства лесных генетических ресурсов.

В рамках реализации мероприятий по сохранению генофонда лесов *in situ*, начиная с 1970 г., проводятся широкомасштабные работы по инвентаризации лесов Беларуси с целью оценки их состояния и выявления наиболее ценных природных популяций лесных древесных видов. Анализ лесоустроительных материалов, натурное обследование насаждений, закладка многочисленных пробных площадей позволили выявить и паспортизировать уникальные лесные сообщества, выделенные в дальнейшем в 17 лесных генетических резерватов общей площадью 4828 га для дуба черешчатого (2 622 га), сосны обыкновенной (1 541 га), ели европейской (551 га), ясеня обыкновенного (114 га).

По результатам проведенной инвентаризации на 1 января 2019 г. на площади 1 587,91 га выделены плюсовые лесные насаждения, отобрано 3 452 плюсовых деревьев 17 аборигенных и ценных акклиматизированных древесных видов. Отобранный на основании селекционно-генетической оценки хозяйственно ценный генофонд древесных пород использован для закладки таких объектов постоянной лесосеменной базы, выполняющих одновременно функцию сохранения генетических ресурсов, как лесосеменные плантации (ЛСП) первого и второго порядка (объекты получения улучшенных и генетически улучшенных семян соответственно) на площади 1 516,91 га, в том числе аттестованных 1 067,22 га, постоянные лесосеменные участки (ПЛСУ) площадью 262,7 га (табл. 8.1).

Сохранение естественных экосистем, в том числе лесных, и ландшафтов достигается путем объявления особо охраняемых природных территорий (заповедников, национальных парков, заказников, памятников природы), а также установления правового режима специальной охраны типичных и редких природных ландшафтов и биотопов. По данным официального сайта Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды в Республике Беларусь функционирует более 1,2 тыс. особо охраняемых природных территорий, в том числе Березинский биосферный заповедник, четыре национальных парка («Беловежская пуца», «Браславские озера», «Нарочанский» и «Припятский») и 98 заказников республиканского значения. Общая площадь особо охраняемых природных территорий составляет около 1,8 млн га, или 8,7% от всей территории страны.

Таблица 8.1. – Объекты постоянной лесосеменной базы Беларуси, выполняющие функцию сохранения генетических ресурсов аборигенных и ценных акклиматизированных древесных видов (по состоянию на 1 января 2019 г.)

Древесная порода	Плюсовые деревья, шт.	Плюсовые лесные насаждения, га	ЛСП аттестованные, га		ПЛСУ, га
			I порядка	II порядка	
Сосна обыкновенная / <i>Pinus sylvestris</i>	2094	904,21	186,58	420,36	14,10
Сосна веймутова / <i>Pinus strobus</i>	33	1,50	3,00	-	-
Сосна кедровая сибирская / <i>Pinus sibirica</i>	-	-	4,20	-	-
Ель европейская / <i>Picea abies</i>	245	32,80	67,85	116,40	3,00
Ель колючая / <i>Picea pungens</i>	-	-	0,90	-	-
Пихта белая / <i>Abies alba</i>	4	-	4,28	-	-
Пихта великая / <i>Abies grandis</i>	-	-	1,10	-	-
Псевдотсуга Мензиса / <i>Pseudotsuga menziesii</i>	-	-	1,70	-	-
Лиственница европейская / <i>Larix decidua</i>	105	2,60	11,64	-	-
Лиственница сибирская / <i>Larix sibirica</i>	52	0,60	-	-	-
Дуб черешчатый / <i>Quercus robur</i>	683	532,00	228,66	-	240,20
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 var. carelica</i>	23	53,00	20,55	-	5,40
Итого	3 452	1 587,91	530,46	536,76	262,70

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 (1 267 семей); (5) коллекции различных видов *Pinus* и *Picea* (*Pinetum* – 18 видов; *Picetum* – 12 видов) (табл. 8.2).

Таблица 8.2. – Коллекционный фонд *ex situ* лесных древесных видов в Беларуси

Наименование объекта	Порода	Количество представленных клонов, семей, климатипов, видов	Площадь, га
1	2	3	4
<i>ГЛХУ «Корневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси»</i>			
Коллекция <i>Pinetum</i>	различные виды рода <i>Pinus</i>	18	1,3
Архивная плантация плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	50	3,0
Архивная плантация плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	55	3,5
Архивная плантация плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	18	2,3
Архивная плантация высокосмолопродуктивных форм	сосна обыкновенная	21	3,5
Архивная плантация элитных деревьев	сосна обыкновенная	17	2,0
Семейственная плантация плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	30	1,2
Архивная плантация высокоузорчатых форм	береза карельская	6	4,1
Испытательные культуры плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	41	0,3
Испытательные культуры плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	398	3,2
Испытательные культуры плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	67	0,5
Испытательные культуры плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	80	0,6

1	2	3	4
Испытательные культуры плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	137	1,2
Испытательные культуры плюсовых деревьев	сосна обыкновенная	135	3,0
Географические культуры климатипов	сосна обыкновенная	41	15,0
<i>ГЛХУ «Двинская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси»</i>			
Коллекция <i>Picetum</i>	различные виды рода <i>Picea</i>	12	0,47
Архивная плантация плюсовых деревьев	ель европейская	66	3,0
Архивная плантация плюсовых деревьев	ель европейская	52	1,1
Архивная плантация элитных деревьев	ель европейская	14	1,0
Архивная плантация климатипов	ель европейская	11	1,1
Архивная плантация элитных деревьев	ель европейская	32	2,0
Семейственная плантация плюсовых деревьев	ель европейская	36	1,7
Испытательные культуры плюсовых деревьев	ель европейская	12	1,1
Испытательные культуры плюсовых деревьев	ель европейская	95	3,0
Географические культуры климатипов	сосна обыкновенная	71	4,7
Географические культуры климатипов	ель европейская	39	5,9
<i>ГЛХУ «Жорновская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси»</i>			
Испытательные культуры плюсовых деревьев	дуб черешчатый	104	3,5
<i>ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз»</i>			
Испытательные культуры плюсовых деревьев	ель европейская	150	2,6
<i>ГЛХУ «Барановичский лесхоз»</i>			
Географические культуры климатипов	ель европейская	28	4,1
<i>ГЛХУ «Чериковский лесхоз»</i>			
Географические культуры климатипов	ель европейская	26	17,5
<i>ГОЛХУ «Буда-Кошелевский опытный лесхоз»</i>			
Испытательные культуры плюсовых деревьев	дуб черешчатый	48	5,2

По результатам многолетнего тестирования полусибсового потомства в испытательных культурах отобрано 440 плюсовых деревьев кандидатами в элиту, 11 плюсовых насаждений зачислены кандидатами в сорта-популяции. В лучших семьях испытательных культур проведена селекционная оценка и отобрано 439 плюсовых деревьев вторичного отбора.

По данным отчета о состоянии лесов Европы (2015) Республика Беларусь по площади созданных объектов сохранения лесных генетических ресурсов *ex situ* занимает второе место среди 37 европейских стран (без учета Российской Федерации), уступая по данному показателю лишь Украине (1827,0 га) [2].

В рамках системы мероприятий по сохранению лесных ресурсов при ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» создан Генетический банк лесных древесных видов, которому принадлежит особая роль в сохранении и использовании ценного генофонда. К настоящему времени сформированы активные семенные коллекции плюсовых и элитных деревьев сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы европейской, березы карельской (более 300 образцов), создана стержневая коллекция генетических ресурсов лиственницы европейской. На хранении содержится 3,5 т семян сосны обыкновенной и ели европейской.

В результате проведенных генетико-селекционных изысканий сформированы коллекции ДНК генетических ресурсов сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы европейской, дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, березы повислой, ольхи черной, граба обыкновенного (*Carpinus betulus* L.) (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 (рис. 8.1).

С использованием методов биотехнологии в Генетическом банке создана коллекция культур *in vitro* древесно-кустарниковых и декоративных растений, включающая в настоящее время 112 клонов 30 видов 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 (*Tilia cordata* Mill.), ясеня обыкновенного, ясеня пенсильванского (*F. pennsylvanica* Marsh.), дуба черешчатого, ольхи черной, видов *Betula* и их гибридов (береза повислая, береза карельская, береза пушистая (*B. pubescens* Ehrh.), береза карликовая (*B. nana* L.), береза чернокорая (*B. obscura* Kotula ex Fiek), береза далекарлийская (*B. pendula* 'Dalecarlica'),



Рисунок 8.1. – Коллекция ДНК генетических ресурсов основных лесобразующих видов Беларуси

триплоидные гибридные березы); видов *Populus* и их гибридов (тополь волосистоплодный (*P. trichocarpa* Torr. et Gray), тополь корейский (*P. koreana* Rehder), тополь китайский (*P. simonii* Carriere), тополь Вислицена (*P. wislizenii* Sarg.), тополь Петровского (*Populus* × *petrowskiana* R.I. Schrod.), сложные гибриды тополя канадского (*Populus* × *canadensis* Moench), осина); видов *Salix* (ива козья (*Salix caprea* L.), ива ломкая (*S. fragilis* L.)); клоны декоративных форм древесно-кустарниковых растений (форзиция европейская (*Forsythia europaea* Degen ex Bald.), чубушник тонколистый (*Philadelphus tenuifolius* Rupr. ex Maxim.), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare* L.), бересклет Форчуна (*Euonymus fortunei*), спирея калинолистная (*Spiraea opulifolius*), спирея иволистная (*S. salicifolia*), спирея японская (*S. japonica*), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.)) (рис. 8.2).

Ниже более подробно представлены результаты изучения, сохранения и рационального использования генетических ресурсов основных лесобразующих видов Беларуси.

Сосна обыкновенная – один из главных лесобразующих видов Беларуси, древостои которого в республике занимают 4 128,8 тыс. га, или 49,98% покрытых лесом земель [4].

Для сохранения генофонда сосны обыкновенной *in situ* в лесном фонде выделены пять лесных генетических резервата (1 541 га) на территории



Рисунок 8.2. – Коллекция культур *in vitro* древесно-кустарниковых и декоративных растений ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

Брестской (Ивацевичский лесхоз), Витебской (Полоцкий лесхоз), Гомельской (Гомельский опытный лесхоз), Гродненской (Слонимский лесхоз) и Могилевской (Могилевский лесхоз) областей. Выделено 904,21 га лесных плюсовых насаждений и отобрано 2 094 плюсовых деревьев.

Отобранный хозяйственно ценный генофонд использован для закладки лесосеменных плантаций первого и второго порядка (площадь аттестованных ЛСП на 1 января 2019 г. составляет 186,58 и 420,36 га соответственно) (рис. 8.3), выделения постоянных лесосеменных участков общей площадью 14,1 га.



Рисунок 8.3. – Лесосеменная плантация второго порядка сосны обыкновенной

В настоящее время для сохранения ценного генофонда сосны обыкновенной в экспериментальных лесных базах Института леса НАН Беларуси созданы **полевые коллекции ex situ**:

- коллекция различных видов *Pinus* (*Pinetum* – 18 видов);
- клоны элитных, плюсовых и высокосмолопродуктивных деревьев; коллекционный фонд представлен четырьмя архивными плантациями на площади 14,3 га, 161 клоном;
- семьи плюсовых деревьев; коллекционный фонд представлен семейственной плантацией на площади 1,2 га, 30 семьями плюсовых деревьев;
- по тестированию потомства плюсовых деревьев; коллекционный фонд представлен шестью участками испытательных культур на площади 8,8 га, 858 семьями плюсовых деревьев;
- климатипы (растения одного вида с наследственно закрепленными особенностями, возникшими главным образом под влиянием климата); коллекционный фонд представлен двумя участками географических культур площадью 19,7 га, 112 климатипами.

В связи с изменяющимся климатом и формированием на территории Беларуси новых, не характерных для белорусского региона условий произрастания основных видов-лесообразователей особый интерес в настоящее время представляет мобилизация, изучение и использование в лесном хозяйстве генетических ресурсов климатипов различного географического происхождения, являющихся потенциальным источником устойчивости в изменяющейся окружающей среде.

Селекционно-генетическая оценка климатипов сосны обыкновенной проводилась в географических культурах Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси. Характеристика объекта: год создания – 1968-й, площадь – 4,7 га, тип лесорастительных условий – А₂; посадка осуществлялась блоками 25×25 м с размещением 2×0,8 м; количество климатипов – 67 шт. Определялась интенсивность роста в высоту и по диаметру, запасу стволовой древесины для каждого климатипа и в разрезе лесорастительных подзон (рис. 8.4).

Установлено, что средняя высота 50-летних климатипов сосны обыкновенной колеблется от 12,4 м (Черниговский) до 18,4 м (Черкасский). Низкие показатели высот характерны для северных климатипов подзон средней и южной тайги (Кировский – 13,1 м, Карельский – 13,6 м, Вологодский – 14,3 м,), а также подзоны южных степей (Карагандинский – 13,5 м, Ставропольский – 14,2 м, Целиноградский – 14,3 м). Максимальные высоты имеют климатипы подзоны северной полупустыни (Семипалатинский – 16,0 м, Восточно-Казахстанский – 16,4 м), подзоны северных степей (Днепропетровский – 15,6 м, Куйбышевский – 16,1 м, Кокчетавский – 16,8 м, Армянский – 17,0 м, Луганский – 17,1 м) и северной подзоны зоны (Брянский – 16,0 м, Чувашский – 16,3 м, Мордовский – 16,6 м, Рязанский – 16,9 м) лиственных лесов, а также южной подзоны зоны лиственных лесов из областей, расположенных южнее контрольного климатипа (Воронежский – 15,9 м, Полтавский – 16,1 м, Киевский – 16,5 м, Липецкий – 16,6 м, Волынский – 16,7 м, Черкасский – 18,4 м).

Средние диаметры находятся в пределах от 11,7 см (Кировский) до 20,3 см (Армянский). Наилучшие показатели принадлежат климатипам из южной подзоны зоны лиственных лесов (Омский – 17,7 см, Тамбовский – 17,0 см, Сумский – 17,1 см, Полтавский – 17,8 см, Черкасский – 18,0 см) и степной зоны (Армянский – 20,3 см, Саратовский – 18,9 см, Павлодарский – 18,7 см, Оренбургский – 18,6 см). Относительно невысокие средние диаметры климатипов из областей, расположенных ближе к объекту исследования (зоны смешанных лесов и северной подзоны зоны лиственных лесов – 14,9 см для обеих зон), обусловлены высокой сохранностью климатипов.

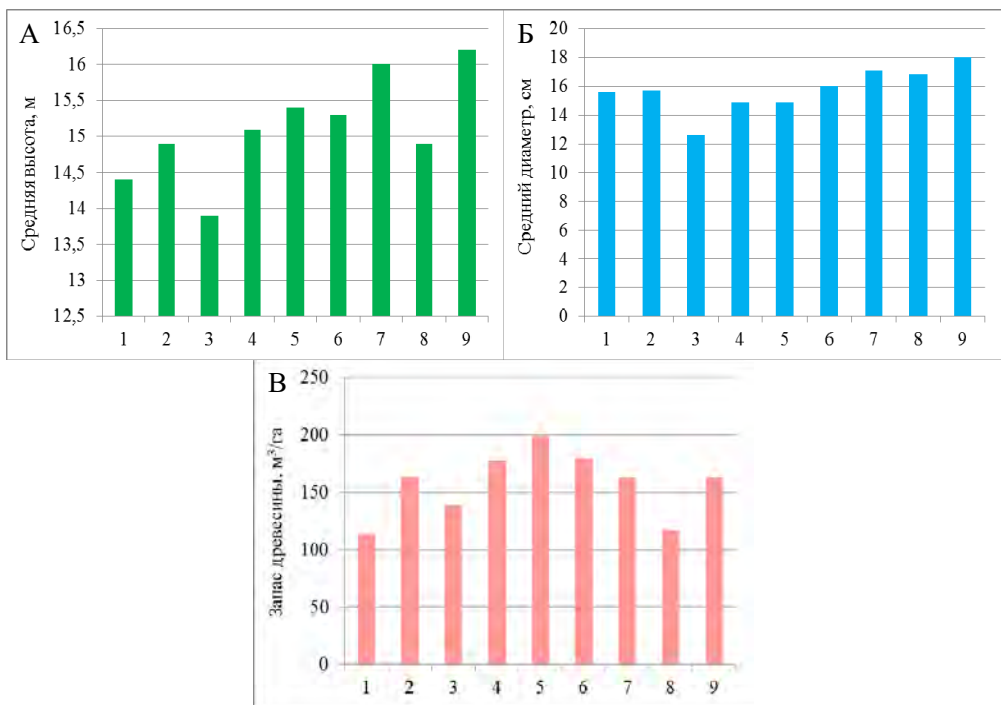


Рисунок 8.4. – Селекционно-генетическая оценка климатипов сосны обыкновенной различного географического происхождения (в разрезе лесорастительных подзон)

Примечание: Лесорастительные подзоны: 1 – подзона средней тайги;

2 – подзона южной тайги; 3 – северная подзона с преобладанием хвойных;

4 – южная подзона с одинаковым участием хвойных и широколиственных;

5 – северная подзона монодоминантных лесов; 6 – южная подзона полидоминантных

термофильных лесов; 7 – подзона северных степей лесов; 8 – подзона южных степей;

9 – подзона северной полупустыни.

А – средняя высота, м; Б – средний диаметр, см; В – запас древесины, м³/га

Наибольший запас стволовой древесины имеют климатипы из южной подзоны зоны смешанных лесов, северной и южной подзоны зоны лиственных лесов: Чувашский – 309 м³/га, Литовский – 290 м³/га, Горьковский – 273 м³/га, Рязанский – 288 м³/га, Брянский – 257 м³/га климатипы, а также климатипы из Липецкой – 270 м³/га, Киевской – 293 м³/га, Волынской – 294 м³/га и Черкасской – 296 м³/га областей.

Результаты селекционно-генетической оценки климатипов сосны обыкновенной в географических культурах показали, что селекцию на максимальную продуктивность следует вести среди происхождений из Беларуси, Литвы, а также ряда районов Украины и центральной европейской части Российской Федерации.

В свою очередь изучение генофонда сосны обыкновенной Беларуси показало, что наибольшим генетическим потенциалом обладает и, соот-

ветственно, важнейшим источником ресурсов для создания и воспроизводства лесов является сосновая формация Национального парка «Беловежская пуца». В проанализированных сосновых насаждениях пуцы выявлен уровень генетического разнообразия (средняя ожидаемая и наблюдаемая гетерозиготности равны 26,0 и 27,6%), соответствующий верхнему пределу генетической изменчивости для белорусских сосняков. При этом проанализированные древостои достоверно превышают по средним значениям показатели ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготности леса хозяйственного использования ($P < 0,01$), показатели наблюдаемой гетерозиготности – плюсовые насаждения ($P < 0,05$). Одной причиной полученных результатов является наименьшая подверженность древостоев сосны обыкновенной Национального парка «Беловежская пуца» антропогенному воздействию на протяжении длительного периода времени.

Сотрудниками Института леса НАН Беларуси осуществлена мобилизация и использование ценных генетических ресурсов сосны обыкновенной Национального парка «Беловежская пуца», в результате чего *in situ* выделены плюсовые лесные насаждения на площади 195,7 га, отобрано 398 плюсовых дерева.

Плюсовые лесные насаждения сосны обыкновенной представляют собой насаждения Ia и I бонитетов с полнотой 0,6–0,8, произрастающие в кисличном и черничном типах леса. Средние показатели: высота – 33 м, диаметр – 36–52 см. Запас стволовой древесины – 380–510 м³/га.

Возраст отобранных плюсовых деревьев Национального парка «Беловежская пуца» составляет 100–220 лет. Средние показатели: высота – 34,2 м, диаметр – 56,8 см, диаметр и протяженность кроны – 7,1 и 11,7 м соответственно. Протяженность бессучковой зоны в среднем равна 17,2 м, варьирует в пределах от 14,7 до 19,7 м. Отобранные плюсовые деревья характеризуются узкокронной (53,3%) и ширококронной (46,7%) формой кроны. Тип коры чешуйчатый (57,3%), пластинчатый (40,7%), воротничковый (2,0%, встречается в возрастном диапазоне 100–160 лет). Высота поднятия по стволу грубой корки в среднем равна 11,4 м.

Проведенный генетический анализ показывает, что плюсовые деревья, отобранные в насаждениях сосны обыкновенной Национального парка «Беловежская пуца» (средняя ожидаемая и наблюдаемая гетерозиготности – 25,3 и 26,2% соответственно), также характеризуются высоким уровнем генетической изменчивости по сравнению с усредненными данными для насаждений естественного происхождения Беларуси (средняя ожидаемая и наблюдаемая гетерозиготности – 24,0 и 24,7% соответственно).

Для изучения роста, развития и генетической оценки семенного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной на территории Нацио-

нального парка «Беловежская пуца» заложено три участка испытательных лесных культур общей площадью 6,0 га; с использованием вегетативного и семенного материала отобранных плюсовых деревьев произведена закладка лесосеменных плантаций общей площадью 12,02 га, в т. ч. клоновой – 8,32 га, семейственной – 3,7 га.

В Генетическом банке лесных древесных видов Института леса НАН Беларуси сформированы активные **семенные коллекции** плюсовых и элитных деревьев сосны обыкновенной, рабочие семенные коллекции сосновых насаждений естественного происхождения (21 лесхоз Гомельской области) в количестве 138 образцов. По результатам испытаний посевных качеств всхожесть семян элитных и плюсовых деревьев составляет 91,8 и 89,2% соответственно. У элитных деревьев значения всхожести варьируют от 69,9% (клон 32/420) до 98,1% (клон 85а/920); плюсовых деревьев – от 78,9% (клон 27/1204) до 93,9% (клон 85а/913). Энергия прорастания семян клонов элитных и плюсовых деревьев составляет 88,0 и 85,2% соответственно. Качественные показатели семенного материала активной коллекции плюсовых и элитных деревьев сосны обыкновенной высокие и составляют 90–95%. Проведена генетическая и морфологическая паспортизация коллекционных партий семян (рис. 8.5).



Рисунок 8.5. – Пример генетического паспорта и компьютерного описания семенного материала плюсового дерева

В составе **ДНК-коллекции** представлены образцы биологического материала и нуклеиновых кислот сосны обыкновенной в количестве 1 895 образцов из 111 точек сбора со всей территории Беларуси (Брестская область – 22 точки сбора, Витебская – 17, Гомельская – 26, Гродненская – 12, Минская – 18, Могилевская – 16), в том числе из 2 генетических лесных резерватов, 17 плюсовых насаждений, 57 древостоев естественного происхождения, 20 лесосеменных плантаций, 1 архивно-маточной плантации и от 24 деревьев – «кандидатов в элиту».

Ель европейская – лесообразующий вид Беларуси, древостои которого в республике занимают 774,2 тыс. га, или 9,37% покрытых лесом земель [4].

Для сохранения генофонда ели европейской *in situ* в лесном фонде выделены два лесных генетических резервата (551 га) на территории Брестской (Барановичский лесхоз) и Витебской (Глубокский опытный лесхоз) областей. Выделено 32,8 га лесных плюсовых насаждений и отобрано 245 плюсовых деревьев.

Отобраный хозяйственно ценный генофонд использован для закладки лесосеменных плантаций первого и второго порядка (площадь аттестованных ЛСП на 1 января 2019 г. составляет 67,85 и 116,4 га), выделения постоянных лесосеменных участков площадью 3,0 га.

В настоящее время для сохранения ценного генофонда ели европейской в экспериментальных лесных базах Института леса НАН Беларуси и лесохозяйственных учреждениях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь созданы **полевые коллекции ex situ** (рис. 8.6):

- коллекция различных видов *Picea* (*Picetum* – 12 видов);
- клонов элитных и плюсовых деревьев; коллекционный фонд представлен тремя архивными плантациями на площади 5,1 га, 132 клонами;
- семей плюсовых деревьев; коллекционный фонд представлен семейственной плантацией на площади 1,7 га, 36 семьями плюсовых деревьев;
- по тестированию потомства плюсовых деревьев; коллекционный фонд представлен тремя участками испытательных культур на площади 6,7 га, 257 семьями плюсовых деревьев;
- климатипов; коллекционный фонд представлен четырьмя участками географических культур площадью 32,2 га, 154 климатипами.

Как было обозначено выше, в настоящее время актуальным является поиск новых потенциальных источников устойчивости создаваемых лесов в изменяющейся окружающей среде, одними из которых являются климатипы различного географического происхождения. Поэтому была проведена работа по изучению географических культур ели европейской подобно той, которая была сделана по сосне обыкновенной.



Рисунок 8.6. – Полевые коллекции *ex situ* ели европейской
 Примечание: А – архивная плантация, Б – испытательные культуры

Селекционно-генетическая оценка климатипов ели европейской проводилась в географических культурах Чериковского лесхоза (Могилевская область). Характеристика объекта: год создания – 1977-й и 1979-й, общая площадь – 14,8 га, тип лесорастительных условий – В3; сеянцы высажены по схеме 2,5×0,75 м, каждый блок имеет 11 рядов; количество климатипов – 26 шт. Определялась интенсивность роста в высоту и по диаметру, запасу стволовой древесины для каждого климатипа и в разрезе географических регионов (рис. 8.7).

Выявлено, что наибольшей высотой характеризуются климатипы Северо-Западного (Ленинградский – 19,8 м, Псковский – 18,1 м), Белорусского (среднее – 17,9 м) и Юго-Западного (Закарпатский – 18,7 м, Ивано-Франковский – 17,8 м, Ровенский – 19,4 м, Львовский – 18,2 м) регионов. Наименьшая высота выявлена у климатипов из Татарстана (13,4 м), Удмуртии (13,5 м) и Вологодской (13,3 м), Костромской (13,4 м) областей.

Наибольший диаметр отмечен у климатипов южного происхождения (Ивано-Франковский – 19 см). Местные образцы имеют средние показатели по диаметру (11,9–15,3 см). Наименьший диаметр установлен у происхождений из Вологодской (10,7 см), Костромской (11,7 см) областей и из Татарстана (11,0 см), Удмуртии (12,1 см).

Сравнивая таксационные характеристики различных климатипов ели европейской прослеживается увеличение средних значений диаметров и высот от северных и восточных районов происхождения ели к южным и западным. Однако некоторые даже отдаленные климатипы (Ленинградский, Псковский) отличаются хорошим ростом и высокой продуктивностью.

Климатипы ели европейской существенно различаются по запасу стволовой древесины на гектар. Запас культур местного климатипа (могилев-

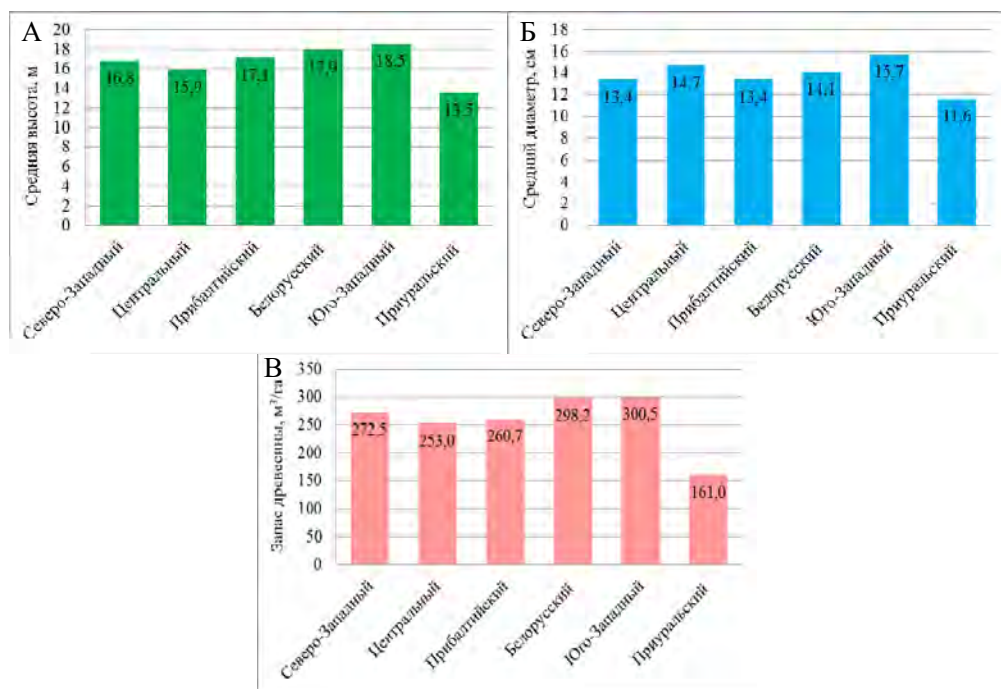


Рисунок 8.7. – Селекционно-генетическая оценка климатипов ели европейской различного географического происхождения (в разрезе регионов)

Примечание: Северо-Западный, Центральный, Прибалтийский, Белорусский, Юго-Западный, Приуральский регионы. А – средняя высота, м; Б – средний диаметр, см; В – запас древесины, м³/га

ский) составляет 308 м³/га. Наибольший запас древесины на 1 га выявлен у происхождений ели из Ивано-Франковской (410 м³/га), Ровенской (373 м³/га), Ленинградской (413 м³/га) областей и Эстонии (325 м³/га). Наименьшим запасом древесины на 1 га характеризуются происхождения из Татарстана, Удмуртии, Вологодской и Костромской областей (153–167 м³/га).

Таким образом, для создания устойчивых высокопродуктивных культур ели европейской в природно-климатических условиях Беларуси целесообразно использовать семена местной популяции, а также Юго-Западного и Северо-Западного регионов. Использование семян из северных и восточных районов для данных условий произрастания не рекомендуется.

Селекционно-генетическая оценка климатипов, произрастающих в составе географических культур Барановичского лесхоза (Брестская область) и Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси (Витебская область), также подтвердила вышеприведенные результаты.

Так, в географических культурах Барановичского лесхоза интенсивным ростом по высоте наряду с местным (21,8 м) характеризуются климатипы

из Ленинградской (24,4 м), Смоленской (22,5 м), Псковской (22,1 м), Житомирской (22,0 м) областей; превышение диаметра по отношению к местному (20,9 см) имеют климатипы Эстонии (22,8 см), Черниговской (22,5 см), Псковской (22,3 см), Смоленской (21,9 см), Ленинградской (21,7 см), Львовской (21,6 см) областей. Максимальный запас стволовой древесины выявлен для ели европейской из Ярославской (509 м³/га) и Смоленской (485 м³/га) областей (рис. 8.8).

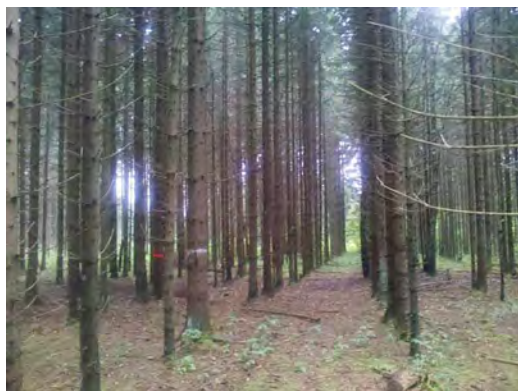
В географических культурах Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси интенсивным ростом по высоте отличаются климатипы из Литовской, Львовской, Ленинградской, Хмельницкой, Ровенской, Псковской областей (от 16,4 м до 17,8 м). Наибольший диаметр отмечен у климатипов из Костромской (17,5 см), Псковской (17,3 см), Ярославской (16,2 см), Львовской (16,0 см) областей и Республики Марий Эл (17,7 см). Наибольшим запасом древесины отличаются климатипы из Ровенской, Ленинградской, Костромской, Хмельницкой, Новгородской, Псковской областей, составляющим 197,5–257,2 м³/га (превышение контроля на 18–53%) (рис. 8.9).

Генетический анализ климатипов ели европейской, характеризующихся наилучшим ростом в условиях Беларуси (Ленинградский, Псковский, Эстонский, Ровенский, Ивано-Франковский, Львовский, Гродненский, Могилевский), показал, что их уровень генетической изменчивости соответствовал или превышал таковой, установленный для еловой формации Беларуси. Доля полиморфных локусов проанализированных климатипов ели европейской составляет по 99% критерию (P_{99}) 0,444–0,611. Среднее число аллелей на локус (A) варьирует от 1,944 до 2,333. Значения H_e изменяются от 14,8 до 16,8%, значения H_o – от 14,6 до 17,8%. Интересно отметить, что наименьшими значениями показателей характеризовались разные климатипы. Наибольшие значения показателей P_{99} , A и H_e установлены для Ивано-Франковского климатипа ели европейской, а показателя H_o – для Львовского климатипа.

На основании полученных результатов осуществлена мобилизация и использование наиболее ценного генофонда исследованных климатипов при выделении плюсовых деревьев и кандидатов в сорта ели европейской.

В географических культурах климатипов ели европейской всего отобрано 95 плюсовых деревьев, характеризующихся высокой продуктивностью и устойчивостью (табл. 8.3). Селекционный отбор проводился по основным таксационным показателям: средний диаметр, высота, запас, сохранность.

Для каждого плюсового дерева ели европейской описаны фенотипические характеристики, которые в своей совокупности отличались друг от друга в разных географических культурах. Одной из причин этого может



Ярославский климатип



Львовский климатип

Рисунок 8.8. – Высокопродуктивные климатипы ели европейской в географических культурах Барановичского лесхоза



Хмельницкий климатип



Кемеровский климатип

Рисунок 8.9. – Климатипы ели европейской в географических культурах 50-летнего возраста (Двинская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси)

являются различным набор представленных климатипов, в которых производился отбор деревьев.

Так, например, в Барановичском лесхозе основная часть деревьев имеет конусовидную форму кроны (70%), остальные – узкокронную (30%). Все деревья с прямым, полнодревесным стволом. Большая часть деревьев (97%) имеет гладкую кору, и только 3% – чешуйчатую форму коры. Цвет коры изменяется от серого (30%) до коричневого (70%).

Основная часть деревьев ели европейской (73%), отобранных в географических культурах Двинской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси, имеют конусовидную форму кроны, 13% – овальную, по 7% – яйцевидную и ширококонусовидную каждая. В отличие от плю-

Таблица 8.3. – Плюсовые деревья климатипов ели европейской в географических культурах

Место произрастания географических культур	Количество плюсовых деревьев, шт.	Климатип ели европейской
Барановичский лесхоз, Брестская область	60	Ярославский, Псковский, Львовский, Волынский, Киевский, Сумский, Литовский, Эстонский, Удмуртский
Двинская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси, Витебская область	15	Львовский, Хмельницкий, Ровенский, Черниговский
Чериковский лесхоз, Могилевская область	20	Ивано-Франковский, Закарпатский, Ровенский, Львовский

совых деревьев климатипов, отобранных в географических культурах Барановичского лесхоза, здесь представлено только 7% деревьев с гладкой корой, 40% – мелкочешуйчатой, 33% – пластинчатой, 20% – чешуйчатой. Среди отобранных деревьев 53% с щетковидно-гребенчатым ветвлением, по 20% – гребенчатым и гребенчато-пластинчатым каждое, 7% – щетковидно-гребенчато-пластинчатым.

Все отобранные плюсовые деревья климатипов ели европейской находятся в стадии плодоношения и имеют черенки.

По результатам обследования географических культур ели европейской 20 климатипов выделено кандидатами в сорта-популяции (табл. 8.4).

Мобилизация и использование генетических ресурсов наиболее перспективных происхождений климатипов ели европейской позволит в дальнейшем существенно повысить биологическую устойчивость вновь создаваемых насаждений к неблагоприятным факторам среды и обеспечить их массовое внедрение в практику воспроизводства лесов.

Сформирована базовая **семенная коллекция** *ex situ* генетических ресурсов ели европейской, включающая семенные образцы 130 клонов плюсовых деревьев и насаждений естественного происхождения (Петриковский лесхоз, Речицкий опытный лесхоз, Чечерский спецлесхоз). Семенной материал 130 клонов плюсовых деревьев ели европейской заготовлен в Крупском лесхозе (лесосеменные плантации второго порядка 1997, 1998, 2000 гг. закладки), Глубокском опытном лесхозе (лесосеменная плантация второго порядка 1996 г. закладки), Двинской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси (архивная плантация 1982 г. закладки, архивно-маточная плантация 1986 г. закладки, семейственно-клоновая плантация 1985 г. закладки). Усредненные качественные характеристики семенных образцов клонов плюсовых деревьев приведены в *таблице 8.5*.

Таблица 8.4. – Характеристика кандидатов в сорта-популяции ели европейской

Географическое происхождение	Место испытания, лесхоз / экспериментальная лесная база	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет	Запас, м ³ /га
Львовский	Барановичский	21,5	21,6	IA	383,0
	Двинская	16,0	17,8	II	193,0
	Чериковский	18,2	16,2	IA	184,0
Эстонский	Барановичский	20,5	22,8	IA	301,0
	Чериковский	18,3	14,3	IA	325,0
Псковский	Барановичский	22,1	22,3	IA	365,0
	Чериковский	18,1	14,1	I	288,0
Ровенский	Чериковский	19,4	15,0	IA	373,0
	Двинская	15,2	16,4	II	257,0
Ярославский	Барановичский	21,2	20,6	IA	509,0
Киевский	Барановичский	21,2	19,2	IA	360,0
Сумской	Барановичский	20,0	19,3	IA	266,0
Волынский	Барановичский	20,8	19,0	IA	288,0
Удмуртский	Барановичский	21,2	21,8	IA	406,0
Черниговский	Двинская	16,7	15,2	I	164,0
Хмельницкий	Двинская	17,9	17,1	I	214,0
Ленинградский	Чериковский	19,8	16,0	IA	413,0
Калужский	Чериковский	17,9	18,1	IA	297,0
Закарпатский	Чериковский	18,7	12,7	I	235,0
Ивано-Франковский	Чериковский	17,8	19,0	IA	410,0

В составе **ДНК-коллекции** представлены образцы биологического материала и нуклеиновых кислот ели европейской в количестве 995 образцов из 120 точек сбора со всей территории Беларуси (Брестская область – 11 точек сбора, Витебская – 16, Гомельская – 13, Гродненская – 10, Минская – 14, Могилевская – 16), в том числе из испытательных и географических культур, 63 древостоев естественного происхождения, 4 лесосеменных плантаций, 1 архивно-маточной плантации. В коллекцию включены образцы ДНК более 40 климатипов ели европейской происхождением из Беларуси, стран СНГ и Прибалтики.

Лиственница европейская – один из хвойных древесных видов, характеризующийся быстрым ростом, ценной древесиной и высокой продуктивностью. Лиственница относится к числу интродуцированных пород в Беларуси, древостои которой в республике занимают 1441 га, или 0,02% покрытых лесом земель [4].

В Беларуси лиственница европейская характеризуется достаточно хорошим ростом. Встречается как в чистых, так и в смешанных насаждениях.

Таблица 8.5. – Показатели качества семенных образцов клонов плюсовых деревьев ели европейской

Показатель качества	Место сбора		
	Крупский лесхоз	Двинская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси	Глубокский опытный лесхоз
Выход семян	В среднем составляет 2,9% (минимальный – 0,6%, максимальный – 5,3%). Клоны плюсовых деревьев 22/39, 69/55, 69/57 имеют выход семян свыше 5,0%	В среднем составляет 3,95% (минимальный – 1,25%, максимальный – 6,20%). Клоны плюсовых деревьев 3/14, 3/17, 15/380, 15/385, 23/86, 31/351, 62/10 и Смоленский имеют выхода семян свыше 5,0%	В среднем составляет 2,4% (минимальный – 0,2%, максимальный – 4,7%). Клоны с выходом семян свыше 5,0% отсутствуют; клоны плюсовых деревьев 3/17–1, 98–1 имеют выход семян свыше 4,0%
Цвет семян	Основной цвет – темно-коричневый (62,1% клонов). Семена пестрого цвета – 22,1%, коричневого – 12,6%, серого – 2,11% (клоны 66/593-2, 69/57), серо-коричневого – 1,05% (клон 80/46)	Основной цвет – темно-коричневый (42,1%). Семена пестрого цвета – 33,3%, коричневого – 19,3%, серо-коричневого – 3,5% (клоны 31/351, 36а/391), серого – 1,8% (клон 5/485)	Основной цвет – коричневый (40,0%). Семена коричневого цвета – 28,0%, пестрого и серо-коричневого (по 16% каждый)
Вес 1000 шт. семян	В среднем составляет 6,43 г (минимальный – 3,58 г / клон 36, максимальный – 11,41 г / клон 21/137)	В среднем составляет 7,40 г (минимальный – 4,47 г / клон 36а/387, максимальный – 9,49 г / клон 81/230)	В среднем составляет 6,84 г (минимальный – 4,54 г / клон 81/227-1, максимальный – 10,44 г / клон 45-1)

Участки леса с лиственницей в составе небольшие по площади – от 0,5 до 3,2 га. Возрастной состав древостоев разнообразен – от 15 до 170 лет. Практически все образованные ею насаждения произрастают в богатых условиях и характеризуются IА-II классами бонитета. Сомкнутость древостоев высокая, что способствует хорошему очищению стволов от сучьев и формированию полнодревесных стволов.

Для сохранения генофонда лиственницы европейской *in situ* в лесном фонде выделены четыре плюсовых насаждения площадью 2,6 га на территории Гродненской (Гродненский и Новогрудский лесхозы – 0,2 и 0,5 га соответственно), Минской (Молодечненский лесхоз – 1,5 га) и Могилев-

ской (Жорновская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси – 0,4 га) областей, отобрано 105 плюсовых деревьев, в том числе на территории Брестской области (Барановичский лесхоз).

Все отобранные плюсовые деревья находятся в стадии плодоношения. Имеют пирамидальную, широко- и узкокронную форму кроны. Все деревья полнодревесные с прямыми и саблевидными стволами. Цвет коры бурый, коричневый, серый, серо-коричневый. Встречаются деревья с пластинчатой, бороздчатой и чешуйчатой формой коры.

Отобранный хозяйственно ценный генофонд использован для закладки лесосеменных плантаций на площади 11,64 га.

Сформирована **семенная коллекция** *ex situ* генетических ресурсов лиственницы европейской, представленная 45 семенными образцами из различных районов (шесть лесорастительных зон) ее естественного произрастания Польши (табл. 8.6). Данный материал использован для обогащения генофонда лиственницы европейской в Беларуси в качестве исходного материала для закладки лесосеменных плантаций и географических культур.

Таблица 8.6. – Семенные образцы лиственницы европейской польского происхождения

Лесорастительная зона Польши	Семенной образец лиственницы европейской	Количество, шт. / %
I. Bałtycka	39; 40	2 / 4
II. Mazursko-Podlaska	–	0
III. Wielkopolsko-Pomorska1	–	0
IV. Mazowiecko-Podlaska1	3; 4	2 / 4
V. Śląska1	19; 37	2 / 4
VI. Małopolska	1; 2; 5; 6; 7; 8; 9; 17; 18; 41; 42; 43; 44	13 / 29
VII. Sudecka	20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 38; 45	19 / 43
VIII. Karpacka	10; 11; 12; 13; 14; 15; 16	7 / 16

Наиболее близки по имеющимся характеристикам к условиям Беларуси лесорастительные зоны Mazowiecko-Podlaska, юго-восточная и центральная части Małopolska.

Цвет семенных образцов варьирует в пределах серовато- или зеленовато-бурых тонов. Масса 1000 штук семян из популяций разных широт изменяется от 3,81 до 7,00 г. Средняя масса коллекционных образцов семян лиственницы европейской составляет 5,23 г.

Масса 1000 штук семян выше среднего значения показателя отмечается у большинства образцов лесорастительной зоны Карпска (70%). Также значительно тяжелее средней массы семена лиственницы европейской из Mazowiecko-Podlaska1 зоны. Увеличения массы 1000 штук семян коллекционных образцов в пределах Польши от северных и восточных районов

происхождения к южным и западным не установлено. В целом варьирование массы 1000 штук семян из разных географических популяций имеет средний уровень изменчивости и составляет 2,3%.

Средняя энергия прорастания и всхожесть коллекционных образцов семян лиственницы европейской составила 35,5% и 48,7%, что является хорошим показателем качества семян данного древесного вида. Данные Семена относятся к трем классам качества: 1 класс – 60%, 2 класс – 29%, 3 класс – 11%.

Проведенный молекулярно-генетический анализ показал, что коллекционные семенные наборы лиственницы европейской характеризуются высоким запасом генетической изменчивости. Доля полиморфных локусов варьирует от 0,412 до 0,706, среднее число аллелей на локус – от 1,647 до 2,294. Значения средней ожидаемой гетерозиготности (H_e) изменяются от 10,1 до 16,1%, средней наблюдаемой гетерозиготности (H_o) – от 8,5 до 15,7%.

Установлено, что наиболее высокий уровень H_e и H_o наблюдается в семенных наборах 5, 15, 27, 31, 32, 37 (более 0,151 и 0,116 соответственно), а наиболее низкий уровень обоих показателей выявлен в семенных наборах 3, 9, 10, 24 – менее 0,107 и 0,106 соответственно. Остальные семенные наборы имеют размах значений в пределах от 0,111 до 0,149 по параметру H_e и от 0,086 до 0,157 по параметру H_o . Сходные данные по уровню средней ожидаемой гетерозиготности были получены польскими учеными для европейских популяций лиственницы.

Сравнение полученных результатов с данными генетического анализа лесных культур лиственницы европейской в Беларуси (Двинская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси, Речицкий опытный лесхоз) показало, что уровень генетической изменчивости семенных наборов значительно выше, чем в лесных культурах (доля полиморфных локусов варьирует от 0,263 до 0,526; среднее число аллелей на локус – от 1,368 до 1,895; ожидаемая гетерозиготность – от 5,6 до 11,5%; наблюдаемая гетерозиготность – от 7,0 до 11,2%).

Проведенные исследования показывают, что семенная коллекция *ex situ* генетических ресурсов лиственницы европейской является перспективной для проведения лесовосстановительных работ и создания лесных культур лиственницы в Беларуси. Поскольку генетическое разнообразие семенных наборов выше, чем в проанализированных на территории Беларуси древостоях данного древесного вида, то они могут послужить источником дополнительного аллельного разнообразия в создаваемых искусственных насаждениях лиственницы.

В составе **ДНК-коллекции** представлены образцы биологического материала и нуклеиновых кислот лиственницы европейской в количестве 200 образцов из 12 точек сбора со всей территории Беларуси (Витебская – 4, Гомельская – 4, Гродненская – 3, Минская – 1, Могилевская – 1), в том числе из 3 лесосеменных плантаций (50 образцов), 9 древостоев (150 образцов) естественного происхождения.

Дуб черешчатый. Лесообразующий вид Беларуси, древостои которого в республике занимают 286,1 тыс. га, или 3,46% покрытых лесом земель [4].

Для сохранения генофонда дуба черешчатого *in situ* в лесном фонде выделены девять лесных генетических резервата (2 622,0 га) на территории Брестской (Лунинецкий лесхоз), Гомельской (Василевичский, Гомельский опытный и Речицкий опытный лесхозы, Корневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси, Национальный парк «Припятский») и Могилевской (Могилевский лесхоз) областей. Выделено 532,0 га лесных плюсовых насаждений и отобрано 683 плюсовых деревьев.

Отобранный хозяйственно ценный генофонд использован для закладки лесосеменных плантаций первого порядка (площадь аттестованных ЛСП на 1 января 2019 г. составляет 228,66 га) (рис. 8.10), выделения постоянных лесосеменных участков общей площадью 240,2 га.



Рисунок 8.10. – Лесосеменные плантации первого порядка дуба черешчатого

Генетическая инвентаризация 58 лесосеменных плантаций дуба черешчатого показала, что запас изменчивости ЛСП Брестского, Гомельского и Могилевского ГПЛХО в целом сопоставим друг с другом, а также с уровнем генетического разнообразия природных популяций дуба черешчатого Беларуси (табл. 8.7). При этом диапазон значений генетического разнообразия лесосеменных плантаций и различия в их генетической структуре в 1,5–2 раза выше, чем в дубовых насаждениях.

Таблица 8.7. – Средние значения показателей генетического разнообразия и диапазоны их варьирования в проанализированных лесосеменных плантациях дуба черешчатого

Государственное производственное лесохозяйственное объединение	Доля полиморфных локусов		Число аллелей на локус		Средняя гетерозиготность	
	P ₉₅	P ₉₉	A	A _{1%}	ожд. H _e	наблюд. H _o
Брестское (9 ЛСП)	<u>0,46-0,69</u> 0,54	<u>0,77-0,92</u> 0,85	<u>2,31-2,85</u> 3,46	<u>2,31-2,85</u> 2,54	<u>0,209-0,273</u> 0,246	<u>0,197-0,251</u> 0,219
Гомельское (25 ЛСП)	<u>0,39-0,77</u> 0,77	<u>0,54-0,92</u> 0,92	<u>1,92-2,62</u> 4,39	<u>1,85-2,62</u> 2,46	<u>0,188-0,296</u> 0,244	<u>0,159-0,267</u> 0,223
Могилевское (24 ЛСП)	<u>0,54-0,85</u> 0,77	<u>0,62-0,92</u> 0,92	<u>2,00-2,54</u> 3,62	<u>2,00-2,46</u> 2,54	<u>0,182-0,276</u> 0,248	<u>0,188-0,265</u> 0,220
Природные популяции	<u>0,54-0,69</u> 0,615	<u>0,69-0,85</u> 0,769	<u>2,23-2,62</u> 3,385	<u>2,23-2,39</u> 2,385	<u>0,217-0,243</u> 0,238	<u>0,215-0,251</u> 0,227

Примечание: над чертой – диапазон варьирования значений; под чертой – среднее значение

Для сохранения ценного генофонда дуба черешчатого в экспериментальных лесных базах Института леса НАН Беларуси и лесохозяйственных учреждениях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь созданы **полевые коллекции ex situ** по тестированию потомства плюсовых деревьев. Коллекционный фонд представлен двумя участками испытательных культур на площади 8,7 га, 152 семьями плюсовых деревьев.

В составе **ДНК-коллекции** представлены образцы биологического материала и нуклеиновых кислот дуба черешчатого в количестве 1000 образцов из 110 точек сбора со всей территории Беларуси (Брестская область – 24 точки сбора, Витебская – 14, Гомельская – 39, Гродненская – 8, Минская – 13, Могилевская – 12), в том числе из 9 генетических лесных резерватов, 10 плюсовых насаждений, 79 древостоев естественного происхождения, 12 лесосеменных плантаций.

В состав **коллекции in vitro** включены клоны одних из самых старовозрастных деревьев дуба черешчатого Беларуси – Царь-дуба (окружность 6,32 м; возраст – 350 лет) и Дуба-патриарха «Пожежинский» (окружность 6,35 м; возраст – 300 лет), произрастающих на территории Малоритского района Брестской области (рис. 8.11).

Береза повислая – лесообразующий вид Беларуси, древостои которого в республике занимают 1 911,0 тыс. га, или 23,13% покрытых лесом земель [4].

Для сохранения генофонда березы повислой *in situ* в лесном фонде выделено 41,1 га лесных плюсовых насаждений и отобрано 100 плюсовых деревьев.

В составе **ДНК-коллекции** представлены образцы биологического материала и нуклеиновых кислот березы повислой в количестве 110 образцов из 13 точек сбора со всей территории Беларуси (Брестская область – 2 точки сбора, Витебская – 3, Гомельская – 2, Гродненская – 2, Минская – 2, Могилевская – 2), в том числе из 5 плюсовых насаждений, 8 древостоев естественного происхождения.

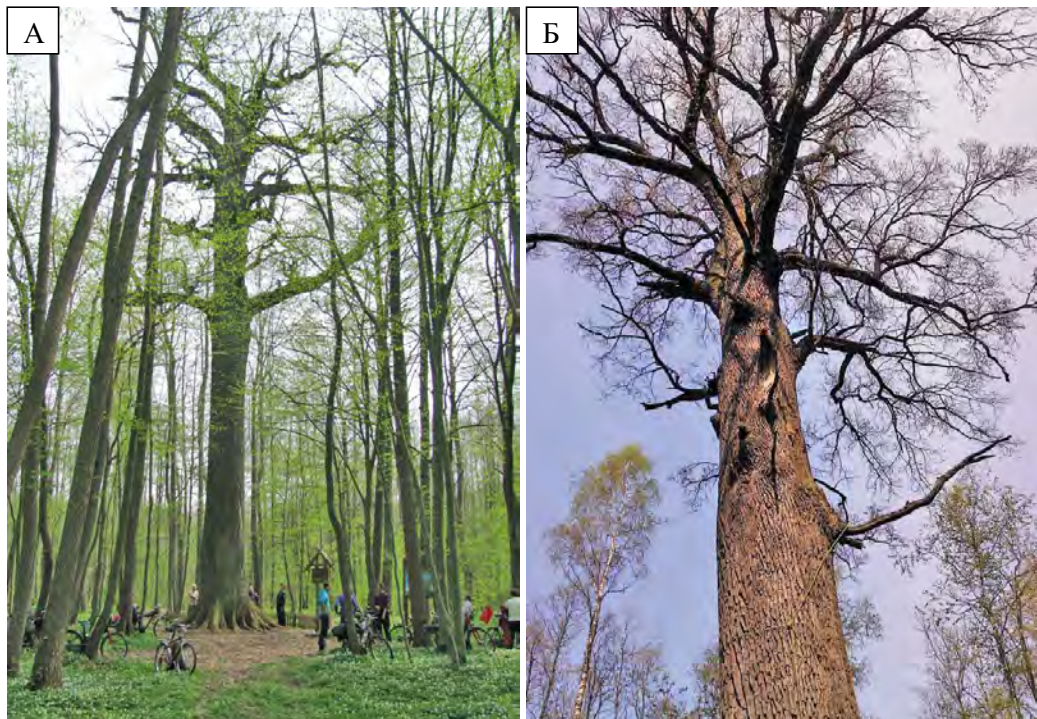


Рисунок 8.11. – Старовозрастные деревья дуба черешчатого Беларуси (Брестская область, Малоритский район).
А – Царь-дуб; Б – Дуб-патриарх «Пожежинский»

В составе **коллекции *in vitro*** представлены семь клонов элитных и плюсовых деревьев березы повислой (Ка6001; 171; 66-150/10; 6-161/3; 6-167/9; 6-176/18; 6-179/21), пять клонов, перспективных для получения исходного материала для селекции (бб31; бб4б; бб4д; бб4г; бб9а1).

Береза карельская является разновидностью березы повислой. За счет высокодекоративной узорчатой древесины относится к наиболее ценным древесным породам Беларуси. Стоимость такой древесины является одной из самой высокой в Европе. Несмотря на высокую востребованность древесины березы карельской в лесной промышленности и значительный экспортный потенциал, площадь ее насаждений в Беларуси составляет всего 113 га, а общий запас древесины – 16,6 тыс. м³ [4].

Для сохранения генофонда березы карельской *in situ* в лесном фонде выделено 53,0 га лесных плюсовых насаждений и отобрано 23 плюсовых деревьев. Отобранный хозяйственно ценный генофонд использован для закладки лесосеменных плантаций первого порядка общей площадью 20,55 га, выделения постоянных лесосеменных участков площадью 5,4 га.

В Корневской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси создана **полевая коллекция** *ex situ*:

– клонов элитных и плюсовых деревьев; коллекционный фонд представлен одной архивной плантацией на площади 4,1 га, 6 формами высокоузорчатой древесины (рис. 8.12).



Рисунок 8.12. – Архивная плантация березы карельской

Сформирована **семенная коллекция** *ex situ* генетических ресурсов березы карельской, представленная тремя семенными образцами высокоствольной, короткоствольной, кустарниковой и кустовидной форм (Корневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси, Буда-Кошелевский опытный лесхоз).

В состав **коллекции** *in vitro* включены клоны лироствольной, шаровидно-утолщенной, кустарниковой, кустовидной и короткоствольной форм березы карельской (Крупский лесхоз), а также 12 клонов вида с высокоузорчатой древесиной (рис. 8.13 и 8.14).

Помимо древесных растений в Институте леса НАН Беларуси проводятся работы по мобилизации, сохранению, изучению и использованию генетических ресурсов ДРКР, произрастающих в лесных экосистемах. В резуль-



Рисунок 8.13. – Коллекция культур *in vitro* клонов березы карельской

тате 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 поддерживается и содержится 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: голубика высокорослая – 15 сортов; клюква крупноплодная – 5 сортов. Сформирована и пополняется электронная база отобранных в природе форм ягодных растений подсем. Брусничные (более 1 100 описаний), содержащая их морфологические характеристики, описание мест (координаты, привязка) и условий произрастания.

В состав **коллекции *in vitro*** включены 1 клон клюквы крупноплодной гибридного происхождения, 2 клона поляники арктической, 5 клонов голубики высокорослой.

Заключение

Подытоживая выполненную к настоящему времени работу и полученные результаты, необходимо обозначить эффективность выбранных направлений и принципов деятельности и достижимость стратегической цели генетического улучшения лесов, которая заключается в сохранении

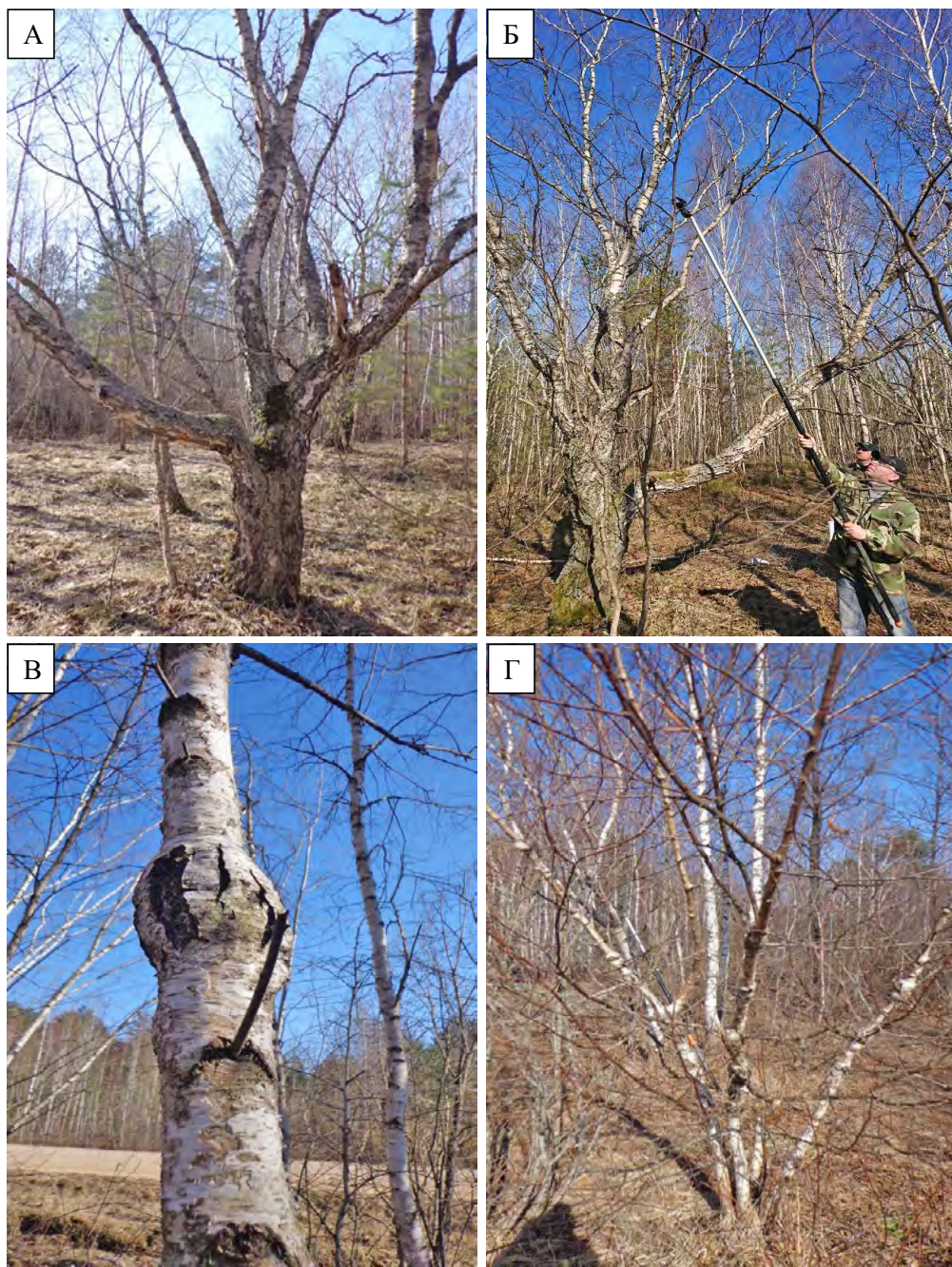


Рисунок 8.14. – Формовое разнообразие березы карельской (*Betula pendula* var. *carelica* (Merckl.) Hämet-Ahti), включенное в состав коллекции *in vitro*

Примечание: А – лироствольная форма; Б – заготовка вегетативного материала с лироствольной формы для введения в культуру *in vitro* (март 2018 г.); В – шаровидноутолщенная форма; Г – кустарниковая форма

генетического потенциала видов древесных растений, повышении продуктивности, качества и биологической устойчивости лесов, максимальном выполнении ими многообразных средообразующих и сырьевых функций, сокращении периода воспроизводства разнообразных продуктов.

Необходимо отметить, что в настоящее время в условиях современных изменений климата и окружающей среды особое значение получает развитие инструментария оценки состояния подверженных их влиянию природных экосистем. Одним из таковых является применение молекулярно-генетических технологий, позволяющих проводить мониторинг генетического («скрытого») разнообразия, представленного объемом генетической информации, содержащейся в генах организмов, населяющих изучаемый регион, и разнообразия генотипов, составляющих популяцию вида.

К настоящему времени в Беларуси предложены технологии и проведена генетическая паспортизация и инвентаризация объектов постоянной лесосеменной базы, организована система генетического мониторинга на всех этапах селекционно-семеноводческого процесса. Проведена оценка состояния генетических ресурсов более 130 объектов постоянной лесосеменной базы (лесосеменные плантации, плюсовые насаждения, лесные генетические резерваты) общей площадью свыше 2 500 га. Составлены генетические паспорта более 500 плюсовых деревьев сосны обыкновенной, ели европейской, дуба черешчатого и лиственницы европейской. Разработаны на основе молекулярно-генетических данных лесосеменное районирование, схемы расположения лесных генетических резерватов и хозяйственных семенных насаждений дуба черешчатого в Беларуси. Аналогичная работа в настоящее время проводится по усовершенствованию лесосеменного районирования сосны обыкновенной и ели европейской в Беларуси.

Новая стратегия по сохранению генофонда древесных растений, принятая в соответствии с Программой сохранения лесных генетических ресурсов и развития селекционного семеноводства лесообразующих пород Беларуси на период до 2030 г., представляет собой продолжение и дальнейшее развитие уже осуществляемых мероприятий. Она включает следующие приоритеты: (1) широкое внедрение молекулярно-генетических методов для получения данных о состоянии генетических ресурсов в лесных насаждениях естественного и искусственного происхождения; (2) использование технологий полногеномного секвенирования с целью выявления и анализа генов, отвечающих за проявление определенных признаков; (3) создание объектов сохранения генофонда для видов, являющихся

экологически пластическими и устойчивыми в условиях изменяющегося климата (например, липа мелколистная); (4) проведение селекционно-генетической оценки насаждений в составе особо охраняемых природных территорий (заповедники, национальные парки) с выделением наиболее ценных древостоев и их генетической паспортизации; (5) расширение базовых, активных и рабочих коллекций семенных партий в Генетическом банке Института леса НАН Беларуси; (6) разработка и использование технологий длительного хранения и криоконсервации лесных генетических ресурсов, создание банков пыльцы и гермоплазмы древесных растений.

Список использованной литературы

1. Analysing the spatio-temporal impacts of the 2003 and 2010 extreme heatwaves on plant productivity in Europe / A. Bastos, C.M. Gouveia, R.M. Trigo, S.W. Running // Biogeosciences. – 2014. – Vol. 11. – P. 3421–3435. – Mode of access: [dx.doi.org/10.5194/bg-11-3421-2014](https://doi.org/10.5194/bg-11-3421-2014).

2. State of Europe's Forests / Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. – Forest Europe Liaison Unit Madrid, 2015. – 312 p.

3. Rivers, M. Conserving the World's Most Threatened Trees: a global survey of *ex situ* collections / M. Rivers [et al.]. – Richmond : BGCI, 2015. – 84 p.

4. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2018 / Мин-во лесн. хоз-ва Респ. Беларусь, Белгослес. – Минск, 2018. – 62 с.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ СБОРА, СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Работа в области международного сотрудничества осуществляется в соответствии с разработанным Договором о сотрудничестве в области сбора, сохранения и использования генетических ресурсов культурных растений в Беларуси, целью которого является обмен генетическими ресурсами культурных растений и их диких родичей, а также их сбор, изучение, сохранение и эффективное использование в качестве исходного материала для селекции в Беларуси. Договор выполняется сторонами с соблюдением Международных правовых норм (Конвенция о биоразнообразии (КБР), Конвенции по международной торговле вымирающими видами дикой фауны и флоры (СИТЕС), и др.), а также действующих законов и норм по защите авторских прав, таможенных и карантинных законодательств. Определены условия использования коллекционных образцов при обмене семенным материалом между сторонами (Соглашение о передаче материала). Условия были разработаны с учетом необходимости соблюдения авторских прав и Международной конвенции по охране новых сортов растений. На основе этого договора осуществляется долгосрочное научное сотрудничество с ведущими селекционными центрами и международными генетическими банками, проводится обмен генофондом и информацией со 148 зарубежными учреждениями:

В 2005 г. налажены контакты с Международным институтом генетических ресурсов растений (International plant genetic resources institute, IPGRI, Рим, Италия). С 2008 г. обеспечено участие Республики Беларусь в Европейской кооперативной программе по генетическим ресурсам растений (ECPGR), в рамках которой принято участие в создании Европейского каталога генетических ресурсов растений (EURISCO). В рамках Кооперативной программы (Phase VII) в 2011 г. подписан Меморандум о взаимопонимании (MoU), о вступлении Республики Беларусь в Интегрированную систему банков генов Европы «AEGIS». В 2014 г. подписано соглашение между IPGRI и НАН Беларуси по сотрудничеству в области генетических ресурсов растений в Европейской программе (ECP/GR, Phase IX).

Впервые в 2012 г. коллекционные образцы белорусского происхождения переданы в Арктический Генный банк (Svalbard Global Seed Vault) и заложены на долгосрочное хранение: 210 образцов пшеницы и 262 коллекционных образцов ячменя. Образцы изучены, описаны и зарегистрированы в базах данных в соответствии с требованиями Международных банков CIMMYT (Мексика), ICARDA (Тунис) и для страхового дублирования в международных банках.



Рисунок 9.1. – Норвегия, остров Шпицберген, м. Свальбард, Арктический генный банк

В 2015 г. заключены международные договора о сотрудничестве в области сбора, изучения, сохранения и использования генетических ресурсов растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», с ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова, ГНУ Московский НИИСХ «Немчиновка», Иракским университетом Васит, Винницким аграрным университетом (Украина), ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Дальневосточный НИИСХ г. Хабаровск, проведен обмен коллекционным материалом.

С 2016 г. подготовлен страновой доклад «Состояние биоразнообразия для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь». В основу доклада легли данные представленные научными организациями, а также собрана информация, проанализировано состояние сохранения и использования генетических ресурсов в

Республике Беларусь, даны рекомендации по решению проблем и удовлетворению потребностей, связанных с сохранением и их рациональным использованием, сделаны соответствующие выводы. Настоящий первый страновой доклад стал важным шагом в формировании системы знаний и информации, необходимых для принятия мер, направленных на улучшение сохранения генетических ресурсов и биоразнообразия в Республике Беларусь.

2017 г. – заключены международные договора о сотрудничестве в области сбора, изучения, сохранения и использования генетических ресурсов растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», с Министерством сельского хозяйства и продовольствия Норвегии, Сибирским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства и торфа ФГБУ Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологии Российской академии наук, Институтом кормов и сельского хозяйства Подолья Национальной академии аграрных наук Украины, Институтом сельского хозяйства Центра аграрных и лесных наук Литвы, Устимовской опытной станцией растениеводства Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины. В 2017 г. был подписан проект с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО) «Усиление Национальной программы по генетическим ресурсам растений в Беларуси для сохранения и использования генетических ресурсов растений» на 2017–2019 гг. В результате выполнения разработан проект Национальной стратегии Республики Беларусь по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (ГРПСХ), где определены приоритетные задачи и мероприятия по улучшению сохранности и эффективному использованию ГРПСХ в целях обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства страны, укрепления кадрового потенциала и сотрудничества в области генетических ресурсов растений на региональном, национальном и международном уровнях.

Проект Национальной стратегии Республики Беларусь по сохранению, и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства представляет собой программный документ для реализации Правительством Республики Беларусь политики в области генетических ресурсов растений на период до 2035 г.

В рамках международной Европейской кооперативной программы сотрудники отдела генетических ресурсов растений приняли участие: в совещаниях 16-й сессии Комиссии по генетическим ресурсам для производства



Рисунок 9.2. – Участники международной конференции в рамках заключительного семинара по выполнению проекта ФАО в Республике Беларусь

продовольствия и ведения сельского хозяйства, встрече с региональными представителями ФАО с целью обсуждения проекта по оказанию технической помощи РБ и реализации Проекта о техническом сотрудничестве по усилению Государственной программы генетических ресурсов растений в Беларуси для сохранения и их использования (Программа «Генофонд») 2017–2018 гг.; в семинаре GRIN-Global 2017, для Европейских генбанков), который состоялся в Праге, и был нацелен на изучение и навыки использования системы документации генетических ресурсов GRIN-Global, для управления данными генбанка. Обучающий семинар позволил получить новую, полезную информацию по применению данного программного обеспечения и использования в работе банка генетических ресурсов растений Республики Беларусь; важное значение имел обучающий семинар EURISCO для национальных координаторов из центров по сохранению ГРП-2017, который состоялся в Гатерслебене, Германия и был направлен на совершенствование управления коллекциями в области исследований характеристики коллекционных образцов, документации, разработки и обслуживания баз данных для хранения и представления пользователям, для улучшения механизмов поиска, веб-сервисов и других необходимых компонентов интернет-информационной инфраструктуры для генетиче-

ских ресурсов *ex situ*, чтобы предоставить пользователям больше информации о сохраняемых коллекциях. Полученные навыки будут применены в работе Национального банка генетических ресурсов растений Республики Беларусь.

В 2018 г. заключены международные договора о сотрудничестве в области сбора, изучения, сохранения и использования генетических ресурсов растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» с Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the Academy of Sciences of Moldova в Молдавии, National Agricultural and Food Centre Research Institute of Plant Production в Словакии и Научным центром агробиотехнологии, филиалом Национального аграрного университета Армении.

Проведен обучающий семинар по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в рамках проекта ФАО «Усиление Национальной программы по генетическим ресурсам растений» в г. Жодино 15–17 мая 2018 г. в заседании круглого стола «Подготовка Национальной стратегии Республики Беларусь по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (ГРРПСХ)».

В Институте генетики и цитологии НАН Беларуси функционируют Национальный координационный центр биобезопасности и Национальный координационный центр по вопросам доступа к генетическим ресурсам и совместному использованию выгод.

Национальный координационный центр биобезопасности (НКЦБ) был создан в 1998 г. с целью обеспечения эффективного участия Республики Беларусь в решении глобальной проблемы сохранения биологического разнообразия и координации деятельности, связанной с безопасностью использования достижений современной биотехнологии в рамках Конвенции ООН о биологическом разнообразии и Картахенского протокола по биобезопасности. Одним из основных направлений деятельности НКЦБ является сбор, анализ и систематизация информации о законодательстве и научных исследованиях по биобезопасности, полевых испытаниях, ввозе, вывозе, коммерческом использовании генетически измененных организмов и поддержание базы данных по биобезопасности (biosafety.by).

В Институте генетики и цитологии был выполнен ряд международных договоров, в том числе при поддержке Программы ООН по окружающей среде и Глобального экологического фонда, Секретариата Конвенции о биологическом разнообразии, Центральной Европейской Инициативы, по

осуществлению деятельности для достижения целей Конвенции ООН о биологическом разнообразии, а также Картахенского протокола по биологической безопасности и Нагойского протокола регулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их применения к этой конвенции:

1.	Разработка национальной рамочной программы по биобезопасности для Республики Беларусь	2003–2004
2.	Создание потенциала для эффективного участия в Механизме посредничества по биобезопасности	2006–2007
3.	Разработка и совершенствование системы биобезопасности в области сельскохозяйственной биотехнологии в Беларуси и Национальном институте аграрных исследований Венесуэлы	2009–2012
4.	Разработка методов ДНК-типирования хозяйственно ценных генов для использования в селекции сельскохозяйственных растений	2009–2012
5.	Поддержка подготовки Вторых и Третьих национальных докладов по биобезопасности по Картахенскому протоколу по биобезопасности – Северная Африка (СА), Азия (А), Центральная и Восточная Европа (ЦВЕ)	2011, 2015
6.	Обмен опытом в сфере образования и информирования общественности по вопросам биобезопасности	2013
7.	Глобальная поддержка по ратификации и введению в силу Нагойского протокола по доступу и распределению выгод	8 июня 2013 – 20 апреля 2014
8.	Создание потенциала в целях содействия комплексному выполнению Картахенского протокола по биобезопасности и Конвенции о биологическом разнообразии на национальном уровне	2016–2017
9.	Проект по устойчивому наращиванию потенциала для эффективного участия в Механизме посредничества по биобезопасности	2018–2019

В ходе реализации проектов, выполняемых Институтом генетики и цитологии по безопасности использования генно-инженерных организмов, в 2018–2019 гг. проводятся совещания, круглые столы, семинары, выполнено теоретическое исследование и подготовлен доклад в целях продвижения тематик безопасного использования генно-инженерных организмов на национальном уровне, обсуждены механизмы, необходимые для достижения устойчивого и эффективного участия в Механизме посредничества по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии (МПБ), определены национальные процедуры и оперативные связи для сбора информации, относящейся к генно-инженерным организмам.

В результате успешной реализации проекта международной технической помощи «Глобальная поддержка по ратификации и введению в силу Нагойского протокола по доступу и распределению выгод» Институтом генетики и цитологии НАН Беларуси совместно с Министерством природ-

ных ресурсов и охраны окружающей среды Республика Беларусь присоединилась к Нагойскому протоколу регулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их применения к Конвенции о биологическом разнообразии в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь «О присоединении к международному договору» от 22 мая 2014 г. № 235.

В рамках мероприятий по реализации данного Указа в 2014 г. было принято Постановление Совета Министров Республики Беларусь о создании Национального координационного центра по вопросам доступа к генетическим ресурсам и совместного использования выгод (НКЦГР), в функции которого входит осуществление деятельности по соблюдению Нагойского протокола, а также как контрольного пункта для мониторинга использования генетических ресурсов при международном сотрудничестве, включающем обмен генофондом.

В 2017 г. Республика Беларусь представила в секретариат Конвенции о биологическом разнообразии Промежуточный национальный доклад о выполнении Нагойского протокола в Республике Беларусь, подготовленный в рамках проекта международной технической помощи ЮНЕП-ГЭФ «Поддержка подготовки Промежуточного Национального доклада по Нагойскому протоколу по доступу и совместному использованию выгод». В докладе представлена деятельность НКЦГР по информированию всех заинтересованных юридических и физических лиц об обязательствах Республики Беларусь по данному протоколу.

В 2018 г. ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» начал выполнение проекта международной технической помощи ПРООН-ГЭФ «Повышение потенциала человеческих ресурсов, нормативно-правовой базы и институционального потенциала для осуществления Нагойского протокола» (2018–2019). В рамках проекта проведен анализ законодательства, регулирующего управление генетическими ресурсами страны, и подготовлены предложения для его совершенствования, в том числе по вопросам правовой оценки фактов несоблюдения Нагойского протокола. Для достижения цели проекта по обеспечению доверия между поставщиками и пользователями генетических ресурсов ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» и НПЦ по биоресурсам НАН Беларуси совместно провели в 2018 г. региональный тренинговый курс «Использование ДНК-технологий для идентификации и изучения инвазивных и находящихся под угрозой исчезновения видов» для стран Центральной и Восточной Европы и Центральной Азии, осуществленный при финансовой поддержке правительства Корейской Республики (проект международной технической помощи «БиоМост» «Передача технологии ДНК-штрихкоди-

рования для инвентаризации и мониторинга редких и находящихся под угрозой исчезновения видов в Беларуси и других странах Центральной и Восточной Европы») и Японского фонда по сохранению биоразнообразия (проект международной технической помощи Глобальной таксономической инициативы «Создание национальной и региональной сети для изучения чужеродных видов с использованием ДНК-технологий в качестве инструмента для решения проблем связанных с определением таксономической принадлежности»).

Международное сотрудничество Института леса НАН Беларуси в области сбора, изучения, сохранения и эффективного использования лесных генетических ресурсов осуществляется с рядом профильных научно-исследовательских и образовательных учреждений России, Казахстана, Украины, Латвии, Литвы, Польши. Так, с использованием изоферментного и ДНК-анализа осуществлена оценка генофонда плюсовых деревьев сосны обыкновенной Воронежской области (Россия) и Казахстана, насаждений сосны пицундской и бука восточного на территории Кавказа. Впервые на основании анализа хлоропластной ДНК выявлены два различных происхождения сосны пицундской по отцовской линии, произрастающих на Черноморском побережье. Изучены особенности популяционно-генетической структуры дубовой формации Ростовской области, а также климатипов дуба черешчатого в географических культурах Воронежской области (Россия). Проведена оценка генетического полиморфизма полусибсовых семей березы повислой, ольхи черной и ели европейской с различным уровнем экологической пластичности, произрастающих в различных регионах Литвы. Установлено, что семьи с высоким уровнем экологической пластичности превышают по показателям генетической изменчивости семьи с низким уровнем экологической пластичности. Совместно с латвийскими коллегами описана геногеографическая структура дубрав Беларуси и Латвии, определены регионы, дубравы которых являются наиболее перспективными для использования в селекционных и лесовосстановительных программах обеих стран. Изучена и находится на хранении в Институте леса семенная коллекция *ex situ* генетических ресурсов лиственницы европейской, представленная 45 семенными образцами из различных районов ее естественного произрастания Польши. Представитель института является национальным координатором в области мировых лесных генетических ресурсов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО).

Одним из основных международных документов, которым руководствуются ботанические сады, является Глобальная стратегия сохранения растений (ГССР) – наиболее действующая часть Конвенции о биологическом

разнообразии (КБР). Международный совет ботанических садов по охране растений (BGCI), разработавший этот документ, постоянно анализирует результаты использования стратегии в работе с растениями в рамках всеобщего понимания и достижения полного успеха в будущем. В 2011 г. ГССР была пересмотрена и утверждена до 2020 г.

Доктор Питер Вайс Джексон – председатель BGCI (ныне директор Миссурийского ботанический сад) в 2000 г. посетил Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ЦБС) и по результатам этого визита был подписан протокол сотрудничества с BGCI (рис.9.3.). В 2019 г. в рамках сотрудничества с Миссурийским ботаническим садом обсуждается вопрос о присоединении ЦБС к работе базы данных World Flora Online. Это крупномасштабный проект, который ГССР приняла в качестве своей первой цели на втором этапе: подготовка к 2020 г. мирового онлайн-консорциума Flora, объединяющего разнообразные наборы данных в цифровых форматах, в единый доступный и открытый для всех онлайн-портал.

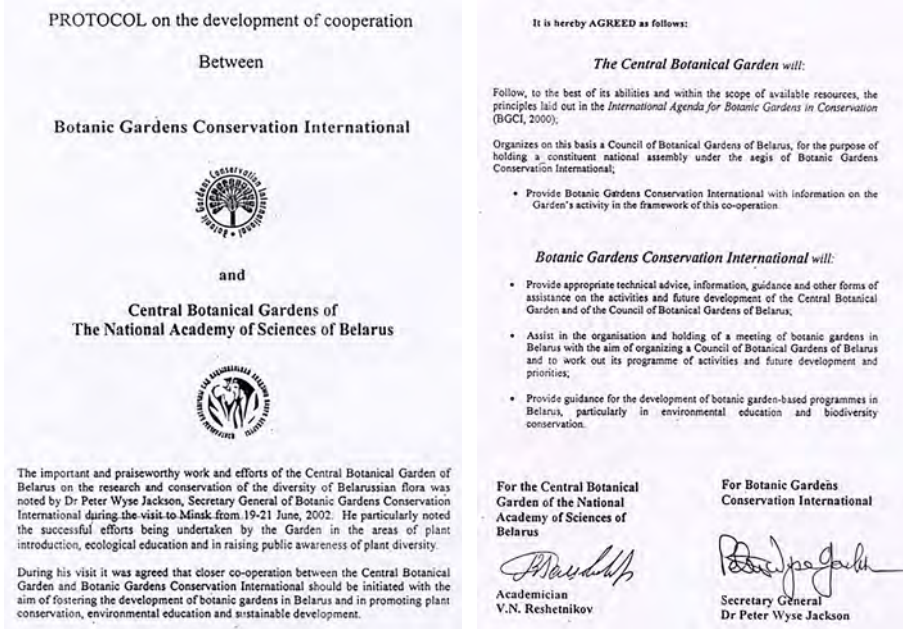


Рисунок 9.3. – Протокол о развитии сотрудничества между BGCI и ЦБС, подписанный в 2000 г. генеральным секретарем BGCI Питером Вайс Джексон и директором ЦБС НАН Беларуси академиком В.Н. Решетниковым

Одним из основных направлений международного сотрудничества в области сбора, изучения, сохранения и эффективного использования мировых генетических ресурсов является участие ЦБС в Совете ботанических садов разного уровня. Важным событием в объединении усилий ботаниче-

ских учреждений явилось создание в 2009 г. Совета ботанических садов России и Беларуси, к которому в 2012 г. присоединился Казахстан. 19 июня 2013 г. состоялось заседание I Съезда представителей ботанических садов стран СНГ, созданного при Международной ассоциации академий наук (МАН). Список участников съезда включал 9 стран (Азербайджан, Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Молдова, Россия, Украина, Узбекистан), которые делегировали своих представителей в состав Совета ботанических садов стран СНГ при МАН (далее Совет садов).

Совет координирует приоритетные направления деятельности ботанических садов, дендрариев и дендропарков, развитие научных исследований в области интродукции, сохранения генофонда природной и культурной флоры, подготовке предложений по формированию сети ботсадов, организации совместных научных экспедиций, изданию информационных бюллетеней. Итоги указанной работы регулярно рассматривались и обсуждались на съездах Совета садов в 2014 г. (Москва), 2015 г. (Алматы), 2016 г. (Минск), 2017 г. (Баку).

Основные сведения о деятельности ботанических садов, дендрариев и дендропарков с 2013 г. ежегодно публикуются в Информационном бюллетене «Совет ботанических садов стран СНГ при Международной ассоциации академий наук», которые издаются Главным ботаническим садом РАН им. Н.В. Цицина.

С 2013 по 2019 г. ЦБС выступил головным учреждением-организатором серии Международных научных семинаров с экспедиционным выездом «Стратегии и методы ботанических садов по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия природной флоры» (г. Минск, ООПТ Республики Беларусь). В семинарах приняли участие представители Совета садов, а также специалисты четырех организаций США, с которыми Центральный ботанический сад НАН Беларуси продолжает развивать сотрудничество. Были подписаны Меморандумы о взаимопонимании и обмене растительным материалом для исследовательских и образовательных целей с Миссурийским ботаническим садом (США, дата подписания: 5 июня 2013 г.), Ландшафтным арборетумом университета Миннесоты (США, дата подписания: 30 сентября 2013 г.), Мэтай ботаническим садом и Николз Арборетумом университета Мичиган (США, дата подписания: 7 мая 2013 г.), Ботаническими садами Лонгвуд, США (дата подписания 7 мая 2014 г.).

Каждый проведенный семинар и экспедиционный выезд отличался уникальной программой и тематикой решаемых вопросов по сохранению растительного разнообразия в ботанических садах, в каждом конкретном

случае были инициированы частные проекты по интересующим взаимодействующие стороны направлениям

Важным событием в 2018 г. стало открытие ботанического сада в Астане, созданного по инициативе Президента Казахстана Н.А. Назарбаева. Это событие знаковое не только для этого города и Казахстана, но и международного научного сообщества в целом. Специфичность условий региона определяет принципиальное значение этого научного центра для международного сотрудничества интродукционных организаций. Именно поэтому принять участие в конференции и открытии сада были приглашены эксперты – ученые и специалисты из России, Беларуси, Украины, Германии и Франции (рис. 9.4).

В Ботаническом саду Астаны высажено 94 тыс. деревьев и кустарников. Здесь будут производиться научные разработки, учебно-просветительные, экологические и природоохранные мероприятия. Располагается современный сад на левом берегу реки Ишим, его площадь составляет порядка 100 га. Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев открыл первый в Астане ботанический сад 2 июля 2018 г.



Рисунок 9.4. – Эксперты Совета ботанических садов стран СНГ при МААН на открытии ботанического сада в Астане, созданного по инициативе Президента Казахстана Н.А. Назарбаева в 2018 г.

Заключение

Обеспечено участие Республики Беларусь в деятельности международной сети по генетическим ресурсам растений. Разработан Договор о сотрудничестве в области сбора, сохранения и использования генетических ресурсов культурных растений. На его основе осуществляется долгосрочное научное партнерство с ведущими селекционными центрами и международными генетическими банками, налажена работа по обмену генофондом и информацией со 145 зарубежными учреждениями.

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 Республике Беларусь, разработана концепция и определены механизмы доступа к нему на основе главных международных соглашений; определены основные принципы и направления деятельности национальной системы в сфере генетических ресурсов культурных растений.

Республика Беларусь присоединилась к Нагойскому протоколу регулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их применения к Конвенции о биологическом разнообразии.

Согласно Глобальной стратегии сохранения растений ботаническим садам отведена важная роль в сохранении мирового биоразнообразия растений. ЦБС инициировал и активно участвует в создании Совета ботанических садов стран СНГ, он координирует приоритетные направления деятельности ботанических садов, дендрариев и дендропарков, способствует расширению международных научных связей с ботаническими садами и ботаническими организациями мирового сообщества, развитию научных исследований в области интродукции, сохранения генофонда природной и культурной флоры.

Список использованной литературы

1. Глобальная стратегия сохранения растений [Электронный ресурс] / Секретариат Конвенции о биол. разнообразии. – Режим доступа: <https://www.cbd.int/doc/publications/rc-brochure-ru.pdf>. – Дата доступа: 21.12.2014.
2. Jackson, W. The global strategy for plant conservation: a challenge and opportunity for the international community / W. Jackson, P. and K. Kennedy // Trends in plant science, 14.11.2009. – P. 578–580.
3. Демидов, А.С. Совет ботанических садов России и Беларуси : информационный бюллетень / А.С. Демидов, С.А. Потапова, В.Н. Решетников, Е.В. Спиридович. – Москва, 2010. – Вып. 1(20). – 115 с.

4. Демидов, А.С. Совет ботанических садов СНГ при международной ассоциации академий наук : информационный бюллетень / А.С. Демидов, Ж.Д. Варданян, В.Н. Решетников, Г.Т. Ситпаева, С.А. Потапова, Т.М.Черевченко. – Москва, 2014. – Выпуск 1(25). – 175 с.
5. Мамедов, Т.С. Совет ботанических садов стран СНГ при международной ассоциации академий наук : информационный бюллетень. Вып. 10 (33) / Т.С. Мамедов, Ж.Д. Варданян, В.Н. Решетников, Г.Т. Ситпаева, М.К. Ахматов, А. Телеуце, А.С. Демидов, С. А. Потапова. – Москва, 2018. – 119 с.
6. Решетников, В.Н. О совете ботанических садов / В.Н.Решетников // Наука и инновации. – 2018. – № 9 (187). – С. 39–40.
7. Avise, J.C. Conservation genetics / J. C. Avise, J. L. Hamrick, eds. – Springer, 1996.
8. Barrett, S.C.H. The genetic and evolutionary consequences of small population size in plant: implications for conservation / S.C.H. Barrett and J. Kohn // In: Genetics and Conservation of Rare Plants. Eds. D. Falk & K.E. Holsinger. Oxford University Press. – 1991. – P. 3–30.
9. Shemske, D.W. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants / D.W. Shemske, B.C. Husband, M.H. Ruckelshaus, C. Goodwillie, I.M. Parker, J.G. Bishop // Ecology. – 1994. – Vol. 75. – P. 584–606.
10. Allendorf, F.W., Hohenlohe, P.A., & Luikart, G. Genomics and the future of conservation genetics / F.W. Allendorf, P.A. Hohenlohe, G. Luikart. – Nature Reviews Genetics, 11(10). – 2010. – 697–709 p.
11. Allendorf, Fred W., and Gordon Luikart. Conservation and the genetics of populations / Allendorf, W. Fred, G. Luikart. – John Wiley & Sons, 2009.
12. Waits, Epps. Population Genetics and Wildlife Habitat / Waits, Lisette P., Clinton W. Epps. – Wildlife Habitat Conservation: Concepts, Challenges, and Solutions (2015): 63.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Национальная коллекция генетических ресурсов растений, созданная в результате выполнения Государственной программы «Генофонд растений» в период 2000–2018 гг., стала материальным и интеллектуальным капиталом, важнейшим источником и резервом ценных образцов растений для использования в сельском и лесном хозяйствах (в первую очередь в качестве исходного материала для селекции), зеленом строительстве, научных, экологических, образовательных и других программах. В итоге многолетнего полевого и лабораторного изучения выделены доноры и источники ценных признаков и свойств растений, которые активно используются в селекции. В результате выполнения исследований и экспедиционных обследований биологического разнообразия на территории Республики Беларусь впервые в нашей стране сформированы целевые признаковые, генетические, стержневые и учебные коллекции по наиболее значимым в экономическом отношении полевым сельскохозяйственным, плодовым, ягодным культурам и лесобразующим породам.

Коллекция *ex situ* генетических ресурсов растений Республики Беларусь сформирована усилиями 11 научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук Беларуси, 2 вузов и насчитывает (по состоянию на 2018 г.) более 78,7 тыс. образцов, относящихся к 1 680 культурным видам и их диким родичам, занимая среди стран СНГ 4-е место по количеству коллекционных образцов и 3-е место по видовому разнообразию. Коллекция включает зерновые, зернобобовые, крупяные, масличные, технические, кормовые, овощные, картофель, плодовые, ягодные, орехоплодные, лекарственные и пряно-ароматические, травянистые и древесные, декоративные открытого и закрытого грунта, лесные древесные породы, природные популяции хозяйственно значимых видов, в том числе родственные культурным растениям и культивируемым диким видам.

В стране созданы условия для сохранения генетических ресурсов растений. Прежде всего это банк генетических ресурсов растений, где сохраняется и эффективно используется зародышевая плазма полевых сельскохозяйственных культур и растений природной флоры; генбанк лесных растений; полевые генбанки, где сохраняются основные коллекции вегетативно размножаемых культур; коллекции *in vitro* и ДНК-коллекции.

Впервые в Беларуси разработана информационная система генетических ресурсов растений, включающая: базу данных сельскохозяйственных культур, лесных, лекарственных и декоративных культур – «Генофонд растений Беларуси»; кодификатор по группам культур для присвоения нацио-

нальных каталожных номеров коллекционным образцам, что позволяет оперативно подбирать образцы генофонда для использования в научных, селекционных и других программах; цифровую фототеку сортов декоративно-цветочных растений. Данные доступны в сети интернет (<http://www.belgenbank.by/ru> и <http://hbc.bas-net.by>). Опубликовано «Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси» (2010) и «Каталог национального генетического фонда хозяйственно полезных растений» (2012).

Представители нашей страны активно участвуют в международной деятельности по генетическим ресурсам растений. Осуществлено научное сотрудничество с ФАО, Международным институтом генетических ресурсов растений «Bioversity International», налажена работа по обмену генофондом и информацией со 145 зарубежными учреждениями. Разработан Договор о сотрудничестве в области сбора, сохранения и использования генетических ресурсов культурных растений, на основе которого осуществляется долгосрочное научное партнерство с ведущими селекционными центрами и международными генетическими банками. Республика Беларусь является стороной Конвенции о биологическом разнообразии, присоединилась к Нагойскому протоколу регулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного их использования на справедливой и равной основе, участвует в Европейской кооперативной программе по генетическим ресурсам растений, входит в Интегрированную систему генбанков Европы «AEGIS». РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» совместно с экспертами Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) разработал проект Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь на 2020–2035 гг.

Коллекции семян генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт пловодства», живые коллекции и гербарий интродуцированных растений мировой флоры Центрального ботанического сада, гербарий Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, коллекции штаммов грибов Института леса, генетические ДНК коллекции растений Института генетики и цитологии НАН Беларуси и коллекции картофеля РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» включены в Государственный реестр научных объектов, составляющих национальное достояние.

На основе современных молекулярно-генетических, биохимических и биотехнологических методов создана комплексная научно обоснованная схема поддержания, сохранения и изучения образцов репрезентативных ботанических коллекций Центрального ботанического сада НАН Беларуси, которые являются частью национального и глобального биологического разнообразия, основой для проведения широкого спектра научных исследований, реализации образовательных программ. Полученные данные по биохимическим исследованиям и ДНК-типированию образцов хозяйственно ценных коллекций включены в отдельные разделы «Молекулярно-генетические паспорта», «Специализированный кадастр», на базе асептической коллекции создан раздел «Коллекции *in vitro*» информационно-поисковой системы Hortus Botanicus Centralis – Info (№ ГР 20053449 от 14.11.2005). Они служат источником данных для сайтов «Ботанические коллекции Беларуси» (<http://hbc.bas-net.by/bcb/>) и разделов портала Совета ботанических садов России, Беларуси и Казахстана (<http://hortusbotanicus.ru>), и это дает перспективу для расширения сотрудничества и информационного обмена в целях сохранения биоразнообразия культурной и природной флоры республики.

Хозяйственно полезные растения природной флоры разного целевого назначения (кормовые, пищевые, лекарственные, технические, декоративные, фитомелиоративные и др.) – источники и доноры ценного генетического материала для селекции и растениеводства. В генетическом банке хранится более 1 200 образцов 526 видов. Из них около 60% относится к диким родичам культурных растений. Наиболее представительной по численности является группа кормовых растений, в составе которой преобладают Злаки и Бобовые. В условиях *ex situ* сохраняется семенной материал 72-х видов, включенных в «Красную книгу Республики Беларусь». Многие из них относятся к исчезающим и уязвимым.

На основе использования национальной коллекции ресурсов растений в Республике Беларусь за период 2000–2018 гг. создано 1 050 сортов культурных растений. С использованием коллекции лесных культур восстановлено 75 тыс. га леса. Редкие и охраняемые растения Беларуси сохраняются в коллекции Центрального ботанического сада.

Созданная впервые в Республике Беларусь национальная коллекция генетических ресурсов растений, разработанные современные методы селекции и полученные на их основе высокопродуктивные сорта обеспечивают надежный фундамент устойчивого развития растениеводства, декоративного садоводства и лесоводства, продовольственной и биологической безопасности страны.

CONCLUSION

The National collection of plant genetic resources formed as a result of the implementation of the State Programme “Plant Gene Pool” during 2000-2018 is a physical and intellectual capital, the most important source and reserve of valuable plant accessions for use in agriculture and forestry (first of all as initial material for breeding), amenity planting, research, environmental, educational and other programmes. Due to long-term field and laboratory studies, donors and sources of valuable traits of plants, which are actively used in breeding, have been identified. As a result of research and exploration of biological diversity on the territory of the Republic of Belarus genetic, core and training collections of the most economically important agricultural crops, fruit, and berry crops as well as forest forming species have been created.

An ex situ collection of plant genetic resources of the Republic of Belarus formed through the efforts of 11 research organizations of the National Academy of Sciences of Belarus (NAS) and 2 higher educational establishments accounts for more than 78.7 thousand accessions of 1680 species and their wild relatives (2018) ranking fourth among the CIS's countries in terms of accessions and third - in terms of species diversity. The collection is comprised of cereals, legumes, grain, oil, industrial, forage and vegetable crops, potato, fruit, berry and nut crops, medicinal plants, spices, trees and bushes, ornamental plants, forest woody species, natural populations of economically important species including crop wild relatives.

The conditions for conservation of plant genetic resources are created in the country. First of all a bank of plant genetic resources where the germplasm of field crops and plants of natural flora is preserved and effectively used; a bank of forest plants, field gene banks where the main collections of vegetatively propagated crops are maintained, *in vitro* and DNA collections.

An information system of plant genetic resources has been developed for the first time in Belarus. The information system includes: the database of agricultural crops, forest crops, medicinal and ornamental plants – Gene Pool of Plants in Belarus; crop codifier for coding the collection accessions, which allows selecting rapidly the accessions for the use in research, breeding and other programmes; digital photo library of the varieties of ornamental and floral plants. The data are available at <http://www.belgenbank.by/ru> and <http://hbc.bas-net.by>. The Catalogue of Vascular Plants of the Central Botanical Garden was published in 2010 and the Catalogue of the National Gene Pool of Economically Important Plants – in 2012.

The representatives of our country are involved in international activities on plant genetic resources. There is scientific collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Plant Genetic Resources Institute “Bioversity International”, an exchange of gene pool and information with 145 foreign organizations. An agreement has been drafted on cooperation in the field of collection, conservation and use of plant genetic resources, which is the basis for a long-term partnership with leading breeding centers and international gene banks. The Republic of Belarus is a party of the Convention on Biological Diversity and the Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization; it participates in the European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources and is a member of a European Gene bank Integrated System (AEGIS). The Research and Practical Center of the NAS of Belarus for Arable Farming in close collaboration with the FAO’s experts have elaborated the draft of the National Strategy for Conservation and Sustainable Use of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture in the Republic of Belarus for 2020-2035.

The seed collections of plant genetic resources of cereals, legumes, grains, forage and oil crops of the Research and Practical Centre of the NAS for Arable Farming, collections of fruit, berry, nut crops and vines of the Institute of Fruit Growing, living collections and herbarium of introduced plants of the world flora of the Central Botanical Garden, herbarium of V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany, collections of fungi strains of the Institute of Forest, DNA plant collections of the Institute of Genetics and Cytology and collections of potato of the Research and Practical Center of the NAS for Potato, Fruit and Vegetable Growing are included in the National List of Scientific Objects of National Heritage.

On the basis of modern molecular and genetic, biochemical and biotechnological methods a complex scheme of maintenance, conservation and study of the accessions of representative botanical collections of the Central Botanical Garden of the NAS of Belarus is developed. The collections of the Botanical Garden are a part of the national and global biological diversity, a basis for conducting a wide range of research and implementing educational programmes. The obtained data on biochemical research and DNA-typing of the accessions of economically important collections are included in the sections “Molecular and Genetic Passports” and “Specialized Inventory”. The section “In Vitro Collections” of the IR system Hortus Botanicus Centralis - Info is created on the basis of the aseptic collection. The mentioned sections are the source of the data for the website Botanical Collections of Belarus (<http://>

hbc.bas-net.by/bcb/) and the portal Botanical Gardens of Russia, Belarus and Kazakhstan (<http://hbc.bas-net.by/bcb/>), which promotes the expansion of collaboration and information exchange in order to preserve cultivated and natural flora of the republic.

Economically important plants of natural flora intended for different purposes (forage, food, medicinal, industrial, ornamental, phytomeliorative plants and others) are sources and donors of valuable genetic material for breeding and plant production. More than 1200 accessions of 526 species, 60 % of which are crop wild relatives, are preserved in the gene bank. Forage plants are the most representative group in number, mainly consisting of cereals and legumes. The seed material of 72 species included in the Red Book of the Republic of Belarus is conserved *ex situ*. Many of the species are vulnerable and endangered.

With the use of the National collection of plant genetic resources, 1050 crop varieties were developed over 2000-2018. Through the use of the collection of forest forming species, 75 thousand hectares of forest were restored. Rare and protected plants are maintained in the collection of the Central Botanical Garden.

The National collection of plant genetic resources, modern breeding methods and high yield cultivars provide a reliable foundation for the sustainable development of plant breeding, landscape gardening and forestry, food and biological security of the country.

Оглавление

Список сокращений	3
-------------------------	---

Предисловие. <i>В.Г. Гусаков, Председатель Президиума Национальной академии наук Беларуси, академик</i>	6
--	---

Глава 1. Состояние и организация исследований генетических ресурсов растений в Республике Беларусь (Привалов Ф.И.)

1.1. Законодательная база для сохранения и использования генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь (Правовое регулирование сохранения и использования генетического разнообразия растений в Республике Беларусь) (<i>Макеева Е.Н.</i>)	13
1.1.1. Действующие в Республике Беларусь международные конвенции и соглашения в области генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства	14
1.1.2. Национальное законодательство и политика в области генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства ..	15
1.2. Организация научно-исследовательской работы в Республике Беларусь в рамках Государственной программы «Генофонд растений» (<i>Привалов Ф.И.</i>)	16
1.3. <i>Ex situ</i> сохранение гермоплазмы ортодоксальных семян в Национальном банке семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (<i>Матыс И.С.</i>) .	18
1.4. Документирование генетических ресурсов растений в Беларуси «Информационная система генетических ресурсов растений РБ» (<i>Матыс И.С., Маркевич И.М., Алекперова Е.М., Савенков П.Ю.</i>)	22

Глава 2. Сохранение, изучение и использование коллекции генетических ресурсов полевых культур (Гриб С.И., Матыс И.С.)

2.1. Зерновые культуры	31
2.1.1. Пшеница (<i>Triticum L.</i>) (<i>Гриб С.И., Гордей С.И., Матыс И.С., Маркевич И.М.</i>)	31
2.1.2. Рожь (<i>Secale cereale L.</i>) (<i>Урбан Э.П., Артюх Д.Ю.</i>)	37
2.1.3. Тритикале (<i>Triticosecale Witt.</i>) (<i>Гриб С.И., Бушмевич В.Н., Матыс И.С., Позняк Е.И., Полякова Е.Л.</i>)	41
2.1.4. Ячмень (<i>Hordeum L.</i>) (<i>Зубкович А.А., Матыс И.С., Марчук О.В.</i>)	44
2.1.5. Овес (<i>Avena L.</i>) (<i>Халецкий С.П., Матыс И.С., Трушко А.А., Шемпель Э.В.</i>)	46
2.1.6. Кукуруза (<i>Zea mays L.</i>) (<i>Шиманский П.П., Надточаев Н.Ф., Мелешкевич М.А., Матыс И.С.</i>)	50
2.2. Зернобобовые культуры	53

2.2.1. Люпин (<i>Lupinus</i> L.) (Крицкий М.Н., Матыс И.С., Шор Л.И., Гринь В.В., Козловский А.А.)	53
2.2.2. Горох (<i>Pisum</i> L.) (Крицкий М.Н., Матыс И.С., Шор Л.И., Гвоздова В.Ч.)	56
2.2.3. Вика (<i>Vicia</i> L.) (Крицкий М.Н., Матыс И.С., Шор Л.И., Гвоздова В.Ч., Карпович Е.В.)	58
2.3. Крупяные культуры	59
2.3.1. Гречиха (<i>Fagopyrum</i> Mill.) (Лужинская Н.А., Кошечкина А.Т., Матыс И.С.)	59
2.3.2. Просо (<i>Panicum</i> L.) (Куделко В.Н., Лужинская Н.А., Матыс И.С.)	61
2.4. Масличные культуры	64
2.4.1. Рапс (<i>Brassica napus oleifera ibernalis (biennis), Metzger</i>) (Пиллюк Я.Э., Матыс И.С., Пикун О.А., Бакановская А.В., Бобко Н.Н., Бык Е.С.)	64
2.4.2. Подсолнечник (<i>Helianthus</i> L.) (Бобовкина В.В., Туровец О.А.)	67
2.5. Технические культуры	71
2.5.1. Лен-долгунец (<i>Linum usitatissimum</i> L. <i>elongatum</i> Vav. et Ell.) (Богдан В.З., Богдан Т.М., Лутарная М.А., Иванов С.А.)	71
2.5.2. Свекла сахарная (<i>Beta vulgaris</i> L. <i>ssp. vulgaris</i>) (Лужинский Д.В., Мелентьева С.А., Майся С.В., Цвирко М.Л., Азарко Л.А.)	76
2.6. Кормовые культуры (Васько П.П.)	81
2.6.1. Злаковые травы (<i>Poaceae</i>) (Васько П.П., Матыс И.С., Столепченко В.А.)	83
2.6.2. Бобовые травы (<i>Fabaceae</i>) (Васько П.П., Матыс И.С., Боровик А.А.)	84
2.6.3. Свекла кормовая (<i>Beta vulgaris</i> L. <i>ssp. vulgaris</i>) (Лужинский Д.В.)	84
Заключение	86
Список использованной литературы	87

Глава 3. Сбор, сохранение, изучение и использование коллекций картофеля, овощных, плодовых, ягодных, культур и винограда (Козловская З.А.)

3.1. Коллекции картофеля (<i>Solanum</i> L.) РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (Козлов В.А.)	92
3.1.1. История создания генетических коллекций картофеля (<i>Solanum</i> L.) в Беларуси и их использование в практической селекции (Козловская З.А.)	93
3.1.2. Состав Республиканского генетического банка картофеля (<i>Solanum</i> L.)	96
3.1.3. Коллекция сортов мирового генофонда картофеля (Козловская З.А.)	104
3.2. Коллекции овощных культур РУП «Институт овощеводства» (Досина-Дубешко Е.С.)	112
3.2.1. Пасленовые овощные культуры (<i>Solanaceae</i>) (Мишин Л.А.)	115
3.2.2. Луковые овощные культуры (<i>Alliaceae</i>) (Купреенко Н.П.)	117
3.2.3. Бобовые овощные культуры (<i>Fabaceae</i>) (Пашкевич А.М.)	119

3.2.4. Тыквенные овощные культуры (<i>Cucurbitáceae</i>) (Хлебородов А.Я.)	120
3.2.5. Капустные овощные культуры (<i>Brassicáceae</i>) (Акулич В.В.)	122
3.2.6. Столовые корнеплоды и зеленные культуры (Опимах В.В.)	123
3.3. Коллекции плодовых, ягодных культур и винограда РУП «Институт плодородства» (Козловская З.А.)	125
3.3.1. Создание генетической коллекции плодовых, ягодных культур и винограда с привлечением многообразия растительных ресурсов (Козловская З.А.)	127
3.3.2. Яблоня (<i>Malus</i> Mill.) (Козловская З.А., Марудо Г.М.)	132
3.3.3. Груша (<i>Pyrus</i> L.) (Якимович О.А.)	133
3.3.4. Слива (<i>Prunus</i> L.) (Васильева М.Н.)	134
3.3.5. Вишня (<i>Prunus cerasus</i> L.) и черешня (<i>Prunus avium</i> L.) (Таранов А.А., Полубятко И.Г.)	134
3.3.6. Абрикос (<i>Prunus armeniaca</i> L.) и персик (<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch) (Рудницкая Н.Л.)	135
3.3.7. Подвои плодовых культур (Левшунов В.А.)	136
3.3.8. Орех грецкий (<i>Juglans</i> L.) (Ярмолич С.А.)	136
3.3.9. Лещина и фундук (<i>Corylus</i> L.) (Козловская З.А.)	136
3.3.10. Виноград (<i>Vitis</i> L.) (Устинов В.Н.)	137
3.3.11. Традиционные ягодные культуры (Клакоцкая Н.В., Фролова Л.В., Зазулин А.Г., Андрушкевич Т.М.)	137
3.3.12. Малораспространенные ягодные культуры (Пигуль М.Л., Шалкевич М.С., Мурашкевич Л.А., Емельянова О.В.)	140
3.3.13. Изучение генофонда плодовых, ягодных культур и винограда (Козловская З.А., Фролова Л.В.)	147
Заключение	160
Список использованной литературы	161

Глава 4. Генетические коллекции сельскохозяйственных культур и банк ДНК растений ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

4.1. Генетические коллекции сельскохозяйственных культур	165
4.1.1. Томат (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) и перец (<i>Capsicum annuum</i> L.) (Кильчевский А.В., Бабак О.Г., Аджиева В.Ф., Никитинская Т.В., Некрашевич Н.А., Яцевич К.К.)	167
4.1.2. Рожь (<i>Secale cereale</i> L.) и ржано-пшеничные амфидиплоиды (Шимко В.Е., Гордей И.С., Люсиков О.М., Гордей И.А.)	175
4.1.3. Вторичные хромосомно-замещенные линии гексаплоидных тритикале (<i>Triticosecale</i> Wittm.) (Сычева Е.А., Соловей Л.А., Бондаревич Е.Б., Дубовец Н.И.)	184
4.1.4. Линии удвоенных гаплоидов гексаплоидного тритикале (<i>Triticosecale</i> Wittm.) (Зайцева О.И., Лемеш В.А., Булойчик А.А., Кильчевский А.В.)	192

4.1.5. Картофель (<i>Solanum tuberosum</i> L.), родственные дикие и межвидовые гибриды (Ермишин А.П., Воронкова Е.В., Лукша В.И., Полухович Ю.В., Гукасян О.Н.)	198
4.1.6. Белорусские стародавние сорта льна (<i>Linum usitatissimum</i> L.) и их дикие сородичи (<i>Linum angustifolium</i> L., <i>Linum bienne</i> Mill.) (Лемеш В.А., Богданова М.В., Сакович В.И.)	207
4.1.7. Линейный материал подсолнечника масличного (<i>Helianthus annuus</i> L.) как основа промышленных гибридов (Шатарнов О.П., Шатарнова Т.М., Давыденко О.Г.)	214
4.2. Республиканский центр по генетическому маркированию и паспортизации растений (Кильчевский А.В.)	222
4.3. Республиканский банк ДНК растений (Кильчевский А.В., Макеева Е.Н., Михаленко Е.П., Кубрак С.В.)	226
Заключение	229
Список использованной литературы	230

Глава 5. Формирование и изучение коллекций разных видов люпина в Белорусском государственном университете (Анохина В.С., Романчук И.Ю., Саук И.Б.)

5.1. Внутри- и межвидовой полиморфизм признаков коллекции люпина (Анохина В.С., Романчук И.Ю., Саук И.Б.)	237
5.2. Стержневые коллекции люпина (Анохина В.С., Романчук И.Ю., Саук И.Б.)	240
5.2.1. Стержневая коллекция люпина узколистного (<i>Lupinus angustifolius</i> L.) (Анохина В.С., Романчук И.Ю., Саук И.Б.)	241
5.2.2. Стержневая коллекция люпина желтого (<i>Lupinus luteus</i> L.) (Анохина В.С., Романчук И.Ю., Саук И.Б.)	245
5.3. Люпин белый (<i>Lupinus albus</i> L.) (Анохина В.С., Романчук И.Ю., Саук И.Б.)	248
5.4. Молекулярное маркирование образцов коллекции люпина Белорусского государственного университета (Анохина В.С., Романчук И.Ю., Саук И.Б.)	253
5.5. Коллекция восстановленных гибридов и мутантов люпина желтого и узколистного (Анохина В.С., Романчук И.Ю., Саук И.Б.)	255
Заключение	258
Список использованной литературы	259

Глава 6. Сохранение, изучение и использование коллекций ботанических садов Республики Беларусь (Решетников В.Н., Спиридович Е.В., Титок В.В.)

6.1. Сохранение, изучение и использование коллекций ГНУ «Центрального ботанического сада НАН Беларуси» (Володько И.К., Гончарова Л.В., Титок В.В.)	262
6.1.1. Коллекции древесных растений (Шпитальная Т.В., Гаранович И.М., Македонская Н.В., Рудевич И.М.)	265

6.1.1.1. Дендрарий	265
6.1.1.2. Интродукционный питомник	266
6.1.1.3. Сирингарий	269
6.1.1.4. Декоративные садовые формы древесных растений (Торчик В.И., Холопук Г.А., Келько А.Ф.)	270
6.1.1.5. Спонтанные соматические мутации и декоративные формы древесных растений селекции ЦБС (Торчик В.И.)	273
6.1.1.6. Коллекция рододендронов (Володько И.К.)	274
6.1.1.7. Коллекция ягодных растений рода <i>Vaccinium</i> L. (Павловский Н.Б.)	275
6.1.2. Коллекционный фонд декоративных орнаментальных растений (Белоусова Н.Л., Завадская Л.В., Лунина Н.М., Гайшун В.В., Коревко И.А., Свитковская О.И., Рыженкова Ю.И., Бородич Г.С., Дуброва О.Н., Цеханович С.В., Володько И.К.)	278
6.1.3. Коллекции хозяйственно полезных травянистых растений (Аношенко Б.Ю.)	286
6.1.3.1. Лекарственные растения (Кухарева Л.В.)	286
6.1.3.2. Пряно-ароматические растения (Тычина И.Н.)	289
6.1.3.3. Медоносные и красильные растения (Савич И.М.)	291
6.1.3.4. Кормовые растения (Лобан С.Е.)	292
6.1.3.5. Биоэнергетические растения (Купцов Н.С., Пашкевич П.А.)	294
6.1.3.6. Создание и биохимическая оценка белорусских сортов лекарственных и пряно-ароматических растений (Шиш С.Н., Шутова А.Г., Агабалаева Е.Д., Спиридович Е.В.)	296
6.1.4. Коллекция оранжерейных растений (Гетко Н.В., Кабушева И.Н., Поболовец Т.А., Чертович В.Н., Алехна А.И., Бурчик Н.А., Глушакова Н.М., Сандрозд Ю.И., Катковская Н.С., Сак Н.Л., Шамшур Г.Ч.)	301
6.1.4.1. Травянистые тропические и субтропические растения	301
6.1.4.2. Древесные тропические и субтропические растения	303
6.1.4.3. Суккулентные растения	306
6.1.4.4. Плодовые субтропические растения	307
6.1.4.5. Орхидеи	308
6.1.4.6. Герберы	309
6.1.4.7. Тропические и субтропические растения экспозиционной оранжереи	310
6.1.5. Редкие и исчезающие виды растений природной флоры Беларуси (Кручонок А.В.)	310
6.1.6. Коллекция асептических культур и банк ДНК редких и хозяйственно ценных растений (Спиридович Е.В., Власова А.Б., Чижик О.В., Козлова О.Н., Вайновская И.Ф., Решетников В.Н.)	312
6.1.7. Гербарные коллекции ЦБС НАН Беларуси	318

6.1.7.1. Гербарий MSKN – инструмент документирования генетического разнообразия интродуцированных растений ЦБС (Кузьменкова С.М., Носиловский О.А.)	318
6.1.7.2. Гербарий лишайникообразующих грибов (Белый П.Н., Вашкевич М.Н.)	319
6.2. Коллекция ботанического сада УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (Гордеева А.П., Наумов М.В.)	322
6.2.1. Таксономический состав коллекций «Зимний сад» Ботанического сада УО БГСХА (Муха Т.Н.)	323
6.2.2. Коллекция пряно-ароматических растений (Сачивко Т.В.)	323
6.2.3. Дендрарий (Поварова Н.Н., Наумов М.В.)	325
6.3. Коллекция экспозиции «Зимний сад» Центра экологии УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина» (Колбас А.П., Шималова Н.В., Яковук И.Н., Колбас Н.Ю.)	327
6.4. Коллекции открытого грунта Ботанического сада УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» (Высоцкий Ю.И., Морозов И.М., Милюкина Н.И.)	330
Заключение	334
Список использованной литературы	335

Глава 7. Генетические ресурсы природной флоры Республики Беларусь (Дмитриева С.А.)

7.1. Классификация растений по целевому использованию (Дмитриева С.А., Парфенов В.И., Савчук С.С., Лебедько В.Н.)	343
7.1.1. Лекарственные растения	343
7.1.2. Кормовые растения	346
7.1.3. Пищевые растения	349
7.1.4. Пряно-ароматические растения	358
7.1.5. Медоносные растения	365
7.1.6. Технические растения	366
7.1.7. Декоративные растения	368
7.1.8. Фитомелиоративные растения	370
7.1.9. Ядовитые растения	372
7.2. Дикие родичи культурных растений как источник селекционного материала (Дмитриева С.А.)	373
7.3. Проблемы и перспективы сохранения и рационального использования генетических ресурсов природной флоры в условиях <i>ex situ</i> и <i>in situ</i> (Дмитриева С.А.)	376
7.3.1. Сохранение <i>ex situ</i> (Дмитриева С.А., Савчук С.С., Лебедько В.Н., Давидчик Т.О.)	376
7.3.2. Сохранение <i>in situ</i> (Дмитриева С.А.)	378

Заключение	383
Список использованной литературы	384

Глава 8. Генетические ресурсы лесных растений Республики Беларусь

(Ковалевич А.И., Падутов В.Е. Каган Д.И., Сидор А.И.)

Заключение	415
Список использованной литературы	418

Глава 9. Международное сотрудничество в области сбора, сохранения и использования генетических ресурсов растений

(Привалов Ф.И., Гриб С.И., Матыс И.С., Макеева, Мозгова Г.В., Козловская З.А., Ковалевич А.И., Спиридович Е.В., Лавникевич А.С.)

Заключение	430
Список использованной литературы	430
Заключение	432

Contents

Abbreviations	3
---------------------	---

Preamble. <i>V.G. Gusakov, Chairman of the Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, academician</i>	6
---	---

Chapter 1. State and arrangement of the research on plant genetic resources in the Republic of Belarus (Privalov F.I.)

1.1. Legal framework for conservation and use of plant genetic resources for food and agriculture in the Republic of Belarus (Legal regulation of conservation and use of plant genetic diversity in the Republic of Belarus) (<i>Makeeva E.N.</i>)	13
1.1.1. International conventions and treaties relevant to plant genetic resources for food and agriculture effective in the Republic of Belarus	14
1.1.2. National legislation and policy on plant genetic resources for food and agriculture	15
1.2. Arrangement of the research in the framework of the State program "Plant Gene Pool" in the Republic of Belarus (<i>Privalov F.I.</i>)	16
1.3. <i>Ex situ</i> conservation of the germplasm of orthodox seeds in the National Bank of Seeds of Genetic Resources of Economically Important Plants of the Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming (<i>Matys I.S.</i>) ...	18
1.4. Documentation of plant genetic resources in Belarus «Information System of Plant Genetic Resources of the Republic of Belarus» (<i>Matys I.S., Markevich I. M., Alekperova E.M., Savenkov P.Yu.</i>)	22

Chapter 2. Conservation, study and use of the collection of filed crop genetic resources (Grib S.I., Matys I.S.)

2.1. Cereals	31
2.1.1. Wheat (<i>Triticum L.</i>) (<i>Grib S.I., Gordei S I., Matys I.S., Markevich I.M.</i>)	31
2.1.2. Rye (<i>Secale cereale L.</i>) (<i>Urban E.P., Artiukh D.Yu.</i>)	37
2.1.3. Triticale (<i>Triticosecale Witt.</i>) (<i>Grib S.I., Bushtevich V.N., Matys I.S., Poznyak E.I., Polyakova E.L.</i>)	41
2.1.4. Barley (<i>Hordeum L.</i>) (<i>Zubkovich A.A., Matys I.S., Marchuk O.V.</i>)	44
2.1.5. Oats (<i>Avena L.</i>) (<i>Khaletsky S.P., Matys I.S., Trushko A.A., Shempel Z.V.</i>)	46
2.1.6. Maize (<i>Zea mays L.</i>) (<i>Shimansky L.P., Nadtochaev N.F., Meleshkevich M.A., Matys I.S.</i>)	50
2.2. Legumes	53
2.2.1. Lupin (<i>Lupinus L.</i>) (<i>Kritsky M.N., Matys I.S., Shor L.I., Grin V.V., Kozlovsky A.A.</i>)	53
2.2.2. Pea (<i>Pisum L.</i>) (<i>Kritsky M.N., Matys I. S., Shor L.I., Gvozдова V.Ch.</i>)	56
2.2.3. Vetch (<i>Vicia L.</i>) (<i>Kritsky M.N., Matys I. S., Shor L.I., Gvozдова V.Ch., Karpovich E.V.</i>) ...	58

2.3. Grain crops	59
2.3.1. Buckwheat (<i>Fagopyrum</i> Mill.) (Luzhinskaya N.A., Koshevaya A.T., Matys I.S.)	59
2.3.2. Millet (<i>Panicum</i> L.) (Kudelko V.N., Luzhinskaya N.A., Matys I.S.)	61
2.4. Oil crops	64
2.4.1. Rape (<i>Brassica napus oleifera ibernalis (biennis)</i> , Metzger) (Piliuk Ya.E., Matys I.S., Pikun O.A., Bakanovskaya A.V., Bobko N.N., Byk E.S.)	64
2.4.2. Sunflower (<i>Helianthus</i> L.) (Bobovkina V.V., Turovets O.A.)	67
2.5. Industrial crops	71
2.5.1. Fibre flax (<i>Linum usitatissimum</i> L. <i>elongatum</i> Vav. et Ell.) (Bogdan V.Z., Bogdan T.M., Litarnaya M.A., Ivanov S.A.)	71
2.5.2. Sugar beet (<i>Beta vulgaris</i> L. <i>ssp. vulgaris</i>) (Luzhinsky D.V., Melentieva S.A., Maisenya S.V., Tsvirko M.L., Azarko L.A.)	76
2.6. Forage crops (Vasko P.P.)	81
2.6.1. Grain grasses (<i>Poaceae</i>) (Vasko P.P., Matys I.S., Stolepchenko V.A.)	83
2.6.2. Legume grasses (<i>Fabaceae</i>) (Vasko P.P., Matys I.S., Borovik A.A.)	84
2.6.3. Fodder beet (<i>Beta vulgaris</i> L. <i>ssp. vulgaris</i>) (Luzhinsky D.V.)	84
Conclusion	86
References	87

Chapter 3. Collection, conservation, study and use of the collections of potato, vegetable, fruit, berry crops and vine (Kazlouskaya Z.A.)

3.1. Collections of potato (<i>Solanum</i> L.) of the Research and Practical Center of NAS of Belarus for Potato Growing, Fruit and Vegetable Growing (Kozlov V.A.)	92
3.1.1. History of the formation of potato genetic collections (<i>Solanum</i> L.) in Belarus and their use in breeding (Kazlouskaya Z.A.)	93
3.1.2. Composition of the Republican Gene Bank of Potato (<i>Solanum</i> L.)	96
3.1.3. Collection of the varieties of the world gene pool of potato (Kazlouskaya Z.A.)	104
3.2. Collection of vegetable crops of the Institute of Vegetable Growing (Dosina-Dubeshko E. S.)	112
3.2.1. Solanaceous vegetables (<i>Solanaceae</i>) (Mishin L.A.)	115
3.2.2. Alliaceous vegetables (<i>Alliáceae</i>) (Kupreenko N.P.)	117
3.2.3. Leguminous vegetables (<i>Fabaceae</i>) (Pashkevich A.M.)	119
3.2.4. Cucurbitaceous vegetables (<i>Cucurbitáceae</i>) (Khleborodov A.Ya.)	120
3.2.5. Brassicaceae vegetables (<i>Brassicáceae</i>) (Akulich V.V.)	122
3.2.6. Root vegetables and vegetable greens (Opimakh V.V.)	123
3.3. Collections of fruit, berry crops and vine of the Institute of Fruit Growing (Kazlouskaya Z.A.)	125
3.3.1. Formation of the genetic collection of fruit, berry crops and vine with the participation of plant resources diversity (Kazlouskaya Z.A.)	127

3.3.2. Apple (<i>Malus Mill.</i>) (Kazlouskaya Z.A., Marudo G.M.)	132
3.3.3. Pear (<i>Pyrus L.</i>) (Yakimovich O.A.)	133
3.3.4. Plum (<i>Prunus L.</i>) (Vasilieva M.N.)	134
3.3.5. Cherry (<i>Prunus cerasus L.</i>) and sweet cherry (<i>Prunus avium L.</i>) (Taranov A.A., Polubyatko I.G.)	134
3.3.6. Apricot (<i>Prunus armeniaca L.</i>) and peach (<i>Prunus persica (L.) Batsch</i>) (Rudnitskaya N.L.)	135
3.3.7. Rootstocks of fruit crops (Levshunov V.A.)	136
3.3.8. Walnut (<i>Juglans L.</i>) (Yarmolich S.A.)	136
3.3.9. Hazelnut (<i>Corylus L.</i>) (Kazlouskaya Z.A.)	137
3.3.10. Vine (<i>Vitis L.</i>) (Ustinov V.N.)	137
3.3.11. Traditional berry crops (Klakotskaya N.V., Frolova L.V., Zazulin A.G., Andrushkevich T.M.)	137
3.3.12. Minor berry crops (Pigul M.L., Shalkevich M.S., Murashkevich L.A., Emelyanova O.V.)	140
3.3.13. Study of the gene pool of fruit, berry crops and vine (Kazlouskaya Z.A., Frolova L.V.)	147
Conclusion	160
References	161

Chapter 4. Genetic collections of agricultural crops and DNA bank of plants of the Institute of Genetics and Cytology

4.1. Genetic collections of agricultural crops	165
4.1.1. Tomato (<i>Solanum lycopersicum L.</i>) and pepper (<i>Capsicum annum L.</i>) (Kilchevsky A.V., Babak O.G., Adzhieva V.F., Nikitinskaya T.V., Nekrashevich N.A., Yatsevich K.K.)	167
4.1.2. Rye (<i>Secale cereale L.</i>) and rye-wheat amphidiploids (Shimko V.E., Gordei I.S., Liusikov O.M., Gordei I.A.)	175
4.1.3. Secondary chromosome displaced lines of hexaploid triticale (<i>Triticosecale Wittm.</i>) (Sycheva E.A., Solovei L.A., Bondarevich E.B., Dubovets N.I.)	184
4.1.4 Lines of double haploids of hexaploid triticale (<i>Triticosecale Wittm.</i>) (Zaitseva O.I., Lemesh V.A., Buloichik A.A., Kilchevsky A.V.)	192
4.1.5 Potato (<i>Solanum tuberosum L.</i>), wild relatives and interspecific hybrids (Ermishin A.P., Voronkova E.V., Luksha V.I., Poliukhovich Yu.V., Gukasyan O.N.)	198
4.1.6 Belarusian old varieties of flax (<i>Linum usitatissimum L.</i>) and their wild relatives (<i>Linum angustifolium L.</i> , <i>Linum bienne Mill.</i>) (Lemesh V.A., Bogdanova M.V., Sakovich V.I.)	207
4.1.7 Linear material (<i>Helianthus annuus L.</i>) of sunflower as a basis for industrial hybrids (Shatarnov O.P., Shatarnova T.M., Davydenko O.G.)	214
4.2 The Republican Center for Genetic Marking and Passportization of Plants (Kilchevsky A.V.)	222

4.3 The Republican DNA Bank of Plants (<i>Kilchevsky A.V., Makeeva E.N., Mikhalenko E.P., Kubrak S.V.</i>)	226
Conclusion	229
References	230

Chapter 5. Formation and study of the genetic collections of different species of lupine in the Belarusian State University

(*Anokhina V.S., Romanchuk I.Yu., Sauk I.B.*)

5.1. Intraspecies and interspecies polymorphism of the trait collection of lupin (<i>Anokhina V.S., Romanchuk I.Yu., Sauk I.B.</i>)	237
5.2. Core collections of lupin (<i>Anokhina V.S., Romanchuk I.Yu., Sauk I.B.</i>)	240
5.2.1 Core collection of blue lupine (<i>Lupinus angustifolius</i> L.) (<i>Anokhina V.S., Romanchuk I.Yu., Sauk I.B.</i>)	241
5.2.2. Core collection of yellow lupine (<i>Lupinus luteus</i> L.) (<i>Anokhina V.S., Romanchuk I.Yu., Sauk I.B.</i>)	245
5.3. Blue lupin (<i>Lupinus albus</i> L.) (<i>Anokhina V.S., Romanchuk I.Yu., Sauk I.B.</i>)	248
5.4. Molecular marking of the lupin collection accessions of the Belarusian State University (<i>Anokhina V.S., Romanchuk I.Yu., Sauk I.B.</i>)	253
5.5. Collection of the restored hybrids and mutants of yellow and blue lupine (<i>Anokhina V.S., Romanchuk I.Yu., Sauk I.B.</i>)	255
Conclusion	258
References	259

Chapter 6. Conservation, study and use of the botanical gardens' collections of the Republic of Belarus

(*Reshetnikov V. N., Spiridovich E.V., Titok V.V.*)

6.1. Conservation, study and use of the collections of the Central Botanical Garden of NAS of Belarus (<i>Volodko I. K., Goncharova L.V., Titok V.V.</i>)	262
6.1.1. Collections of woody plants (<i>Shpitalnaya T.V., Garanovich I.M., Makedonskaya N.V., Rudevic I.M.</i>)	265
6.1.1.1. Arboretum	265
6.1.1.2. Introduced nursery	266
6.1.1.3. Syringarium	269
6.1.1.4. Oranmental garden forms of woody plants (<i>Torchik V.I., Kholopuk G.A., Kelko A.F.</i>)	270
6.1.1.5. Spontaneous somatic mutations and ornamental forms of woody plants bred in the Central Botanical Garden (<i>Torchik V.I.</i>)	273
6.1.1.6. Rhododendron collection (<i>Volodko I.K.</i>)	274
6.1.1.7. Collection of berry plants of <i>Vaccinium</i> L. genus (<i>Pavlovsky N.B.</i>)	275

6.1.2. Collection gene pool of ornamental plants (<i>Belousova N.L., Zavadskaya L.V., Lunina N.M., Gayshun V. V., Korevko I.A., Svitkovskaya O.I., Ryzhenkova Yu.I., Borodich G.S., Dubrova O.N., Tsehanovich S.V., Volodko I.K.</i>)	278
6.1.3. Collections of economically important grass plants (<i>Anoshenko B.Yu.</i>)	286
6.1.3.1. Medicinal plants (<i>Kukhareva L.V.</i>)	286
6.1.3.2. Spicy plants (<i>Tychina I. N.</i>)	289
6.1.3.3. Honey and dyeing plants (<i>Savich I.M.</i>)	291
6.1.3.4. Forage plants (<i>Loban S.E.</i>)	292
6.1.3.5. Bioenergetic plants (<i>Kuptsov N.S., Pashkevich P.A.</i>)	294
6.1.3.6. Creation and biochemical assessment of the belarusian varieties of medicinal and spicy plants (<i>Shish S.N., Shutova A.G., Agabalaeva E.D., Spiridovich E.V.</i>)	296
6.1.4. Collection of houseplants (<i>Getko N. V., Kabusheva I.N., Pobolovets T.A., Chertovich V.N., Alekhna A.I., Burchik N.A., Glushakova N.M., Sandrozd Yu.I., Katkovskaya N.S., Sak N.L., Shamshur G.Ch.</i>)	301
6.1.4.1. Grass tropical and subtropical plants	301
6.1.4.2. Woody tropical and subtropical plants	303
6.1.4.3. Succulent plants	306
6.1.4.4. Fruit subtropical plants	307
6.1.4.5. Orchids	308
6.1.4.6. Gerber daisies	309
6.1.4.7. Tropical and subtropical plants exhibited in the hothouse	310
6.1.5. Rare and endangered species of plants of natural flora of Belarus (<i>Kruchonok A.V.</i>)	310
6.1.6. Collection of aseptic plants and DNA bank of rare and economically important plants (<i>Spiridovich E.V., Vlasova A.B., Chizhik O.V., Kozlova O.N., Vainovskaya I.F., Reshetnikov V.N.</i>)	312
6.1.7. Herbarium collections of the Central Botanical Garden of NAS of Belarus	318
6.1.7.1. Herbarium MSKH – an instrument of documentation of the genetic diversity of introduced plants of the Central Botanical Garden (<i>Kuzmenkova S.M., Nosilovsky O.A.</i>)	318
6.1.7.2. Herbarium of fungi forming lichen (<i>Bely P.N., Vashkevich M.N.</i>)	319
6.2. Collections of the Botanical Garden of the Belaruaian State Agricultural Academy (<i>Gordeeva A.P., Naumov M.V.</i>)	322
6.2.1. Taxonomic composition of the collections “Winter Garden” of the Botanical Garden of BSAA (<i>Mukha T.N.</i>)	323
6.2.2. Collection of spicy plants (<i>Sachivko T.V.</i>)	323
6.2.3. Arboretum (<i>Povarova N.N., Naumov M.V.</i>)	325
6.3. Collection of the exposition “Winter Garden” of the Center for Ecology of Brest State A.S. Pushkin University (<i>Kolbas A.R., Shimalova N.V., Yakovuk I.N., Kolbas N.Yu.</i>)	327

6.4. Outdoor collections of the Botanical Garden of Vitebsk State University named after P.M. Masherov (<i>Vysotsky Yu.I., Morozov I.M., Miliukina N.I.</i>)	330
Conclusion	334
References	335

Chapter 7. Genetic resources of natural flora of the Republic of Belarus (*Dmitrieva S.A.*)

7.1. Classification of plants according to their intended use (<i>Dmitrieva S.A., Parfionov V.I., Savchuk S.S., Lebedko V.N.</i>)	343
7.1.1. Medicinal plants	343
7.1.2. Forage plants	346
7.1.3. Food plants	349
7.1.4. Spicy plants	358
7.1.5. Honey plants	365
7.1.6. Industrial plants	366
7.1.7. Oranmental plants	368
7.1.8. Phytomeliorative plants	370
7.1.9. Poisonous plants	372
7.2. Crop wild relatives as a source of breeding material (<i>Dmitrieva S.A.</i>)	373
7.3. Problems and prospects of ex situ and in situ conservation of the genetic resources of natural flora and their sustainable use (<i>Dmitrieva S.A.</i>)	376
7.3.1. <i>Ex situ</i> conservation (<i>Dmitrieva S.A., Savchuk S.S., Lebedko V.N., Davidchik T.O.</i>) ..	376
7.3.2. <i>In situ</i> conservation (<i>Dmitrieva S.A.</i>)	378
Conclusion	383
References	384

Chapter 8. Genetic resources of forest plants of the Republic of Belarus (*Kovalevich A.I., Padutov V.E., Kagan D.I., Sidor A.I.*)

Conclusion	415
References	418

Chapter 9. Interantional cooperation in the field of collection, conservation and use of plant genetic resources

(*Privalov F.I., Grib S.I., Matys I.S., Makeeva E.N., Mozgova G.V., Kazlouskaya Z.A., Kovalevich A.I., Spiridovich E.V., Lavnikovich A.S.*)

Conclusion	430
References	430
Conclusion	432

Научное издание

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ:
МОБИЛИЗАЦИЯ, СОХРАНЕНИЕ,
ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

На русском и английском языках

Ответственные за выпуск:

И. С. Матыс, С. В. Анцух

Перевод на английский *А. С. Лавникевич*

Редакторы английского текста: *Е. О. Машкарева, М. К. Кроули*

Дизайн обложки *И. П. Бондарович*

Компьютерная верстка *В. В. Анцух*

Корректоры:

Е. С. Голуб, М. Д. Липницкая, Ж. Ю. Клименок

ISBN 978-985-581-352-2



Подписано в печать 12.12.2019.
Формат 70×100/16. Бумага мелованная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 36,62. Уч.-изд. л. 36,09.
Тираж 150 экз. Заказ 729.

Издатель и полиграфическое исполнение:
ОДО «Издательство “Четыре четверти”».
Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя и распространителя печатных изданий
№ 1/139 от 08.01.2014, № 3/219 от 21.12.2013.
Ул. Б. Хмельницкого, 8-215, 220013, г. Минск.
Тел./факс: (+375 17) 331 25 42. E-mail: info@4-4.by