

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

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

К 80 - ЛЕТИЮ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ ВИР

**Т Р У Д Ы
ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 163**



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2007

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСТЕНИЕВОДСТВА им. Н.И.ВАВИЛОВА (ГНУ ГНЦ РФ ВИР)

К 80 - ЛЕТИЮ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ ВИР

Т Р У Д Ы ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 163

Редакционная коллегия:

Профессор, доктор биол.наук *Н.И. Дзюбенко* (председатель), доктор с.-х. наук, профессор *Л.В. Сазонова*, доктор с.-х. наук, профессор *В.И. Буренин*, доктор биол. наук, профессор *А.В. Конарев*, доктор биол. наук *С.Д. Киру*, доктор биол. наук *И.Г. Лоскутов*, доктор биол. наук *О.П. Митрофанова* (зам. председателя), доктор биол. наук *Е.Е. Радченко*, доктор биол. наук *И.Н. Анисимова*, доктор биол. наук *С.М. Алексанян*, канд. биол. наук *Т.Н. Смекалова*, канд с.-х. наук *Н.П. Лоскутова* (секретарь)

Ответственный редактор тома доктор биол. наук *С.Д. Киру*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2007

THE RUSSIAN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
STATE SCIENTIFIC CENTRE

THE N.I. VAVLIOV ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF PLANT INDUSTRY

**AT 80-TH YEARS ANIVERSARY OF WORLD POTATO COLLECTION
OF VIR**

(Works on applied botany, genetics and plant breeding, vol. 163)

Editor-in charge *S.D. Kiru*, Dr. biol.Sc

**К 80 - ЛЕТИЮ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ ВИР
(Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, том 163)**

Presented here are the main stages of creating, updating of a world potato collection of VIR, its maintaining and studying for solving of actual problems in breeding in various regions of Russia, Byelorussia and Kazakhstan are submitted. The data on creation of initial material for breeding on basis of collection samples for solving potato breeding problems being in the effective way of increase yield, tuber quality and resistance to main pathogens. The data on studying possibilities of use wild and cultivated potato species in breeding are generalized. The perspective initial material for solving main tasks of potato breeding is recommended.

К 80 – летию мировой коллекции картофеля ВИР (Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 163). – СПб.: ВИР. 2007. 212 с

Представлены основные этапы создания, пополнения мировой коллекции картофеля ВИР, ее поддержания и изучения для решения актуальных проблем селекции в различных регионах России, Беларуси и Казахстана. Приведены данные по созданию на основе образцов коллекции исходного материала для селекции картофеля, являющейся эффективным путем повышения урожайности, качества и устойчивости к основным патогенам. Обобщены данные по изучению возможностей использования диких и культурных видов картофеля в селекции.

Рекомендован перспективный исходный материал для решения проблем селекции картофеля. Табл.– 42, рис.- 16 ,библиогр. 469 назв.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
<i>Киру С.Д.</i> Мировой коллекции картофеля ВИР – 80 лет	
<i>Горбатенко Л.Е., Киру С.Д.</i> История создания генофонда картофеля ВИР.....	

ВОПРОСЫ СИСТЕМАТИКИ КАРТОФЕЛЯ

<i>Смекалова Т.Н., Чухина И.Г., Смирнова А.Б., Крылова Е.А., Гавриленко Т.А.</i> Аутентичные гербарные образцы культурных и близкородственных диких видов картофеля (серии <i>TUBEROSA</i> (Rydb.) Hawk.), хранящихся в гербарии ВИР	
<i>Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Костина Л.И., Гавриленко Т.А.</i> Полиморфизм ядерной, пластидной и митохондриальной ДНК у аборигенных чилийских сортов картофеля..	

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ ВИР В СЕЛЕКЦИИ

<i>Костина Л.И., Фомина В.Е., Королева Л.В., Косарева О.С.</i> Многоступенчатый скрининг при выделении исходного материала для селекции картофеля на хозяйственно-ценные признаки.....	
<i>Киру С.Д., Палеха С.В.</i> Андийские культурные виды картофеля, как исходный материал для селекции.....	
<i>Трускинов Э. В., Rogozina E. B.</i> Мировой генофонд картофеля ВИР: ретроспектива, реальные итоги и перспективы селекции на вирусоустойчивость.....	
<i>Трускинов Э.В.</i> Создание коллекции картофеля <i>in vitro</i> : штрихи, проблемы, перспективы.....	
<i>Rogozina E. B., Бекетова М.П., Хавкин Э. Е.</i> Генетически различные устойчивые к фитофторозу гибриды картофеля – ценный исходный материал для селекции.....	
<i>Зотеева Н.М.</i> Использование видового разнообразия картофеля из коллекции ВИР для решения проблем селекции.....	
<i>Яшина И.М., Склярлова Н.П., Симаков Е.А.</i> Результаты использования генетических источников из коллекции ВИР в селекции картофеля на устойчивость к болезням и вредителям.....	
<i>Колобаев В.А.</i> Создание доноров горизонтальной устойчивости к фитофторе, сочетающих гены нескольких видов рода <i>SOLANUM</i> L.....	
<i>Красавин В.Ф.</i> Изучение генетических ресурсов картофеля коллекции ВИР в условиях Юго-Востока Казахстана и их использование в селекции.....	
<i>Горковенко М.Н.</i> (Майкопская оп.ст. ВИР) Результаты многолетнего скрининга отечественных Зарубежных сортов в условиях юга России.	
<i>Васильева Е.М.</i> К 80-летию Полярной опытной станции ВИР.....	
<i>Дорожкин Б.Н., Дергачева Н.В.</i> ВИР и селекция картофеля в Западной Сибири.....	
<i>Козлов В.А., Русецкий Н.В., Чашинский А.В., Игнатова Н.М.</i> Использование генофонда картофеля ВИР в создании исходного материала, устойчивого к вирусным болезням, фитофторозу, с повышенным содержанием крахмала.....	
<i>Колядко И.И., Незаконова Л.В., Маханько В.Л.</i> Использование образцов коллекции Всероссийского НИИ растениеводства им.Н.И. Вавилова (ВИР) в селекции картофеля в Беларуси.	
<i>Евстратова Л. П., Николаева Е. В., Харин В. Н.</i> Устойчивость исходного материала картофеля к некоторым болезням в условиях Карелии.....	
<i>Кузнецова Л. А., Евстратова Л. П.</i> Оценка поражаемости сортов картофеля отдельными почвообитающими патогенами на природном инфекционном фоне в Карелии.....	
<i>Д.А. Кирилов, С.Д. Киру, С.В. Палеха</i> Образцы андийских культурных видов картофеля с нейтральной фотопериодической реакцией и ценными признаками для селекции.....	

ВВЕДЕНИЕ

Сборник научных трудов посвящен 80-летию мировой коллекции картофеля ВИР. В нем освещены вопросы истории ее становления, пополнения, изучения, систематики, создания исходного материала для селекции.

В ГНУ ГНЦ РФ Всероссийский научный институт растениеводства им. Н.И. Вавилова хранится коллекция картофеля, которая сегодня включает 172 диких вида (3000 образцов), 10 культурных видов (3300, в том числе 2630 форм культурного вида *S. andigenum* и 129 *S. tuberosum* ssp. *chilotanum*), более 2100 селекционных сортов и 250 дигаплоидов. Инициатором создания коллекции был академик Н.И. Вавилов. Большой вклад в формирование и изучение коллекции внес академик С.М. Букасов.

В сборнике приведены основные результаты исследований по изучению коллекции в отделе генетических ресурсов картофеля ВИР, опытных станций и в научно-исследовательских учреждениях и использования ее в селекции за 1995-2005 гг.

Представлены результаты изучения типового (аутентичного) гербарного материала, хранящегося в гербарной коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова.

В сборник включена ранее неопубликованная статья академика С.М. Букасова и Н.Ф. Бавыко, в которой изложена последняя версия классификации диких видов рода *Solanum* и изменений объемов серий.

Изложены результаты скрининга мирового генофонда картофеля на опытных станциях и НИУ по продуктивности и другим хозяйственно-ценным признакам, устойчивости к наиболее распространенным вредоносным болезням (фитофтороз, макроспориоз, парша обыкновенная и серебристая, вирусные, виroidные и микоплазменные болезни).

На обширном материале коллекции ВИР изучено влияние стрессовых факторов внешней среды на рост и развитие растений картофеля, выделены образцы картофеля с комплексной устойчивостью к стрессовым факторам и распространенным на юго-востоке Казахстана болезням, а также созданы местные перспективные сорта, выдерживающие длительное репродуцирование в зоне сильного вырождения картофеля.

Отражена эффективность внедрения новых технологий селекции картофеля на основе их многоступенчатого скрининга по потомству от самоопыления, что дает возможность выделить нематодоустойчивые сорта с комплексом других хозяйственно-ценных признаков (высокой урожайностью, устойчивостью к вирусным болезням и др.).

Приведены результаты многолетнего исследования широкого ряда видов картофеля по устойчивости к болезням (фитофтороз, серебристая парша, вирусы) и вредителей (колорадский жук, картофельная моль). В полевом и лабораторном изучении выделены образцы с высокой устойчивостью листьев и клубней к наиболее вредоносной болезни культуры – фитофторозу, а также сочетающие устойчивость одновременно к двум и более вредным организмам; изучены образцы диких видов по ряду других хозяйственно-полезных признаков: способности к клубнеобразованию в условиях длинного дня, устойчивости к прорастанию клубней в период хранения, потемнению мякоти клубней.

Отражены результаты исследований по изучению степени генетического родства гибридов картофеля по признаку устойчивости к фитофторозу, на основе традиционных методов и с помощью ДНК-маркеров.

Включены результаты использования образцов коллекции ВИР селекционерами Российской Федерации и республик Беларусь и Казахстан в качестве исходного материала для создания новых сортов картофеля.

Приведены результаты оценки сортов и гибридов картофеля из коллекции ВИР по основным хозяйственно-ценным признакам в условиях Республики Беларусь, а также селекционной работы по созданию на основе диких, культурных видов и межвидовых гибридов, полученных из отдела клубнеплодов ВИР исходного материала картофеля, устойчивого к вирусным болезням, фитофторозу, с повышенным содержанием крахмала.

Представлены результаты экспериментальных работ по вовлечению в гибридизацию диких видов картофеля, а также анализа результатов реципрокных скрещиваний.

Изложены результаты иммунологической оценки 42 сортов картофеля, где установлена роль факторов среды и группы спелости в поражаемости клубней ризоктониозом, паршой обыкновенной и паршой серебристой.

Обсуждены некоторые общие и частные вопросы и проблемы, связанные с поддержанием и хранения коллекции в культуре *in vitro*. Изложены результаты вирусологической оценки коллекции картофеля ВИР. Представлены сведения об общей зараженности коллекции мозаичными вирусами и перечень образцов культурных и диких видов картофеля с разным типом устойчивости к вирусам X, Y, M, ВСЛК.

Приведены результаты исследования генетической стабильности сортов картофеля, сохраняемых в условиях *in vitro*, с использованием SSR, RAPD маркеров и анализа митохондриально специфичных праймеров. Результаты данной работы подтверждают надежность метода *in vitro* хранения картофеля, не включающего культуру клеток и тканей, состоящего из последовательных этапов размножения пазушными почками и хранения микроклубнями. В работе также представлены данные, полученные при изучении полиморфизма 2-х пластидных, 2-х митохондриальных и 9 ядерных микросателлитных локусов у образцов чилийского картофеля *S. tuberosum* L. ssp. *tuberosum* из коллекции ВИР.

Рассмотрены итоги работ по созданию исходного материала для использования в практической селекции в качестве родительских форм. Отражены вопросы создания доноров горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторе на основе скрещиваний диких видов картофеля *S. simplicifolium*, *S. polytrichon*, *S. verrucosum*, *S. pinnatisectum*, *S. berthaultii*, проявляющие высокую устойчивость к заражению и ослабляющие спороношение у паразитирующего на них патогена. Получены образцы, обладающие генами пяти видов *Solanum*, которые превзошли по устойчивости гибриды от скрещивания с каждым видом по отдельности.

Отмечается значительная роль фундаментальных трудов Н.И. Вавилова, С.М. Букасова, А.Я. Камераза и других ведущих ученых ВИР для следующих поколений исследователей-биологов и селекционеров.

Приведены результаты использования генофонда картофеля ВИР в селекцентрах России и странах ближнего зарубежья.

МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ ВИР – 80 ЛЕТ

д. б.н. Киру С.Д.

ГНУ ГНЦ ВНИИР им. Н.И. Вавилова

История создания коллекции

В 1915 году Николай Иванович Вавилов опубликовал ботаническое описание картофеля *Solanum tuberosum* L., а также трех других его видов: *S. maglia* Schlecht, *S. commersonii* Dun., *S. edinense* Berth., полученных из-за границы.

Началом создания мировой коллекции картофеля ВИР считаются 1919–1920 гг., когда по заданию Н.И. Вавилова С.М. Букасов начал в 1919 г. работу по изучению сортов картофеля в Бюро прикладной ботаники сельскохозяйственного ученого комитета, в дальнейшем преобразованном в Институт прикладной ботаники и новых культур. На первом этапе была поставлена задача собрать и размножить все лучшее, что создала к тому времени мировая селекция. Сергей Михайлович организовал сбор сортов, возделываемых в стране и интродуцированных различными путями из зарубежных стран, в основном из Германии. Он также пополнял коллекцию сортов путем выписки из других стран. Накопленные в коллекции образцы представляли собой многочисленные клоны от иностранных сортов, которые выращивались на полях сельских хозяйств. К 1925 г. это была самая полная коллекция сортов в стране.

Изучение собранной коллекции показало, что, несмотря на ее разнообразие, в ней не было сортов, обладающих устойчивостью к наиболее вредоносным заболеваниям - раку, фитофторозу, вирусам, нематоде и др.

Н.И. Вавилов понимал, что в коллекции не хватает диких родичей картофеля с его родины – Южной Америки, несколько из которых были открыты к тому времени зарубежными ботаниками, изучавшими флору этого континента. Он направил в 1925-1929 гг. в Центральную и Южную Америку С.М. Букасова и С.В. Юзепчука, которые собрали обширный материал диких видов картофеля и местных культурных образцов картофеля Мексики, Гватемалы, Колумбии, Перу, Чили. В 1932 г. Н.И. Вавилов сам посетил эти страны, где продолжил сбор образцов дикорастущих и культурных форм картофеля. Эти экспедиции дали начало новой эры картофелеводства. Привезенные новые образцы картофеля оказались весьма ценными как исходный материал для селекции, поскольку они обладали устойчивостью к раку, фитофторозу, вирусным болезням, нематодам и другим патогенам [14].

Подобные экспедиции в страны Южной Америки были продолжены после войны: П.М. Жуковским в Аргентине, Чили, Перу и Мексике, А.Г. Зыкиным в Чили, Бразилии, Боливии [25], К.З. Будиным в Мексике и Перу, Л.Е. Горбатенко в Аргентине, Уругвае, Колумбии, Перу, Венесуэле [24], а также многими другими учеными ВИР.

Образцы поступали в коллекцию ВИР различными путями, в том числе путем обмена с крупнейшими научными учреждениями зарубежных стран – из США (опытные станции Белтсвил и Стьюрджен Бэй), из Англии от института Джона Инса, от профессора Хокса из Университета Бирмингем, от профессора К. Очоа из Перу, от профессора Карденаса из Боливии, от профессора Брюхера из Аргентины.

Много образцов также поступило и от других ботаников Латинской Америки.

В дальнейшем мировая коллекция картофеля ВИР постоянно пополнялась также новыми сортами и гибридами из отечественных и зарубежных селекционных и научных учреждений. С.М. Букасов отмечал, что ни в одной стране нет такой полной и богатой коллекции, какую собрал ВИР.

Следует также отметить, что, благодаря разнообразию коллекции сортов, собранных в 20-е и 30-е годы, в результате ее изучения были выделены сорта, устойчивые к раку картофеля. Как отмечает А. Я. Камераз [28], эта работа имела большое значение для предохранения картофелеводства страны от распространения из-за рубежа этого опасного заболевания. В дальнейшем значение своевременного изучения и выделения ракоустойчивых форм подтвердилось, когда после Великой Отечественной войны это заболевание появилось в некоторых областях Европейской части страны. К этому времени картофелеводы обладали большим количеством ракоустойчивых сортов. Из коллекции ВИР были выделены, размножены и районированы в различных областях страны такие ракоустойчивые сорта, как Барановский (Форан), Берлихинген, Гренцмарк, Зазерский (клоновый отбор от сорта Фрюнудель), Карнеа, Мажестик, Миттельфрюе, Остботе, Парнассия, Пауль Вагнер, Фрам, Крахмалингосес, Император, Кобблер и др. К 1965 г. эти сорта занимали общую площадь почти 700 тыс. га.

Изучение коллекции

Первая страница истории отдела генетических ресурсов картофеля была начата в 1921 г., когда в Институте прикладной ботаники был организован отдел полевых культур, в который входила группа картофеля. В том же году группа была обособлена в отдел клубнеплодов. Основными задачами отдела, как в начале его создания, так и сегодня являлись мобилизация видовых и сортовых ресурсов картофеля всего земного шара для использования в селекции и растениеводстве; разработка теоретических вопросов в области систематики, классификации, эволюции, географии и истории картофеля. Перед отделом также стояла задача проведения совместных исследований с другими отделами и подразделениями института. Изучались вопросы физиологии развития, фотосинтеза, генетики картофеля, внутривидовой, межвидовой, отделенной гибридизации, полиплоидии, закономерностей изменчивости под влиянием внешних факторов. Неотъемлемыми задачами также были кариология, цитологическое изучение видов, исследования комбинационной совместимости и несовместимости видов; изучение анатомического строения отдельных органов растений для целей систематики и селекции; исследование закономерностей устойчивости картофеля и его восприимчивости к болезням и вредителям; биохимия картофеля, количественный состав химических веществ у сортов и видов картофеля и закономерности изменчивости под влиянием условий выращивания и географических (условных) факторов; технологическая оценка клубней картофеля.

Изучение интродуцированных образцов коллекции проводилось сотрудниками ВИР одновременно по нескольким направлениям.

Географическое изучение. Клубневая часть коллекции выращивалась в полном объеме в Пушкине и на Павловской опытной станции «Красный Пахарь». С целью изучения поведения различных видов и сортов картофеля в разных почвенно-климатических условиях, все новые поступления выращивались на опытных станциях: Полярной, Майкопской, Среднеазиатской, Дальневосточной, Устимовской, Екатерининском опорном пункте и Московском отделении ВИР.

Широкое географическое изучение коллекции проводилось не только в сети географических посевов ВИР, но и многочисленными институтами и опытными станциями всего СССР, от Крайнего Севера – Воркуты, Игарки и Магадана до самых южных границ. От Владивостока и Хабаровска, Фрунзе и Пржевальска до Ашхабада, Закавказских республик, Крыма и Молдавии. Были охвачены и крайние высотные пределы культуры картофеля на Памире (Р. Л. Перлова) и Кавказе, а также поливные условия Приаралья (А.П. Сергачева) Ташауза (З.В. Родионова), Ташкента, западной и восточной зоны Прикаспия (П.А. Малюгин), Волгоахтубинской поймы, зоны орошаемого земледелия Юга Украины и Молдавии. В результате такого широкого географического изучения были получены весьма ценные результаты, которые позволили дать объемные экологические и физиологические характеристики образцам коллекции в комплексе с данными изучения физиологических и биохимических особенностей картофеля в отделе физиологии ВИР. В.П. Матвеевым, Е.А.

Осиповой и другими учеными была выявлена широкая амплитуда длины периода покоя клубней, вплоть до его отсутствия у таких видов, как *S. rybinii* Juz. et Buk, *S. phureja* Juz. et Buk. и *S. cuenchanum* Buk. Образцы, клубни которых не имели периода покоя, стали исходным материалом для селекции двуурожайных сортов. Г.М. Коваленко и В.И. Разумов открыли морозостойкость диких видов – *S. punae* Juz., *S. depexum* Juz., *S. demissum* Lindl. и серий *Megistacroloba* Hawkes и *Commersoniana* Buk., а также культурных видов *S. jusepczukii* Buk., *S. curtilobum* Juz et Buk и *S. ajanhuiri* Juz. et Buk. Сотрудники отдела физиологии А.В. Дорошенко и В.И. Разумов установили амплитуду фотопериодической реакции видов картофеля при образовании клубней и цветении [40]. Короткодневность для клубнеобразования была выявлена у преобладающего числа образцов диких и культурных видов горной зоны Южной и Центральной Америки. С целью повышения эффективности репродукции образцов коллекции (получения клубней и семян) в ВИРе были сооружены установки из светонепроницаемых кабин, обеспечивающие искусственно укороченный световой день, при котором стимулировалось клубнеобразование и не прекращалось цветение, что обеспечивало в свою очередь образование ягод.

Большой вклад в географическое изучение коллекции картофеля ВИР внесли исследования, проведенные Р.Л. Перловой. Она изучила поведение значительной части образцов диких и культурных видов в разных районах СССР: под Ленинградом, на Памире, на Северном Кавказе, в Подмосковье, Новосибирске. Результаты этих исследований позволили установить закономерности изменчивости растений видов картофеля под влиянием абиотических факторов и их реакции на измененные условия выращивания, а также изменчивости видов в процессе приспособительной эволюции.

Также весьма ценны результаты многолетних исследований Е.И. Киселева и его коллег, проведенных на Дальнем Востоке в 1960–1980 гг.[35], где изучались многочисленные образцы диких, культурных видов и селекционных сортов коллекции ВИР по хозяйственно-ценным признакам – продуктивности, качеству клубней, устойчивости к различным болезням и вредителям. Благодаря этим исследованиям выявлены сотни источников устойчивости к различным вирусам картофеля (Y, X, S, M, L), эпиплахне, фиофторозу, макроспориозу, ризоктониозу, бактериальным гнилям, которые были использованы в селекционных программах.

Изучение систематики картофеля. Исследования проводились методом описательной морфологии. Делалось описание всех надземных и подземных органов растений в сочетании с изучением их кариологии, цитологии и физиологии. Для классификации селекционных сортов *S. tuberosum* и для апробации был достаточен метод ботанического описания по морфологическим признакам, что и было положено в основу первых работ С.М. Букасова, О.А. Воскресенской, В.С. Лехновича, впоследствии детализированных Л.И. Костиной, установившей сортоотипы *S. tuberosum*.

Расширение объема таксономических единиц картофеля вследствие пополнения коллекции новыми образцами диких и культурных видов Южной и Центральной Америки, собранными экспедициями ВИР, предъявляло новые требования к систематике картофеля. Так, амплитуда изменчивости морфологических признаков была установлена у более чем 100 признаков всех органов растения картофеля, используемых для таксономических целей. Дикie виды отличаются от *S. tuberosum* не только большей амплитудой изменчивости признаков, но и их числом. Например, длина стебля варьирует от нескольких сантиметров до нескольких метров, а рассеченность листа – от цельного до исключительно сильнорассеченного, с числом сегментов более 100. [13]. В отличие от диких видов у *S. tuberosum* нет многих признаков: звездчатой формы венчика, неоппадающих ягод, полых цветonoсов и др. Изучение морфологии южноамериканских культурных видов показало наличие признаков и амплитуды их изменчивости, несвойственных *S. tuberosum* и в ряде случаев совпадающих с признаками диких видов. Таковы, например, все признаки культурного вида *S. jusepczukii* Buk., неотличимого от дикого вида *S. acaule* Bitt. Таковы

узкодольные сильнорасчлененные листья культурного вида *S. stenotomum* Juz. et Buk., неотличимые от дикого вида *S. leptophyes* Bitt и других видов, похожих на *S. stenotomum*.

Выявленное своеобразие андийских форм культурных видов картофеля послужило достаточным основанием для выделения нескольких культурных видов, отличающихся, кроме того, и ареалами. С.В. Юзепчуком и С. М. Букасовым были описаны культурные виды эндемичные в Боливии: *S. ajanhuiri* Juz. et Buk. и *S. phureja* Juz. et Buk., а также виды, общие для Боливии и Перу: *S. stenotomum*, *S. curtilobum* Juz. et Buk., эндемичный в Перу *S. goniocalyx* Juz. et Buk., вид Колумбии и Эквадора *S. rybinii sensu lato* Juz. et Buk. и вид *S. andigenum* Juz. et Buk., имеющий самый широкий ареал – от Аргентины до Колумбии, Мексики и Гватемалы [47]. Кроме того, все перечисленные горные виды Анд возделываются на высоте от 2000 до 4600 м над ур. м., в то время как *S. tuberosum* возделывается на незначительной высоте над уровнем моря. Наиболее широкую и объемную работу по описанию культурных видов картофеля, составлению их систематики провел В.С. Лехнович [35a].

Следует отметить, что работа по морфологическому описанию всех поступивших в коллекцию образцов велась ежегодно. Большую работу по изучению и поддержанию коллекции культурных и диких видов картофеля в ВИРе провели Н.Ф. Бавыко и Л.М. Турулева. Они изучили и описали значительную часть образцов культурных примитивных и диких видов картофеля, а по результатам этих данных были составлены каталоги мировой коллекции картофеля ВИР.

В лаборатории цитологии, руководимой Г.А. Левитским, Е.М. Шепелева установила различия морфологии хромосом у культурных и диких видов. В дальнейшем исследования Л.И. Абрамовой подтвердили наличие таких различий.

В лаборатории цитозембриологии И.Д. Романовым были выявлены видовые отличия по морфологии пыльцы.

Основные результаты изучения коллекции и их использование

Морфологическое изучение. В результате многолетних исследований, в отделе клубнеплодов ВИР под руководством С.М. Букасова были обобщены все данные по морфологическому изучению видов картофеля и разработана система видов и сортов картофеля на филогенетической основе. Виды были объединены сначала в 28, а потом в 32 серии. Культурные виды и сорта были подразделены и на сортоотипы.

С.М. Букасов, О.А. Воскресенская и В.С. Лехнович брали за основу в своих работах метод описательной морфологии для классификации селекционных сортов, а Л.И. Костина детализировала этот метод.

Анатомическое изучение. Большой вклад в изучении и составлении системы видов внесли анатомические исследования, проведенные в разные годы В.А. Александровым, М.С. Яковлевым, Ф.Х. Ягер, В.А. Насоновым и М.А. Сизовой. Эти исследователи доказали существенное различие видов картофеля по анатомическому строению стебля, листа, крахмальных зерен, простых и железистых волосков и значение этих различий для систематики картофеля.

Биохимическое изучение. Особое место в комплексном методе изучения систематики картофеля занимал биохимический метод. Свою значительную лепту в изучении многообразия видов на предмет биохимического содержания клубней картофеля внесли С.М. Прокошев, Н.Л. Матисон [39], С.Н. Останина, И.Г. Мурри, Г.А. Луковникова, исследования которых позволили установить видовые отличия по содержанию в клубнях гликоалколоидов, аминокислот, белка, крахмала, витамина С. Исследования сотрудников биохимической лаборатории под руководством Н.И. Иванова позволили выделить из коллекции образцы диких и культурных видов с высоким содержанием в клубнях крахмала, сырого белка, витамина С и других полезных веществ

Цитологические исследования, начатые В.А. Рыбиным [41, 42, 43] и развитые позже другими исследователями, позволили выявить разнообразие видов по пloidности.

В.А. Рыбин внес значительный вклад в разработку системы культурных видов, установив у новых культурных видов картофеля различные числа хромосом: $2n=24, 36, 60$, тогда как у *S. tuberosum* число хромосом составляет 48. У диких видов, кроме 24, 36, 48 и 60, В.А. Рыбин установил наличие 72 хромосом [41, 42, 43]. Таким образом был установлен полиплоидный ряд видов с числом хромосом $2n=24, 36, 48, 60, 72$. Кроме того, был выявлен характер редукционного деления у видов различной ploidy.

М.А. Сизова и Л.И. Абрамова, изучавшие анатомические и цитологические признаки видов картофеля [44], установили три типа железок листа картофеля: одноклеточные, четырех и пятиклеточные, приуроченные по их числу и взаимной пропорции к определенным видам. Одноклеточные железки были обнаружены только у одного вида – *S. berthaultii* Hawk., что имело большое значение для установления филогенетического положения этого вида. Кроме этого, вышеуказанные исследователи изучали морфологию волосков на листьях, стеблях и органах цветка живых растений. Они провели сравнительную характеристику опушения видов рода *Solanum* L. и установили большие отличия по этому признаку у всех видов. Результаты этих исследований помогли С.М. Букасову при изучении новых видов картофеля, поступивших в коллекции ВИР и совершенствовании системы видов [5, 6, 7, 9, 10, 11, 12].

Таким образом, комплексные исследования коллекции картофеля, которым придавал большое значение Н.И. Вавилов, дали возможность в сравнительно короткий срок получить значительные результаты. Основополагающей идеей создания С.М. Букасовым системы видов картофеля, получившей мировую известность и признание, было учение Н.И. Вавилова о центрах происхождения видов растений. На основе изучения большого разнообразия видов С.М. Букасов [10] систематизировал клубненосные растения секции *Tuberarium* рода *Solanum* в подсекции, в которые входят 32 серии, включающие более 170 диких и культурных видов. Он построил стройную систему видов картофеля и их филогении. Все изученные в живом состоянии виды были распределены в несколько серий секции *Tuberarium* (Dun). Были вновь описаны серии *Acaulia* Juz., *Demissa* Buk., *Longipedcellata* Buk., *Cardiophylla* Buk., *Transaequatorialia* Buk., *Glabrescenta* Buk., *Commersoniana* Bitt. Серия *Oxycarpa* Rydb. была выделена как самостоятельная из серии *Conibaccata* Bitt., а серия *Pinnaticsecta* Rydb. была сужена за счет исключения из ее объема видов серии *Commersoniana* и *Glabrescenta*.

Устойчивость к биотическим и абиотическим факторам.

Еще в 20-е годы Н.И. Вавилов обращал внимание на устойчивость растений отдельных сортов, разновидностей и видов. Он отмечал явление восприимчивости к заболеваниям на примере разных культур, в том числе картофеля к заболеваниям. Рассматривая природу устойчивости растений, Н.И. Вавилов пришел к выводу, что для того чтобы получить устойчивые сорта, необходимо сначала изучить специализацию паразита и генетическую дифференциацию сортов или видов. Он уделял большое внимание возможности наследования при гибридизации и указывал на трудность скрещивания устойчивых и неустойчивых форм с целью получения гибридов, обладающих устойчивостью к нескольким патогенам.

Дикие и культурные виды картофеля, впервые открытые, как источники ценных признаков для селекции учеными ВИР и сейчас составляют основной генофонд для селекции этой культуры на устойчивость к болезням и вредителям, климатическим стрессам, на высокое содержание в клубнях крахмала, белка, витаминов и других веществ.

Исследования, проведенные в 1980-е и 1990-е гг. в отделе клубнеплодов, позволили выявить ряд закономерностей в вопросах устойчивости видов рода *Solanum* L к фитофторозу. Впервые была установлена полигенная основа устойчивости южноамериканских видов картофеля к этому заболеванию. Это теоретическое положение нашло свое экспериментальное подтверждение в создании межвидовых гибридов с высокой полевой устойчивостью к фитофторозу академиком К.З. Будиным, а в последние годы – профессором В.А. Колобаевым [32].

Устойчивость к грибным болезням. Рака картофеля. Это одно из наиболее опасных заболеваний картофеля, вызываемое грибом *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Persival, которое до сих пор значится в списке карантинных объектов, несмотря на то, что сегодня проблема этого заболевания в селекционном плане решена, во многом благодаря коллекции картофеля ВИР. Благодаря исследованиям А.Я. Камеразы и др. на основе изучения потомства от самоопыления и гибридизации были выявлены сорта, дающие наибольшее количество устойчивых форм в потомстве. Это сорта Дун стар, Керсс пинк, Грет Скот, Чемпион, Имандра, Гладстон, Камераз № 1, Приекульский ранний и др. Исследованиями В.И. Яковлевой [48] и других авторов по изучению устойчивости диких и культурных видов картофеля было установлено, что устойчивость к обычному биотипу рака характерна для образцов многих диких и культурных видов, относящихся к различным сериям. Это значительно облегчало задачу селекции в данном направлении [48].

Несмотря на то, что в Европе появились новые биотипы рака, результаты изучения коллекции ВИР на устойчивость к различным биотипам позволили селекционерам быть во всеоружии в борьбе с этим патогеном. Из коллекции были выявлены источники устойчивости ко всем существующим биотипам рака. Наиболее богатыми такими источниками оказались дикие виды *S. acaule*, *S. cardiophyllum*, *S. pinnatisectum*, *S. vernei*, *S. chacoense*, *S. boergerii*, *S. gibberulosum*, *S. commersonii*, *S. stoloniferum*, а также полиморфный культурный вид *S. andigenum* [24].

Как исходный материал в селекции наиболее часто использовались такие ракоустойчивые сорта как Akkersegen, Mittelfruhe, Edelgard, Edsel blue и др [14].

Фитофтороз. Это заболевание, вызываемое грибом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, несмотря на значительный прогресс в селекции, остается самым вредоносным для культуры картофеля как в нашей стране, так и за рубежом. Проблема селекции фитофтороустойчивых сортов сложна тем, что грибок имеет многочисленное число биотипов или рас и среди них появляются новые, более агрессивные, которые поражают сорта, обладающие устойчивостью к другим расам.

Работа по поиску устойчивых к фитофторозу форм была начата еще в 30-е годы прошлого столетия и продолжается сегодня. Благодаря широкому разнообразию видов и сортов из коллекции ВИР, за всю историю ее существования были выделены многочисленные источники высокой устойчивости к этому заболеванию, многие из которых были использованы в селекционных программах.

Наибольшее значение для практической селекции на устойчивость к фитофторозу А.Я. Камераз придавал мексиканским дикорастущим видам [28, 29], особенно гексаплоидному виду *S. demissum*, который хорошо скрещивается с сортами *S. tuberosum* и передает R-гены расоспецифического иммунитета гибридному потомству. Он также установил, что среди мексиканских видов легко вовлекаются в межвидовую гибридизацию и передают свою устойчивость половому потомству такие виды, как *S. stoloniferum*, *S. verrucosum*.

Перспективность использования в селекции на фитофтороустойчивость дикого вида *S. stoloniferum* также доказала К.А. Котова в Ленинградском сельскохозяйственном институте. Кроме того, вместе с Р.А. Черноусовой и др. она установила, что вид *S. stoloniferum* – донор двух типов устойчивости к фитофторозу – как расоспецифической, так и горизонтальной

Проведенные в ВИРе за последние 20–25 лет исследования позволили шире изучить генетическое разнообразие картофеля, а также дифференцированность многочисленных его видов по степени устойчивости к фитофторозу. Значительно увеличился список видов, среди форм которых были обнаружены высокоустойчивые формы. Так, из 174 видов картофеля, имеющих сегодня в коллекции, формы, обладающие генами устойчивости к данному патогену, выявлены у 64.

Устойчивость к бактериальным болезням. Наиболее вредоносные среди бактериальных болезней картофеля на территории нашей страны – черная ножка и кольцевая гниль. Исследования по поиску генетических источников устойчивости к этому патогену были

начаты в 60-е годы за рубежом. Создание сортов, резистентных к черной ножке, затруднено тем, что такую устойчивость контролирует несколько генов. Однако создание сортов, слабо поражающихся данным заболеванием, стало возможным давно. По данным А.Я. Камеразы [14], наименьшим поражением отличаются немецкие сорта (Виола, Гольдверунг, Дабер, Зикинген, Карнеа, Меркур, Прииска, Флава, Фрюгольд, Штеркерагис, Эргольд и др).

Довольно высокую устойчивость к черной ножке имеют и отечественные сорта: Камераз №1, Олев, Ульяновский, Агрономический, Смысловский, Аквила, Веселовский 2-4, Волжанин, Лаймдота и др. [14].

Ценные результаты при поиске источников устойчивости получила М.И. Коромыслова, изучившая большое количество образцов видов и сортов картофеля из коллекции ВИР. Она выделила высокоустойчивые формы среди многих образцов диких видов *S. chacoense*, *S. setulosistylum*, и культурных *S. rybinii*, *S. phureja*.

Исследованиями Н.М. Власова, Л.Н.Бушковой и Д.С. Переверзевым [23] были также выделены устойчивые формы среди образцов культурного вида *S. andigenum*.

Устойчивость к вирусным болезням. Одна из наиболее сложных задач – селекция на устойчивость к вирусным болезням. Трудность ее решения состоит в наличии большого количества разнообразных вирусов и их штаммов, в различных формах проявления на растения, существовании различных насекомых–переносчиков.

Большой вклад в выделении из коллекции и создании исходного материала для селекции на устойчивость к вирусам картофеля внес А.Я. Камераз [30]. Он изучил многие сотни образцов диких и культурных видов картофеля путем искусственного заражения сеянцев. Так им впервые были выделены вирусоустойчивые формы среди образцов диких видов картофеля: *S. stoloniferum*, *S. antipoviczii*, *S. chacoense*, *S. verrucosum*, *S. brachycarpum*, *S. demissum*, *S. schenkii*, *S. polytrichon*, *S. malinchense*, *S. tlaxcalense*, *S. boergerii*, *S. garsiae*, *S. knappi*, а также к вирусу Y – образцы видов *S. gibberulosum*, *S. tarijense*, *S. vernei*, ssp. *ballsii*, *S. acaule*, *S. schreiteri*, *S. punae*.

Использование образцов некоторых из перечисленных видов позволило А.Я. Камеразу создать обладающие вирусоустойчивостью межвидовые гибриды, которые были использованы селекционерами в своей работе по созданию новых сортов. В 1974 г. А.Я. Камеразом и И.М. Яшиной были изданы методические указания по селекции картофеля на устойчивость к вирусным, виroidным и фитоплазменным болезням, ставшие настольной книгой для селекционеров страны.

Использование образцов коллекции в селекционной работе

Роль мировой коллекции ВИР, созданной по идее и под руководством Н.И. Вавилова, хорошо иллюстрируется на примере селекции картофеля. Благодаря своему широчайшему генетическому разнообразию, мировая коллекция картофеля ВИР стала главным источником исходного материала для отечественной селекции и не только.

Межвидовая гибридизация

Уже в самом начале изучения первых интродуцированных в результате экспедиций образцов диких и культурных видов картофеля из Латинской Америки стало ясно, что использовать в гибридизации их нелегко. Это было связано с различной ploидностью и фертильностью пыльцы и другими биологическими различиями видов. Первыми, кто изучал скрещиваемость интродуцированных видов картофеля, были Т.Г. Нестерович и Г.М. Коваленко. Ими были получены первые в ВИРе межвидовые гибриды картофеля. Эти гибриды обладали устойчивостью к заморозкам. Неоценимую помощь в исследовании скрещиваемости и несовместимости видов оказали результаты исследований В.А. Рыбина, который установил ploидность почти всех интродуцированных в коллекции ВИР видов картофеля, имевшихся на то время.

Успешное осуществление отдаленной гибридизации стало возможным в результате преодоления межвидовой нескрещиваемости с помощью экспериментальной полиploидии, гаплоидии, восстановления фертильности межвидовых гибридов, индуцирования самосовместимости у самонесовместимых растений.

Под руководством Г.Д. Карпеченко, А.И. Митин, с целью преодоления нескрещиваемости, получил первые искусственные полиплоиды картофеля методом регенерации листьев вида *S. acaule*, в результате чего были созданы растения с 144 хромосомами и 96 хромосомами. В дальнейшем для этого уже использовали метод колхицинирования семян. Во время исследований Р.Л. Перловой [37] по изучению образцов коллекции в условиях Памира были выявлены образования естественных полиплоидов у триплоидного вида *S. vallis-mexicii* Juz.

Работу по использованию полиплоидов в селекции в дальнейшем успешно развили Н.А. Лебедева и Н.А. Житлова. Полученные ими полиплоиды используются и сегодня в работе селекционными учреждениями Российской Федерации и Республитки Беларусь.

Исследование обширного материала, собранного экспедициями С.М. Букасова, С.В. Юзепчука, Н.И. Вавилова, П.М. Жуковского, открыло широкие перспективы для решения многих проблем селекции. Н.И. Вавилов отмечал [18, 19], что успех селекционной работы в значительной мере определяется наличием исходного материала

Один из самых крупных вкладов в изучение генетического разнообразия мировой коллекции ВИР и ее использование в отечественной селекции внес профессор А.Я. Камераз. Он посвятил всю свою жизнь этой работе. Свою плодотворную селекционную работу А.Я. Камераз начал еще в 30-е годы прошлого столетия, когда он начал изучать многочисленные образцы, привезенные в результате первых экспедиций ВИР в Южную Америку. Среди огромного генетического разнообразия картофеля с этого континента, им были выделены многочисленные источники устойчивости картофеля к таким вредоносным, патогенам как возбудитель рака, фитофтороза. На основе его гибридов отечественное картофелеводство получило новые сорта Камераз 1, Волховский, Пушкинский, Богатырь, Искра, Матвеевский, Пионер, Рубин, Сумской, Дальневосточный, Хабаровский, Прилуцкий, Детскосельский, Шушарский. Особо следует отметить сорт Детскосельский, который, за счет своей высокой экологической пластичности и благодаря своей высокой урожайности, в сочетании с устойчивостью к основным патогенам, начиная с 1960 по 1990 гг. занимал значительные площади возделывания не только на Северо-Западе, но и в других регионах страны.

Основным направлением селекции картофеля А.Я. Камераз считал межвидовую гибридизацию. Он подчеркивал, что только за счет нее можно добиться устойчивости к наиболее опасным болезням и вредителям. Накопленный им материал по результатам изучения коллекции в виде генетических источников устойчивости позволил ему не только получить ценный исходный материал для селекции, но и разработать методику современной селекции картофеля, которую до сих пор используют селекционные учреждения не только нашей страны, но и ближних зарубежных стран. Написанная в соавторстве с С.М. Букасовым книга «Селекция и семеноводство картофеля» и в настоящее время служит настольной книгой каждого селекционера.

Как отмечает Э.В.Трускинов [45], работа А.Я Камераз в области селекции картофеля отличалась системным подходом, целеустремленностью и охватывала все важные направления: урожайность, сроки созревания, качество клубней, устойчивость к болезням и вредителям, к экстремальным факторам среды.

В 70-е. 80-е гг. в ВИРе были проведены важные исследования по созданию гибридов от скрещивания селекционных сортов с различными видами и гибридами между ними. Н.А. Житловой на основе устойчивых образцов видов *S. simplicifolium* и *S. verrucosum* были созданы гибриды, сочетающие устойчивость к фитофторозу, вирусу Y и раннеспелость. Благодаря использованию этих и других гибридов белорусскими селекционерами были получены новые сорта картофеля.

Разработанные А.Я. Камеразом, Н.А. Житловой, К.З. Будиным и Т.И. Соболевой методы межвидовой гибридизации с применением полиплоидизации и гаплоидизации были приняты на вооружение селекционерами и успешно используются ими до сих пор [1,2].

В 1982–1986 гг., под руководством академика К.З. Будина было создано немало сложных межвидовых гибридов, обладающих высокой устойчивостью к вирусам,

фитофторозу и картофельной нематоде в сочетании с высокой продуктивностью [3,4]. Еще раз была доказана целесообразность использования диких видов как доноров устойчивости, а также доказана возможность сохранения и передачи этой устойчивости при последующих беккроссах или при самоопылении [34].

В целях более эффективного использования источников ценных признаков для селекции, важным является изучение степени наследования последних в половом потомстве, а следовательно, и донорских способностей генотипов, обладающих этими признаками. В отделе клубнеплодов под руководством К.З. Будина была разработана и использована технология выявления источников среди генотипов видов картофеля и введения их в селекцию, путем вовлечения их в сложную межвидовую гибридизацию. Это так называемый «пребридинг». На первом этапе проводится исследование внутривидового полиморфизма генотипов в пределах вида, в результате чего выделяются формы, устойчивые к различным патогенам, т.е. отбираются лучшие компоненты для гибридизации с сортами. В дальнейшем, после первого скрещивания, оценки потомства и отбора клонов, наследовавших положительные признаки родительских компонентов, такой клон скрещивают с другим генотипом другого вида, обладающим устойчивостью к другим патогенам, которой не было в первой паре компонентов. В потомстве второго скрещивания отбирают форму или формы, которые обладают устойчивостью к ряду патогенов и высокими агрономическими свойствами, т. е. выделяют сложные межвидовые гибриды – доноры устойчивости к наиболее вредоносным патогенам и не имеющие отрицательных признаков (длинные столоны, мелкоклубневость, горький вкус и др.), свойственных многим диким видам [4].

Следует отметить, что спрос селекционеров на готовые межвидовые гибриды – доноры ценных признаков в последние два десятилетия значительно больше, чем на образцы отдельных видов, источников таких признаков. Это объясняется тем, что использование доноров селекционных признаков значительно ускоряет процесс создания новых сортов.

Если обратить внимание на современные отечественные и зарубежные сорта, видно, что преобладают такие, у которых в родословной имеются формы диких и примитивных культурных видов. Число сортов, в родословную которых входит 2, 3, а то и больше видов, постоянно растет.

Особо следует отметить значимость южноамериканского культурного вида картофеля *S. andigenum* для коллекции ВИР и для селекции в целом. Образцы этого вида появились в коллекции ВИР вместе с образцами первой экспедиции ВИР в латинскую Америку. Изучение коллекции образцов этого вида в ВИРе позволило установить самое большое его разнообразие по сравнению с любым другим из более 230 открытых видов [8]. По скромным подсчетам ученых Международного центра по картофелю (СIP), на территории 8 латиноамериканских стран возделывается около 7 тысяч местных (аборигенных) сортов или форм этого вида. Наибольшее их число сосредоточено в Перу, Боливии и Колумбии. Коллекция ВИР сегодня насчитывает 2630 образцов этого вида.

Значимость этого вида для селекции трудно преувеличить. Его стали использовать в селекции уже в XIX в. По данным Л.И. Костиной [33], общее число созданных в мире сортов с использованием его клонов за всю историю селекции превышает 800. Среди них около 90 созданы в нашей стране и республиках бывшего СССР. Легкая скрещиваемость *S. andigenum*, высокая фертильность почти всех его форм, а также большое число ценных признаков для селекции (высокое содержание крахмала, горизонтальная устойчивость к фитофторозу, устойчивость к вирусу X, заморозкам и другим биотическим и абиотическим факторам среды), сделали этот вид самым привлекательным для селекционеров. В результате этот вид занял первое место по использованию в селекции, как в нашей стране, так и за рубежом.

Большую лепту в работу ВИР по сохранению и изучению коллекции *S. andigenum* внесла Е.В. Морозова, отдавшая этому делу более 35 лет. Выделенные ею многочисленные источники таких ценных для селекции признаков, как устойчивость к раку, фитофторозу, вирусам, картофельной нематоде, высокое содержание крахмала и белка, продуктивность и др., послужили ценным исходным материалом для селекционеров. Вместе с сотрудником

лаборатории технологической оценки В.И. Шинкаревым они провели технологическую оценку клубней значительной части коллекции *S. andigenum*, в результате которой выделили весьма ценный материал для селекции картофеля на качество клубней [46].

М.А. Вавиловой были проведены исследования по изучению морозостойкости различных видов картофеля и возможности их использования в селекции морозостойких сортов. Она осуществила скрещивания сортов с такими видами, как *S. commersonii* Dun, *S. vernei*, *S. toralapanum*, *S. bolivianense*, *S. megistacrolobum*, *S. sanctae rosae*, *S. chomatophilum*, *S. rybinii* и др. В результате ею были созданы гибриды *S. commersonii* x *S. chomatophilum*, обладающие устойчивостью к заморозкам. Использование полиплоидных гибридов и созданных фертильных аллополиплоидов позволило добиться улучшения скрещиваемости их с сортами. В результате многолетних исследований М.А. Вавилова получила ценные двух- и трехвидовые гибриды картофеля, выдерживающие заморозки до -3, -4°C.

Селекция на устойчивость к золотистой картофельной нематодe. В послевоенные годы началось быстрое распространение нового вредоносного патогена картофеля золотистой нематоды *Globodera rostochiensis* Woll. К тому времени сортов, обладающих устойчивостью к ней, еще не было. Были известны только некоторые источники устойчивости, открытые зарубежными учеными среди образцов *S. andigenum*, интродуцированных также из Южной Америки. Широкое разнообразие коллекции картофеля ВИР позволило найти такие источники.

Первыми исследователями обширной коллекции на устойчивость к картофельной нематодe были аспиранты ВИР Н.В. Тыктин и А.Э. Калнозолс. Параллельно такая же работа проводилась И.Я. Пониным [38] на Минской опытной станции ВИЗР. В результате исследований ими было выявлено более десятка видов картофеля – как культурных, так и диких, обладающих формами, устойчивыми к данному паразиту.

Выделенные ими источники устойчивости послужили в дальнейшем ценным исходным материалом для создания нематодоустойчивых сортов [31]. Исследования Л.А. Пантюхиной [36] в Белорусском НИИ картофелеводства и плодоовощеводства позволили создать богатый исходный материал, который послужил основой для создания большинства нематодоустойчивых сортов в Белоруссии.

Дикие и культурные виды картофеля, впервые открытые учеными ВИР как источники ценных признаков для селекции, и сейчас составляют основной генофонд для селекции этой культуры на высокую продуктивность, устойчивость к болезням и вредителям, климатическим стрессам, высокого содержания в клубнях крахмала, белка, витаминов и др.

А.Я. Камераз отмечает [28], что сделанные под руководством С.М. Букасова открытия позволили совершенно по-новому поставить селекцию картофеля. В отечественной селекции, по словам самого С.М. Букасова, произошла революция. Почти все вновь создаваемые селекционные сорта были результатом межвидовой гибридизации. Абсолютное большинство районированных в стране сортов в 60-е и 70-е годы были или выделены из мировой коллекции ВИР, или созданы на ее основе.

Как отмечалось в начале статьи, сорта, выделенные из коллекции, использовались не только в селекции, но и внедрялись в производство. Вместе с тем, разнообразные сорта из коллекции ВИР после предварительного испытания рассылались селекционным учреждениям страны и за ее пределы. Они послужили основой для создания новых сортов [28]. Так, к 1966 году были районированы сорта картофеля, выведенные в СССР на основе коллекции ВИР: Богарный, Бородянский, Бульба, Вилия, Волжанин, Дружба, Иыгева пиклик, Калев, Кемеровский, Лаймдота, Львовский белый, Любимец. Мурманский, Нарымский ранний, Одесский 24, Приекульский ранний, Седов, Скороспелка, Фаленский. Харьковский ранний, Чаривница, Экспорт, Эпрон и др. Сорта Мурманский и Эпрон, созданные в ВИРе, были районированы в различных регионах СССР и занимали одновременно площадь свыше 600тыс. га.

Успех межвидовой гибридизации картофеля намного возрастает, если преодолеть барьер нескрещиваемости диких видов, используя их искусственную полиплоидизацию.

В ВИРе была создана полиплоидная коллекция из 25 видов – представителей 14 ботанических серий. Искусственные полиплоиды были получены искусственно путем колхицинирования семян. Было синтезировано более 300 гибридных комбинаций с участием полиплоидных видов, несущих гены устойчивости к самым вредоносным патогенам. На основе сложных межвидовых гибридов, полученных в ВИРе с использованием таких полиплоидов, белорусскими селекционерами были созданы новые сорта картофеля Орбита, Талисман и Нарочь.

Эффект мейотической полиплоидии был успешно использован в отделе клубнеплодов под руководством К.З. Будина для разработки метода создания гибридов для выращивания картофеля, размножаемого семенами.

В последние два десятилетия в отделе клубнеплодов значительно расширилась работа по выделению из коллекции и созданию исходного материала для селекции картофеля различных направлений. Ежегодно изучаются сотни гибридных комбинаций межвидовой гибридизации с вовлечением в них новых источников ценных признаков, необходимых для использования в селекционных программах. Прошедшее комплексное изучение и отбор сложные межвидовые гибриды, обладающие донорскими свойствами, передаются селекционерам.

Итоги изучения широкого видового и сортового разнообразия генофонда картофеля и пути его использования были обобщены в монографиях «Основы селекции картофеля» (С.М. Букасов, А.Я. Камераз) «Картофель» в серии Культурная флора СССР. т.9, 1971, коллектив авторов), «Генетические основы селекции картофеля» (К.З. Будин, 1986,) «Выделение исходного материала для селекции картофеля на основе генеалогии» (Костина Л.И.) и др. Под руководством Л.И. Костиной в отделе генетических ресурсов картофеля была разработана новая технология выделения исходного материала для селекции картофеля на хозяйственно-ценные признаки на основе многоступенчатого скрининга материала по потомству от самоопыления.

Поддержание и изучение коллекции на опытных станциях ВИР

Значительный вклад в сохранение, изучение и использование коллекции в отечественной селекции внесли исследования сотрудников опытных станций ВИР. Как было отмечено выше, все поступающие в ВИР образцы проходили географическое изучение на станциях. Благодаря такому изучению, из коллекции был выделен весьма ценный исходный материал для селекции, который в разное время использовался селекционными учреждениями страны.

Особый вклад в интродукцию, поддержание, изучение и использование в селекции внесла Полярной опытная станция ВИР, основанная Н.И. Вавиловым в 1924 г. Уже с первого года существования станции началась работа ВИР по поддержанию и географическому изучению сортов картофеля. Для изучения поступили первые 32 сорта из коллекции ВИР. Чтобы доказать возможность продвижения картофеля в Заполярье, была поставлена задача подобрать наиболее пригодные для северных условий сорта. Эта работа была начата директором института И.Г. Эйхфельдом, проф. В.Е. Писаревым и научным сотрудником М. Хренниковой.

В 1925 г. изучалось уже 42 сорта, в 1927г. – 88, а в 1932 г. в коллекционном питомнике изучалось 500 сортов, большинство из которых были интродуцированы из-за рубежа. Кроме того, в эти же годы, благодаря первым экспедициям ВИР, когда коллекция института пополнилась многими культурными и дикорастущими видами картофеля, их образцы тут же были направлены на Полярную станцию для изучения на холодостойкость и раннеспелость.

Поэтому, во многом благодаря результатам изучения первых поступлений коллекции картофеля ВИР, на станции была успешно начата синтетическая селекция картофеля. Эта работа в 30-е годы проводилась И. А. Веселовским и М.Н. Веселовской, в дальнейшем на станции ее продолжили селекционеры А.М. Аникиев, Ф.И. Маньков, И.Н. Иванова, Н.С. Грандилевская, Л.Г. Гуральник, М.А. Вавилова, С.А. Аникина, А.М. Козелецкая. Поэтому

Полярную станцию ВИР вполне можно назвать одним из первых отечественных селекционных центров картофеля.

Основной задачей, стоявшей в 30-е годы перед селекционерами, было создание раннеспелых сортов, способных дать высокий урожай за 65–75 дней в условиях холодных температур на начальных и конечных периодах развития растений. И следует отметить, что со своей задачей селекционеры справились. На станции было создано более 20 сортов картофеля, многие из которых и сегодня возделываются не только на Севере, но и в других регионах России. Кроме того, такие сорта, как Белоснежка, Имандра, Хибинский ранний, Повиронец и др. были использованы в создании других отечественных сортов. Большой вклад в развитие селекции на станции внесли М.А. Вавилова и Е.М. Вавильева. Созданные ими более 300 сложных межвидовых гибридов обладают уникальным сочетанием высокой продуктивности, раннеспелости, устойчивости к раку, картофельной нематоде и высоким вкусовым качествам, чем представляют интерес для селекции.

Всего за всю историю отечественной селекции картофеля с использованием образцов из коллекции ВИР было создано более 85 сортов.

Сегодня на Полярном филиале ВИР ведется самая большая работа среди всех станций и филиалов ВИР как по изучению коллекционных образцов, так и по селекции картофеля. На протяжении всей истории станции на ней ведется испытание сотен межвидовых и межсортовых гибридов, полученных в основном сотрудниками станции.

Одна из главных задач станции – сохранение мировой коллекции сортов картофеля и ее эколого-географическое изучение. Полярная станция расположена в уникальных эколого-климатических условиях, благоприятствующих выполнению этих задач. На протяжении многих десятилетий институт ведет здесь изучение интродуцированных образцов различных с./х. культур, в том числе и картофеля. Ежегодно на станции изучается до 150 образцов сортов и видов картофеля по таким признакам, как раннеспелость, продуктивность, устойчивость к низкотемпературным стрессам, в том числе заморозкам и регенерационную способность после повреждения ими; устойчивость к патогенам. В последнее десятилетие, когда растениеводство проявляет тенденцию продвижения в северные районы страны, эти вопросы становятся особенно актуальными. Поэтому особую ценность имеют результаты исследований на станции по выделению исходного материала.

На станции поддерживается в вегетативном состоянии более 2000 сортов коллекции. Из них только 1650 сортов являются дублетными образцами коллекции ВИР, хранящейся в Пушкинском филиале, а более 350 сортов – уникальны тем, что они есть в наличии только на станции и нигде больше, ни в России или странах бывшего СССР, ни в Европе. Из них 84 – стародавние сорта (в том числе 55 иностранных), которым от 70 до 120 лет. При этом каждый из них имеет большой «послужной список», т. е. был многократно использован в селекции в разных странах. Многие из них, благодаря отдельным ценным признакам, вошли в родословную сотен сортов.

Таким образом, Полярная станция является хранителем не только самой большой в мире вегетативной коллекции сортов картофеля, но и самой уникальной. На станции, без применения какого-либо метода оздоровления, в хорошем состоянии сохранились сорта, которые были завезены еще до Великой отечественной войны, а 11 из них были созданы в XIX в. Самый старый сорт Ранняя Роза, созданный еще в 1868 г., поддерживается в хорошем состоянии на станции. Следует отметить, что этот раннеспелый сорт входит в родословную сотен селекционных сортов, в том числе 9 отечественных.

Весомый вклад в изучение коллекции внесли сотрудники Московского отделения ВИР. В результате экспериментальной гаплоидии, под руководством В.Л. Брокш были получены сотни дигаплоидов сортов и видов картофеля, часть из которых была успешно использована в селекционных программах.

Изучение коллекции картофеля сотрудниками Майкопской и Екатерининской опытных станций, а также Московского отделения ВИР позволило им выделить

значительное число источников устойчивости к болезням и вредителям, которые также служат исходным материалом в селекционной работе.

Сотрудничество с селекцентрами

На протяжении всей истории своего существования отдел клубнеплодов имел тесные контакты с учеными и селекционерами нашей страны и ближнего зарубежья. Выделенные из коллекции источники ценных признаков передавались всем селекцентрам страны, которые занимались селекцией картофеля от Калининграда до Дальнего Востока, селекционерам НИИ бывших республик СССР – Литвы, Латвии, Эстонии, Белоруссии, Украины, Казахстана, Узбекистана. Ученые ВИР тесно сотрудничали со своими коллегами из Польши, ГДР, Чехословакии, Болгарии. Во всех селекцентрах, значительная часть сортов была создана на основе образцов, полученных из ВИР. К сожалению, в результате известных политических перемен, это сотрудничество ослабло, особенно с учеными стран Прибалтики и Восточной Европы.

Сегодня отдел генетических ресурсов картофеля ВИР тесно сотрудничает с более чем десятью селекцентрами нашей страны, а также Беларуси, Украины и Казахстана.

В перечень Государственных реестров России, Беларуси, Украины и Казахстана за 2006 год включены 52 сорта, созданных на базе коллекции ВИР, в том числе 13 созданных в соавторстве с сотрудниками ВИР: Барс, Евгирия, Легенда, Лидер, Повировец, Пушкинец, Филатовский (РФ), Архидея, Нарочь, Орбита, Талисман (Беларусь), Акжар (Казахстан).

Литература

1. Будин К.З., Соболева Т.И. Гибриды дигиплоидов *Solanum andigenum* Juz. et Vuk. с диплоидными видами *Solanum*. //Генетика Т.VI. №8, 1970, С. 5–11.1.
2. Будин К.З. Значение полиплоидии в эволюции картофеля. //Бюлл. ВИР, вып. 89. 1979. С. 63–66.
3. Будин К.З. Ботаническое многообразие мировой коллекции картофеля ВИР. Сб. науч. тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л.1987 Т.115. С. 3–7.
4. Будин К.З. Дикie виды картофеля как доноры устойчивости к патогенам. Сб. науч. тр по прикл. бот., ген. и сел. Л.1987. Т.115. С. 7–17.
5. Букасов С.М. Эволюция видов картофеля. //Наследственность и изменчивость растений, животных и микроорганизмов: Тезисы докл. Ин-та ген. АН СССР. М.,1957, С.25–27с.
6. Букасов С.М. К систематике видов картофеля. //Вопросы эволюции, биогеографии, генетики и селекции. Изд. АН СССР 1960, С. 61–67.
7. Букасов С.М. «Систематика диких видов картофеля». В сб. ВИР: «Исходный материал в селекции картофеля» М. ВНИИТЭСХ 1965а. С.5–23.
8. Букасов С.М. *Solanum andigenum* в селекции картофеля. В сб. ВИР: «Исходный материал в селекции картофеля» М. ВНИИТЭСХ 1965б. С. 48–51.
9. Букасов С.М. Дикie виды картофеля //Культурная флора СССР, Т. 9. «Картофель», Л. 1971, 447с.
10. Букасов С.М. Систематика видов картофеля секции *Tuberarium* (Dun.) Vuk. рода *Solanum* L. //Труды по прикл. бот., ген. и сел. Т.46. Вып 1. 1971. С. 3–44.
11. Букасов С.М. Систематика и география видов картофеля. В кн: «Генетика картофеля». М. «Наука» 1973а. С. 14–34.
12. Букасов С.М. Некоторые итоги изучения мировой коллекции картофеля. //Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – 1973б. Т. 49, Вып.3. С. 152–159.
13. Букасов С.М. Морфология картофеля. //Труды по прикл. бот., ген.и сел. Т. 53., Вып.1 . ВИР. Л.1974. С.3–33.
14. Букасов С.М., А.Я. Камераз Селекция и семеноводство картофеля. Л. «Колос» 1972. 357 с.
15. Вавилов Н.И. Географические закономерности в распределении генов

- культурных растений. //Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1927. Т. 17. Вып 3. С. 411–428
16. Вавилов Н.И. Проблема происхождения культурных растений в современном понимании. В кн.: “Достижения и перспективы в области прикладной ботаники, ген. и селекции”, Л. 1929, С. 11–22.
 17. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции. “Теоретические основы селекции растений “. М.–Л. 1935. Т.1. С. 17–73.
 18. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. /Н.И. Вавилов. - М.л. 1935: Т.17.
 19. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. в 5 т. Теоретические основы селекции. Т.1. М. Л.– “Сельхозгиз”. 1935.С. 893–939.
 20. Вавилов Н.И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям// Избр. тр. в пяти томах. М.Л., 1965. С. 203, 205, 221.
 21. Вавилов Н.И. Избр. соч.: Генетика и селекция. М.”Колос”,1966. С. 221–556.
 22. Вавилова М.А. Использование диких морозостойких видов картофеля *S. commersonii* Dun. и *S. chomatophyllum* Bitt. в межвидовой гибридизации. Тр. по прикл. бот., ген. и Сел./ ВИР, Л. 1978. Т.62. Вып.1, С. 123-131.
 23. Власов Н.М., Бушкова Л.Н., Переверзев Д.С. Генетические источники для селекции сортов картофеля устойчивых к черной ножке (*Pectobactorum phytophthorum* (Appel). Weldee).// сб. науч. тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л. 1987. Т.115. С.54-59
 24. Горбатенко Л.Е. Южноамериканские виды картофеля (Секция *Petota* Dumort. Род *Solanum* L.) и их интродукция в СССР. //Дисс. докт. биол. н. Л. 1990 г.
 25. Зыкин А.Г. Картофели Боливии. //Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т. 50, Вып. 3, 1973. С. 241–267.
 26. Житлова Н.А. Создание исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу и вирусу Y. //Сб. тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л. 1987. Т.115, С. 18–22.
 27. Камераз А.Я. Устойчивость межвидовых гибридов картофеля к раку. // Вести сельскохозяйственной науки. 1957 № 6. С. 35–42.
 28. Камераз А.Я. Мировая коллекция картофеля на службе социалистического сельскохозяйственного производства. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. .XXXIX. 1968. Вып.1. С. 241–260.
 29. Камераз А.Я. Проблемы селекции картофеля на иммунитет и пути их решения в свете идей академика Н.И. Вавилова. //Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т. 73, Вып.2. ВИР. Л. 1982. С. 32.
 30. Камераз А.Я., Иванова В.Н.. Исходный материал для селекции на устойчивость к вирусам. //Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т. XXXVII. Вып. 3. ВИР, Л. Колос. 1965. С.161–189.
 31. Камераз А.Я., Понин И.Я. Исходный материал и перспективы его использования в Сел-екции картофеля на устойчивость к картофельной нематоде (*Heterodera rostochiensis* Woll.).//Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т.53. Вып.1 Л.1974. С. 199–215.
 32. Колобаев В.А. Принципы и методы создания высокоэффективных доноров горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторозу. //Методические рекомендации. ВИЗР. СПб. 2001. 17 с.
 33. Костина Л.И. Родословная сортов картофеля // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т. 73. Вып. 2. ВИР. Л.1982. С.22–27.
 34. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 691. Доноры устойчивости к патогенам картофеля. /Сост. К.З. Будин, Е.В. Рогозина /ВИР. СПб. 1998. 23 с.

35. Киселев Е.П. Селекция картофеля в условиях Дальнего Востока./ Автореф. соиск. уч.ст. д.с./х.н.Л.1980. 39 с.
- 35а. Лехнович В.С. Культурные виды картофеля. Серия *Andigena* Вук. В кн.: «Культурная флора СССР. "Картофель" М. «Колос» 1971. С.40–304.
36. Пантюхина Л.А. Селекция нематодоустойчивых сортов картофеля в Белоруссии. Минск. «Ураджай» 1977. 109 с.
37. Перлова Р.Л. Поведение культурных видов картофеля в разных географических районах Советского Союза. Изд. АН ССР, М. 1958. 120 с.
38. Понин И.Я. Устойчивые виды картофеля к картофельной нематоде.// Труды V-го Всесоюзного совещания по иммунитету. Вып 12, Киев 1969а. С. 43.
39. Прокошев С.М., Матинсон Н.Л. Биохимическая характеристика новых видов картофеля.// Вестник социалистического растениеводства. 1940. № 4. С. 33–35.
40. Разумов В.И. Влияние переменной продолжительности дня на клубнеобразование. //Труды по прикл. бот. ген. и сел. Т. XXVII, ВИР.1931 № 5. С. 26–39.
41. Рыбин В.А. Кариологический анализ некоторых диких и туземных культурных картофелей Америки. //Тр. по прикл.бот. ген. и сел. Т. XX. 1929. С. 655–720.
42. Рыбин В.А. Результаты цитологического исследования южноамериканских культурных и диких картофелей и их значение для селекции. «Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Сер. 11, 1932, №3. С. 3–100.
43. Рыбин В.А. Цитологические исследования южноамериканских культурных и диких картофелей и их значение для селекции. «Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1933, т.2. С. 3–100.
44. Сизова М.А., Абрамова Л.И. Анатомические и цитологические признаки видов картофеля. /Культурная флора СССР. Т.IX Картофель. Л.1971. С.385–406.
45. Трускинов Э.В. «Камераз Абрам Яковлевич» /В кн.: Сопратники Николая Ивановича Вавилова. С-Петербург. 1994. С.200–210.
46. Шинкарев В.И., Бавыко Н.Ф., Морозова Е.В, Турулева Л.М. Биохимико-Технологические свойства южноамериканских культурных видов картофеля. //Бюллетень ВИР. Вып.105, Л.1980. С.68–72.
47. Юзепчук С.В. О принципах систематики культурных растений. //Ботанический журнал, Т.47, № 6, Л. 1962. С. 773–785.
48. Яковлева В.И. Ракоустойчивость диких и культурных видов картофеля. В сб.: «Рак картофеля». Изд. АН УССР. Киев 1959. Вып.2. С.109–117.

S.D. KIRU

THE VIR POTATO COLLECTION HAS 80 YEARS

S u m m a r y

The N. I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR) world potato collection has 80 years. In the article a history of creating, updating and complex studying of potato collection of VIR is reflected. Due to numerous expeditions of VIR to the countries of Latin America, it is one of the richest collection in the world on the content. The scientists of VIR developed and advanced system of species of genus *Solanum* L. Results of studying of a collection for many decades have allowed to select a valuable initial material for potato breeding.

ИСТОРИЯ ИНТРОДУКЦИИ КАРТОФЕЛЯ В РОССИЮ

д. б. н. Л.Е. Горбатенко, д. б. н. С.Д. Киру
ГНУ ГНЦ ВНИИР им. Н.И. Вавилова

Введение

Картофель – важнейшая пищевая, кормовая и техническая культура земного шара. Благодаря высокой урожайности, с единицы площади он дает почти в 3 раза больше протеина, чем пшеница, и в 1,2 раза, чем кукуруза (Palma V., Veganiants L., 1983). По данным Акционерного общества по сельскохозяйственным исследованиям Бразилии (Palma V., Veganiants L., 1983), в суточном рационе взрослого человека за счет картофеля обеспечивается 4–5% калорий, 5% белка и железа, 8% фосфора, 10% тианина, 11% ниацина, 50% витамина С, значительное количество витамина В₆, меди, магния и йода. Белок картофеля содержит 14 аминокислот и по пищевой ценности превосходит все растительные белки, уступая только белку сои. Картофельный сок оказывает эффективное лечебное действие при лечении цинги, желудочно-кишечных и других заболеваний (Холмквист А.А., 1963).

В качестве кормов в картофеле используются не только клубни, но и зеленая ботва, из которых приготавливают высококалорийные гранулы (Гладков А., 1981).

По последним данным FAO, мировая площадь под картофелем составляет более 18 млн га, из которых на долю Европы приходится более 13 млн, Азии – более 3,5 млн,

Северной Америки 8 млн., Африки около 0,8 млн., Южной Америки – 0,7 млн., Океании – около 50 тыс. га. Благодаря интенсификации и росту урожайности, достигшему 1–2% в год, мировое производство картофеля удерживается на сравнительно высоком уровне (около 3,5 млн тонн) несмотря на наблюдающуюся тенденцию к сокращению площади – почти на 2% ежегодно.

Стремительное развитие разных направлений селекции картофеля способствует росту урожайности. Так, в последнее десятилетие наивысшая урожайность картофеля в Нидерландах составила 37 т/га, в США – 34 т, в Великобритании – 31 т, в Китае – 27 т и т.д. Высокая способность адаптации этой культуры к разным климатическим условиям, способствовала ее распространению на пяти континентах Земли. Сегодня картофель – один из главных продуктов в большинстве стран мира, несмотря на то, что его распространение с Южно-Американского континента началось всего четыре с половиной столетия назад.

Начало интродукции картофеля в Европу

Первые письменные документы, дошедшие до нас со времени открытия Колумбом Америки, свидетельствуют о том, что картофель интродуцирован в Европу во второй половине XVI столетия. Ссылаясь на изданную в Кембридже в 1936 г. публикацию «Южноамериканские картофели и их селекционное значение», J. Christiansen [59] указывает на то, что в 1565 г. картофель был отправлен из Куско в Испанию королю Филиппу II в качестве подарка, часть которого попала в руки папы Римского. В январе 1588 г. папа Римский подарил клубни картофеля ботанику Чарльзу Ключиусу (СН. Clusius) из Лейдена, который выращивал его в Вене и во Франкфурте. Оттуда он стал распространяться в другие страны Европы, в основном как лекарственное растение. По данным Б.Н. Головкина [19], по этому материалу, выращенному в 1588 г., в венском ботаническом саду Ч. Ключиусом был сделан первый рисунок картофеля, а шведский ботаник Гаспар Баугин (С. Bauhin) в 1596 г. представил научному миру первое ботаническое описание этого растения, назвав его *Solanum tuberosum*. Это название сохранил для картофеля Карл Линей в труде «Species plantarum», вышедшем в 1753 г. [70].

Согласно приведенной Х. Кристиансенем другой версии, которую сообщает журнал «Encyclopedia Britanica», картофель вначале поступил в Испанию, где, согласно Боулису (Bowles), впервые был высажен монахом Херонимо Кардан (J. Cardan) на севере Испании в провинции Галисия, откуда Винсенто Дональдо (V. Donaldo) интродуцировал его в Италию, а затем в 1587 г. в Бельгию под названием итальянского происхождения «tartoufli» - от слова «tartufo» (трюфель). Последнее в своей правильной форме «tartuffoli» и легло в основу современного названия «картофель» на немецком и русском языках.

Доктор Саламан [73] сообщает, что картофель выращивался в Испании в 1570–1573 гг, что также свидетельствует о его более ранней интродукции в эту страну. Причем интродукция картофеля в какую-либо другую страну в тот период исключается, так как Испания контролировала всю торговлю своих колоний в Америке. Саламан отмечает, что клубни, которые выращивали в Испании, были красные, цветки белые, что свидетельствовало о принадлежности картофеля к виду *Solanum andigenum*.

Следующая интродукция картофеля в Европу описана Д. Герардом (J. Gerard) в его «Общей истории растений», вышедшей в Лондоне в 1596 г. Он указывает, что в Великобританию картофель был интродуцирован между 1580 и 1595 гг. английскими пиратами Ф. Дрейком (F. Drake), Ф. Релейхом (F. Raleigh) и Д. Ховкинсом (D. Howkins) из британской колонии Виргинии (восточное побережье Северной Америки). Эти растения отличались от того сорта, который описали Гаспар Баугин и Ключиус, так как клубни его имели светло-бурую окраску, в то время как описанный указанными ботаниками сорт имел красноватые клубни.

Однако гипотеза Д. Герарда признана ошибочной, так как в Виргинии до начала XVII века не был известен ни дикорастущий, ни культурный картофель. Известно, что в 1621 г. губернатор Бермудских островов отправил в Виргинию несколько ящиков картофеля, поступившего из Англии [59].

По мнению К. Доддса [62], в Северную Америку картофель был интродуцирован лишь в 1719 г. шотландскими или ирландскими эмигрантами, которые организовали там колонию Нью-Хэмпшир.

Можно также предположить, что Френсис Дрейк доставил картофель из Чили, вернувшись из своего кругосветного путешествия, по пути которого в ноябре 1577 г. останавливался у острова Моча (38°30' ю. ш.) и получил от местного населения клубни картофеля. Мог доставить картофель в Европу и Томас Кавендиш (T. Cavendish), который 16 марта 1587 г. также плавал у берегов Чили и принял от населения острова Мори, близ г. Консепсион, на борт корабля клубни картофеля в качестве продукта питания [60].

Вполне возможны и другие пути интродукции картофеля в Европу, например из Колумбии.

Согласно исследованиям Н. Саламана, в Ирландии картофель имел коммерческое значение уже в 1623 г., в то время как в Англии он распространялся медленно и лишь к концу XVII в. начал интенсивно выращиваться в Ланкашире, куда его завезли из Ирландии.

В Германии распространение картофеля шло довольно быстро. С конца XVII в. его выращивали сначала в ботаническом саду как декоративное растение, откуда он не без активного вмешательства короля Вильгельма I, вплоть до угрозы наказания отрезанием ушей и носа, распространился среди крестьян по всей стране.

Во Франции картофель, интродуцированный Ч. Ключиусом, первоначально не был принят крестьянами. Лишь в конце XVIII столетия, благодаря усилиям и хитростям аптекаря Антонио Аугусто Пармантье, в связи с наступившим в 1769 г. голодом картофель быстро распространился среди бедных крестьян.

Таким образом, до сих пор остается спорным вопрос, откуда впервые был интродуцирован картофель. Так как культивируемый в Европе картофель приспособлен к малым высотам и условиям длинного дня и характеризуется присущими этим условиям морфологическими признаками, советские ученые С.В. Юзепчук, С.М. Букасов [56], А.Г. Лорх [36], М.А. Гершензон [18] придерживались идеи А. Гумбольдта, Ч. Дарвина, А. Де Кандоля и их сторонников в лице Г. Битера, П. Бертольда, Д. Хукера и других авторов о

чилийском происхождении картофеля. Однако ряд зарубежных исследователей [58,64,65,71,75] родиной европейского картофеля считают андийские страны и прежде всего Перу и Боливию.

Ссылаясь на Н. Саламана, Д. Коррел [60] отмечает, что испанские завоеватели, проникшие в долину Магдалена (Колумбия), впервые встретили картофель у местных жителей д. Сорокота (около 70° с.ш.) в 1537 г., однако сведения об этом были опубликованы лишь в 1586 г., а в сообщении Педро Сиеса-ди-Леон опубликованном в 1550 г. указано, что он встречал картофель на территории Колумбии, в верховьях долины Каука (между городами Попаян и Пасто) в 1538 г. и впоследствии в г. Кито (Эквадор). Эти сведения дают основание предполагать, что первоначальная интродукция картофеля могла идти и из этих стран. Обладая высокой пластичностью к условиям произрастания, он адаптировался к длинному дню и малым высотам районов его выращивания в Европе, приобретя внешние морфологические черты чилийских сортов.

С нашей точки зрения, нельзя категорично отрицать какой-либо из путей первоначальной интродукции картофеля в Европу, так как его могли доставить мореплаватели как из Чили, так и из андийских стран. Известная на сегодня дата появления его в Испании (около 1565 г.) свидетельствует о том, что в этот период уже шла довольно активная торговля как с андийскими странами, покоренными испанскими конкистадорами в первые два-три десятилетия XVI в. (Колумбия, Перу, Эквадор, Боливия), так и из Чили, которое в 1545 г. они завоевали в результате пятилетней войны [20].

В дальнейшем продолжалась интродукция картофеля в Европу. В 1851 г. Гудричем (Goodrich) были завезены местные южноамериканские сорта этого растения в США, в числе которых был и известный сорт Rough Purple Chili, давший начало сотням селекционных сортов. Большое научное значение имела также обширная чилийская коллекция (более 20 сортов), интродуцированная в Германию. С.М. Букасов [4] приводит сведения об использовании южноамериканского материала английским селекционером Финдлеем (Findley), а также о том, что еще в 1876 г. Прингл (Pringle) вовлекал в гибридизацию дикорастущий картофель *Solanum*, но безуспешно. Следует упомянуть также образцы картофеля, присланные в начале прошлого столетия ботаником К. Верне (Claudio Verne) из Боливии в Швецию, а также коллекции из Чили и андийских стран, вывезенные в Бюро интродукции США. К сожалению, все эти интродукции остались неизученными и неиспользованными в селекции.

Интродукция картофеля в Россию

Согласно преданию, в Россию картофель был интродуцирован из Голландии при Петре I, т.е. в конце XVII – начале XVIII вв.

Исследованиями В.С. Лехновича [32] установлено, что в 1730 г. картофель уже был включен в каталог растений Петербургского ботанического сада (Аптекарского огорода). «Вероятно, - пишет он, - картофель имелся там и до 1730 г., но, очевидно, не ранее 1713–1714 гг., когда был основан город [32]. В 1741 г. картофель представили к придворному столу. Ссылаясь на многочисленные документальные данные, В.С. Лехнович приходит к выводу, что в Россию картофель был завезен несколькими путями: 1) через побережье Белого моря – из Англии, 2) через побережье Балтийского моря – из Англии и Германии, 3) из Пруссии, с армией во время семилетней войны.

Не исключены и другие пути – из Австрии, Чехии или Венгрии через Западную Украину в Киев, где картофель появился в огородах горожан в 1764 г.

Участник Семилетней войны, капитан русской армии, позднее знаменитый агроном XVIII в. А.Т. Болотов отмечал, что во время войны солдаты русской армии узнали о картофеле в Пруссии и, возвращаясь домой, привезли его главным образом в северо-западные и центральные районы страны.

Однако крестьяне России разводили картофель очень неохотно из-за суеверного страха перед ним; простой народ считал новый овощ запрещенным и называл его «чертовым яблоком».

Распространение картофеля в стране было ускорено специальным указом Сената от 19 января 1765 г. «О разведении картофеля». Поводом к его изданию послужило то, что в Выборгской губернии возникла эпидемия сибирской язвы и сыпного тифа, что, по мнению медицинской коллегии, было вызвано частым голоданием крестьян. Во все губернии рассылались «земляные яблоки на расплод» и печатные наставления «О разводе и употреблении земляных яблок». В наставлении было дано описание двух главнейших сортов картофеля – белого и красного. Год выхода указов Сената многие стали считать датой возникновения русского картофелеводства.

Большую роль в развитии картофелеводства в России в 18–19 вв. сыграло Вольное экономическое общество, широко пропагандировавшее культуру картофеля в своих трудах. Оно было почти единственным распространителем практических знаний о его возделывании.

По данным Б.А. Писарева [40], первая статья о картофеле в России была напечатана в 1758 г. в журнале «Сочинения и переводы к пользе и увеселению служащие», издаваемом Академией наук. В ней говорилось о выращивании картофеля в садах и на огородах Петербурга, указывались некоторые приемы его выращивания.

К популяризации и разведению картофеля в России много усилий приложил А.Т. Болотов, который уже в 1770 г. опубликовал первые «Примечания о картофеле». Позднее он опубликовал многочисленные статьи, в которых не только изложил собственный опыт выращивания нового растения, но и дал практические советы по употреблению картофеля.

В первой половине XIX в. картофель уже находит широкое применение в России. Из него стали готовить патоку, крахмал, использовать в винокурении и на корм скоту. В 1840–1843 гг. картофель настолько распространился, что стал обычным растением на всей территории России.

В Сибирь, по данным В.С. Лехновича, картофель впервые был завезен иркутским губернатором Фраундерфом в 1765 г. Оттуда он продвинулся далее на восток – в Якутск, Охотск и в 1782 г. уже выращивался на Камчатке. Основываясь на исследованиях архивных документов, В.С. Лехнович отвергает идею В.Н. Черкасова – автора книги «Об истории картофеля», вышедшей в 1953 г., – о том, что картофель в Россию был интродуцирован из Аляски, через Берингов пролив и Камчатку. С нашей точки зрения, нельзя полностью отрицать возможность интродукции картофеля на территорию Аляски и в восточные районы России из смежных территорий Северной Америки, учитывая, что ко времени первых поселений англичан (1607 г.) на восточном берегу материка (Виргиния) последним это растение было уже известно (История США. 1983 г.). Ввоз картофеля в Северную Америку, как указывалось выше, по-видимому, осуществлялся не только при переселении, но и в процессе торговли новых колоний с метрополиями и смежными государствами.

Однако никак нельзя согласиться с предложением В.Н. Черкасова искать родину дикорастущего картофеля у Берингова моря. Исследования самых авторитетных ботаников (Г. Битер, Н.И. Вавилов, С.М. Букасов, П.М. Жуковский, Д. Хокс, Д. Юджент, К. Очоа и др.) изучавших эволюцию и географию картофеля, а также наши исследования по географии картофеля свидетельствуют о том, что в указанном регионе никогда не встречались не только клубнеобразующие, но и не образующие клубней дикорастущие родичи картофеля. Ареал самого северного вида *Solanum jamesii* заходит лишь на южную, прилегающую к Мексике окраину территории США (штаты Колорадо, Нью-Мексико, Аризона и Небраска). Все многообразие дикорастущих клубненосных и не клубненосных видов картофеля сосредоточено южнее указанного района – в Мексике, в Центральной и Южной Америке.

Современный этап интродукции картофеля Формирование коллекции ВИР

Значение открытий русских ученых в области интродукции картофеля

Для решения задач по выведению сортов картофеля, сочетающих высокую продуктивность, качество, устойчивость к болезням, вредителям, неблагоприятным условиям среды и другие хозяйственно-ценные признаки, перед селекционерами страны

встала задача поиска и использования совершенно нового исходного материала. Возник вопрос: где, в каких областях надо его искать.

Ответ на этот вопрос дали теоретические исследования Н.И. Вавилова, открывшего эволюционный закон гомологических рядов в наследственной изменчивости и создавшего научную теорию о центрах происхождения культурных растений. С.М. Букасов [18] указывает: «Вавиловская теория центров происхождения гласила, что первичное разнообразие сортов находится на родине культурного картофеля, в центрах его происхождения». По мнению П.М. Жуковского [23], эта теория позволила вести плановую интродукцию растений, создать учение об исходном материале для селекции.

Территорию Южной и Центральной Америки Н.И. Вавилов отнес к Южноамериканскому и Центральноамериканскому центрам происхождения культурных растений, выделив в их пределах четыре очага: Перувиано-экваторо-боливийский, Чилоанский, Бразильско-парагвайский и Центрально-американский.

О перувиано-экваторо-боливийском очаге Н.И. Вавилов писал: «Эта территория, ничтожная по площади, выделяется поразительным скоплением культурных растительных и животных эндемиков» [12]. Среди произрастающих здесь растений на первое место Н.И. Вавилов ставит клубнеплоды, в числе которых особым видовым и сортовым разнообразием выделяется картофель.

Чилоанский очаг – родина культурного 48-хромосомного картофеля *S. tuberosum* L., особенно пригодного для условий Европы, благодаря приспособляемости к длинному световому дню.

В Бразильско-парагвайском очаге из клубнеплодов наибольшее значение имеет маниок, сюда заходят ареалы лишь некоторых дикорастущих видов картофеля (*S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. muelleri* и *S. calvescens* [8, 61, 66, 67]).

С целью сбора и изучения нового исходного материала для селекции картофеля в 1926 г. по инициативе Н.И. Вавилова была организована экспедиция С.М. Букасова в страны Центральной и Южной Америки. После сборов в Мексике и Центральной Америке, с 26 апреля по 14 июня 1926 г., участники экспедиции проводили обследование и сборы картофеля и других растений в Колумбии. За полтора месяца работы экспедиция прошла большой путь, посетив районы, где сосредоточены посевы и наибольшее сортовое разнообразие культурных картофелей страны. В их числе горные районы департаментов Антиокия, Кальдас, Толима, Кундинамарка, Бояка и Каука, охватывающие пределы от 1540 до 3100 м над ур. м. Было собрано более 160 образцов, представленных культивируемыми местными сортами. Дальнейшие сборы в Перу, Боливии и Чили проводились С.В. Юзепчуком в 1926–1928 гг. (табл. 1).

В Перу С.В. Юзепчук обследовал территории департаментов: Лима, Хуни и Куско; в Боливии – районы Тиуануко и Сората у озера Титикака, где собрал около 350 новых образцов, представленных как аборигенными сортами, так и дикорастущими видами картофеля.

Особенно богатыми оказались сборы С.В. Юзепчука в Чили, откуда было доставлено около 300 староместных сортов вида *S. tuberosum*, а также дикорастущих форм. Здесь были обследованы провинции Сантьяго, Осорно, Пуэрто-Монт, Анкуд, Темуко и другие, охватывающие как континентальную часть страны, так и остров Чилоэ.

В 1932–1933 гг. коллекция южноамериканского картофеля пополнилась сборами самого Н.И. Вавилова [14], который впервые совершил экспедицию в Эквадор, Бразилию, Аргентину, Уругвай, а затем вторично, после С.В. Юзепчука, посетил Перу, Боливию и Чили.

Уже первые результаты изучения коллекции картофеля, собранной советскими экспедициями, внесли коренные изменения в познание селекционной ценности, биологии и происхождения этой культуры. Работами С.В. Юзепчука, С.М. Букасова и В.С. Лехновича [9, 10, 31, 33, 35, 54, 56] была составлена ботаническая и эколого-географическая

классификация собранного материала, выделено 60 ранее неизвестных дикорастущих и около 20 примитивных и культурных видов картофеля.

В. А. Рыбин [46-48] цитологическим путем впервые вскрыл материальные основы наследственных отличий, лежащие в их носителях – хромосомах. Были открыты 24-, 36-, 48-, 60-, 72-хромосомные виды картофеля. Это дало ключ к селекционной работе, установило родственные взаимоотношения между видами и картину их эволюции. Впервые были изучены анатомия [49, 50, 57], фотопериодизм [21], биохимия [41, 42], генетика [1] и другие биологические и хозяйственные качества картофеля. Е.И. Ивановская [25] впервые в науке открыла новое направление в селекции картофеля с использованием гаплоидии, а Е.М. Шепелева [52] исследовала морфологию хромосом видов картофеля. Все это открыло исключительно ценные для решения новых селекционных задач качества картофеля.

Согласно С.М. Букасову [6], коллекция включала виды картофеля, устойчивые к фитофторозу, раку и вирусным болезням, к колорадскому жуку и эпидемии. Были обнаружены виды, переносящие заморозки до -8°C , при влажности 85-80% и засухе, двуурожайные, высококрахмалистые, высокобелковые и т.д. Весь этот материал таил в себе неисчерпаемые потенциальные возможности для создания новых сортов с совершенно новыми, неизвестными до сих пор признаками. Селекция картофеля перешла на трудный, но плодотворный путь межвидовой гибридизации.

Пионерами межвидовой гибридизации в нашей стране стали такие известные ученые, как Г.М. Коваленко [29], Г.Д. Нестерович [39], И.И. Пушкарев [45], Е.К. Эмме, И.А. Веселовский [15, 16], Е.М. Успенский и Н.Н. Скибневская [61], А.Я. Камераз [26, 28] и др.

Крупнейший английский ученый Р. Саламан [73] писал, что в результате работы русских ученых стало известно большое число видов картофеля, что русские доказали существование значительных различий между чилийской и андийской группами культурных картофелей и что первые очень близки

сходны с европейскими картофелями. По словам Дж. Хокса [63], экспедиции русских ученых явились началом новой эры в изучении и использовании гермоплазмы картофеля.

Наряду с экспедиционными сборами поступление нового материала в коллекцию ВИР осуществлялось также путем взаимного обмена с зарубежными странами.

В результате этой работы в 1940 г. генбанк картофеля института включал 50 дикорастущих (из которых 37 – из стран Южной и 13 из Северной Америки) и 14 аборигенных культурных видов [26]. Некоторые из них позднее были переведены в ранг синонимов или же подчинены виду таксонов. Поэтому в современном понимании коллекция картофеля того времени включала 16 дикорастущих южноамериканских видов (*S. abbotianum*, *S. acaule*, *S. arac-papa*, *S. bukasovii*, *S. catarthrum*, *S. chacoense*, *S. colombianum*, *S. commersonii*, *S. kurtzianum*, *S. leptostigma*, *S. maglia*, *S. medians*, *S. molinae*, *S. vavilovii*, *S. venezuelicum*, *S. vittmackii*) и 13 центральноамериканских (*S. ajuscoense*, *S. antipoviczii*, *S. bulbocastanum*, *S. cardiophyllum*, *S. coyocanum*, *S. demissum*, *S. fendleri*, *S. jamesii*, *S. polyadenium*, *S. sambucinum*, *S. semidemissum*, *S. vallis-mexici*, *S. verrucosum*). Южноамериканские культурные картофели были представлены видами: *S. andigenum*, *S. tuberosum*, *S. x ajanhuiri*, *S. cañareense*, *S. choclo*, *S. cuencanum*, *S. x curtilobum*, *S. goniocalyx*, *S. juzepczukii*, *S. mammiliferum*, *S. phureja*, *S. rybinii*, *S. stenotomum* и *S. tenuifilamentum*.

В годы Великой отечественной войны интродукция растений в нашу страну была временно приостановлена.

Экспедиции ВИР в страны Южной Америки в послевоенный период.

В послевоенные годы экспедиционные сборы картофеля по-прежнему оставались одним из основных методов привлечения нового исходного материала. Учитывая, что формообразовательные процессы в природе идут непрерывно, чтобы не упустить возникающие новые формы растений, Н.И. Вавилов рекомендовал экспедиции по сбору растений в одних и тех же районах повторять не реже одного раза в 10–12 лет. По мнению

Э.Т. Мещерова [37], в связи с интенсивными селекцией и хозяйственной деятельностью, способствующими быстрому вытеснению новыми сортами многих староместных, а нередко уничтожению и исчезновению целых видов растений, которые могут представлять ценность для селекции, если не сейчас, то в будущем, в настоящее время экспедиции по сбору растений нужно проводить еще чаще.

В 1955–1992 гг. в результате проведенных институтом экспедиций в страны Южной и Центральной Америки учеными ВИР было собрано в общей сложности 28419 образцов различных растений, в том числе 6461 – картофеля (табл. 3). Эффективность экспедиций в значительной степени зависит и от их продолжительности, соответствия времени их работы периоду созревания семян и клубней, квалификации, опыту участников и других факторов. Так, в 1955 г. первую кратковременную поездку в Аргентину осуществил академик П.М. Жуковский. Ее результатом явились около четырех десятков новых местных сортов картофеля доставленные в коллекцию института. В январе-апреле 1958 г. П.М. Жуковский предпринял трехмесячное путешествие в Мексику, Перу, Аргентину и Чили. В коллекцию было доставлено еще 340 образцов картофеля, представленных как аборигенными сортами тетраплоидного вида *S. andigenum*, так и дикорастущими видами (*S. vernei*, *S. acaule* и др.)

В Аргентине П.М. Жуковский посетил и обследовал горные районы провинций Тукуман, Сальта и Жужуй, особенно богатые видовым разнообразием дикорастущих картофелей, а также предгорья провинции Катамарка и лесного района Чако – родины дикорастущего вида *S. chacoense*.

В окрестностях чилийского города Вальпараисо П. М. Жуковский собрал дикорастущий картофель *S. maglia*, а на острове Чилоэ – возделываемые сорта культурного *S. tuberosum* [23].

В высокогорьях Перу, на территории столичного департамента Лима им были собраны образцы дикорастущих видов *S. neoweberbauerii* и *S. multiinterruptum*, а также десятки возделываемых местным населением сортов, принадлежащих главным образом к культурному виду *S. andigenum*.

Следующая экспедиция ВИР была организована в начале 1967 г. в Чили с участием докторов с./х. наук Г.Е. Шмараева и А.Г. Зыкина. Экспедиция обследовала все провинции к югу от Консепсьон до о-ва Чилоэ, посетив западное побережье к югу от д. Кукао, а также крайний север страны – горные районы провинции Арика на границе с Перу и Боливией (23). В результате экспедиции коллекция института пополнилась 125 новыми образцами, из которых 104 были собраны на архипелаге Чилоэ и 21 – в горных районах провинции Арика. Среди доставленного с острова Чилоэ материала В.С. Лехнович (34) выделил и описал новый для науки дикорастущий вид *S. zykini* Lechn.

В марте-апреле 1968 г. состоялась экспедиция докторов с./х.наук Т.Н. Шевчука и А.Г. Зыкина в Бразилию. Однако неподходящее время для сбора картофеля, особенно его дикорастущих форм (*S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. muellerii*, *S. calvescens*), ареалы которых занимают незначительную территорию южной и юго-западной окраин страны, не позволило собрать образцы семян или клубней. Экспедиция доставила в коллекцию ВИР несколько межсортовых гибридов, полученных в научно-исследовательском центре по селекции картофеля.

В апреле-мае 1970 г. академик РАСХН К.З. Будин и д-р с./х. наук Г.Е. Шмараев предприняли экспедицию в Перу. Ими были обследованы прибрежные (Лима, Ика) и горные (Хунин, Куско, Пуно) департаменты страны. Собрано и доставлено в коллекцию 150 образцов эндемичных дикорастущих (*S. raphaniphodium*, *S. chavinense*, *S. huancabambense*, *S. stenotomum*, *S. sogarandinum* и др.) а также многочисленные возделываемые сорта культурных видов картофеля (*S. andigenum*, *S. juzepczukii*, *S. stenotomum*, *S. ajanhuiri*).

В марте-апреле 1971 г. и в апреле-мае 1980 г. А.Г. Зыкин в составе экспедиции ВИР посетил Боливию – один из районов древней культуры картофеля. Маршрут экспедиции охватил основные картофелепроизводящие департаменты: Ла-Пас, Потоси, Чукисака, Кочабамба и Санта-Крус. На рынках и огородах мелких фермеров было закуплено и собрано

в общей сложности 350 образцов староместных культурных сортов; были установлены районы наиболее интенсивной культуры и наибольшего разнообразия староместных сортов в высокогорных районах страны. В частности, установлено, что в провинции Такакома департамента Ла-Пас (2500–3000 м над ур. м.) преобладают сорта тетраплоидного вида *S. andigenum* и диплоидного *S. phureja*, а в провинции Ингави того же департамента, к юго-востоку от озера Титикака (3700–4100 м. над ур. м.), наибольшее распространение имеют сорта видов *S. x juzepczukii*, *S. curtilobum*, *S. andigenum* и *S. ajanhuiri*; в провинции Серкадо департамента Оруро в районе Альтиплато (3600-4000 м. над ур. м.) возделывают преимущественно сорта *S. stenotomum*, а также белоклубневые и темноокрашенные формы *S. andigenum*. В провинции Фриас департамента Потоси (3200-4000 м над ур. м.) преобладают сорта *S. andigenum*. Большим разнообразием сортов этого вида отличаются также провинции Оропеса департамента Чукисака (3000 м. над. ур. м.) и провинция Арнаи департамента Кочабамба (2400–2700м. над. ур. м. [29].

Экспедиция в Эквадор под руководством академика А.В. Пухальского, состоявшаяся в 1971 г., следовала по горным и прибрежным районам от северной до южной границы страны. Маршрут экспедиции, по которому были собраны образцы картофеля, проходил через населенные пункты Кито, Каямбе, Отавело, Ибарра, затем вдоль реки Мира, Эль-Анхель, Тулпан до г. Ипиалес в Колумбии; были обследованы горные территории провинций Лоха, Куэнка, Асогес, Риобамба, Амбато и Каньяр. Экспедицией было собрано и закуплено на рынках 289 образцов картофеля, представленных преимущественно местными возделываемыми сортами, дикорастущими видами и селекционным материалом.

Среди дикорастущих видов внимания заслуживают новые образцы *S. colombianum*, собранные в природе близ г. Куэнка, а также в районе г. Нота, у границы с Перу.

С 1955 по 1992 гг. в страны Южной и Центральной Америки было осуществлено в общей сложности 25 экспедиций (табл. 2). Экспедициями с участием Л.Е. Горбатенко в Аргентину и Уругвай (1973 г.), Перу (1974 г.), Колумбию и Венесуэлу (1975, 1976 гг.). Аргентину (1982, 1983 гг.), Венесуэлу (1986, 1986 гг.), на Ямайку, Тринидад и Тобаго (1987 г.), в Колумбию (1990 г.), и Коста-Рику (1992 г.) в генофонд института было доставлено 4328 образцов картофеля, из которых 3281 представлены местными сортами полиморфного культурного тетраплоидного вида *S. andigenum*.; 640 ди-, три-, и пентаплоидными культурными видами: *S. stenotomum*, *S. rybinii*, *S. x chaucha*, *S. x gonicalyx*, *S. curtilobum* и *S. x juzepczukii*; 287 – дикорастущими видами и 110 – новыми селекционными сортами и перспективными гибридами.

Следует отметить, что наряду со сбором новых образцов культурных и дикорастущих видов картофеля, экспедиционные обследования территорий вышеназванных стран позволили выявить очаги исчезновения отдельных видов в результате деятельности человека. Примером может служить устье реки Ла-Плата, где многие установленные ранее места произрастания видов *S. commersonii* и *S. chacoense* в настоящее время заняты новыми кварталами города Буэнос-Айрес в Аргентине или интенсивно обрабатываемыми полями на территории Уругвая (левый берег Ла-Платы); здесь не удалось обнаружить растения названных видов, если не считать одного образца, встреченного на территории ботанического сада аргентинской столицы; в результате строительства крупной ирригационной системы на р. Ольмос в северной части Перу водой залиты значительные территории, на которых произрастали дикорастущие виды картофеля *S. olmosense*, *S. hymetophyllum*, *S. regularifolium* и др. На юге Перу, в департаменте Арекипа, по той же причине под водой р. Чили оказалась большая территория, на которую заходили ареалы *S. sandemanii* и *S. cañasense*; в Боливии значительная часть районов произрастания высокогорных видов *S. sparsipilum*, *S. acaule*, *S. articolum* занята стремительно разрастающимися кварталами столицы Ла-Пас; ареал *S. tarijense* сокращается в связи со строительством дорог и новостроек г. Тариха; встречающиеся в посевах в качестве сорняков растения *S. brevicaulis*, *S. capsibaccatum*, *S. berthaultii* уничтожаются в процессе обработки

полей, также, как и растения дикорастущих видов *S. flahaultii* и *S. colombianum* на территории колумбийских департаментов Кундинамарка и Бояка.

Приведенные примеры влияния деятельности человека на исчезновение видов картофеля, равно как и других полезных растений, требуют принятия неотложных мер по их сбору и сохранению для будущих поколений.

Из вышесказанного следует, что экспедиционные сборы, а также привлечение новых образцов путем выписки, в порядке взаимного обмена с зарубежными странами, за последние 20 лет позволили значительно пополнить коллекцию новым исходным материалом, включающим не только отсутствующие ранее сорта, но и новые дикорастущие виды. В их числе новые источники устойчивости к нематодам (*S. incamayoense*, *S. okadae* и др.), тлям, колорадскому жуку и другим насекомым (*S. blanco-galdosii*, *S. hoopesii*, *S. neocardenasii*, *S. neorosii*, *S. hondelamni*), вирусам (*S. okadae*), засухе (*S. contumazaense*), вертициллезному увяданию (*S. limbaniense*) и др.

В табл. 3 представлена динамика интродукции картофеля в нашу страну из различных регионов мира за период с 1925 по 1992 гг. Наибольшее число образцов поступило из стран Южной Америки – центра происхождения и наибольшего видового и сортового разнообразия картофеля.

Среди поступлений южноамериканских стран первое место занимают образцы из Перу – эпицентра ботанического и генетического разнообразия картофеля. Здесь сосредоточены более 50% известных на сегодня дикорастущих и культурных видов; на втором месте Колумбия, затем идут Аргентина, Боливия, Эквадор, Мексика, Чили, Венесуэла и другие страны.

Всего за все время существования коллекции с 1925 по 2005 гг. в генофонд ВИР было привлечено около 20 тыс. образцов картофеля. Однако в результате гибели в годы Великой отечественной войны значительной части поступившего материала, а также постоянного процесса вырождения клубней, потери способности к репродукции семян из-за недостаточных условий для развития и др. в настоящее время в коллекции института содержится около 9000 образцов, представленных 172 видами. В их числе 162 дикорастущих и 10 культурных.

К сожалению, с 1992 г. ВИР не имел возможности больше организовать ни одной зарубежной экспедиции по сбору образцов картофеля в силу ряда объективных причин. Во-первых, Министерство сельского хозяйства прекратило финансирование подобных экспедиций. Во-вторых, большинство южноамериканских стран не подписали конвенцию по биоразнообразию, а также приняли закон, запрещающий экспедиции зарубежных стран по сбору образцов и их вывозу из страны. Поэтому, по всей вероятности, дальнейшее пополнение коллекции будет происходить в основном за счет международного обмена образцами.

Мировая коллекция позволяет решать всевозможные проблемы современной селекции картофеля – качества клубня, скороспелости, устойчивости к ряду весьма вредоносных грибных, вирусных и бактериальных заболеваний, а также к климатическим стрессам. Кроме того, поддерживаемая в ВИРе коллекция позволяет изучать все глубже сложнейшие вопросы систематики, истории, географии и эволюции видов секции *Petota*.

Таблица 1. Интродукция картофеля экспедициями ВИР в довоенный период

Год	Страна	Число доставленных образцов	Участники
1926-1927	Мексика	120	С.М. Букасов
	Гватемала	60	С.В. Юзепчук
1926-1927	Колумбия	166	С.М. Букасов
1926-1927	Перу	208	С.В. Юзепчук
	Боливия	162	- // -
	Чили	296	- // -
	Аргентина	3	- // -
1932-1933	Венесуэла	3	Н.И. Вавилов
	Эквадор	57	- // -
	Перу	19	- // -
	Боливия	4	- // -
	Аргентина	33	- // -
	Бразилия	8	- // -
	Уругвай	9	- // -
	Всего	1138	

Таблица 2. Экспедиции ВИР в послевоенный период в страны Южной и Центральной Америки, в которых были сборы образцов картофеля

Год	Страна	Число собранных образцов	в т.ч. картофеля	Участники
1955	Аргентина	376	38	П.М. Жуковский
1958	Аргентина, Перу, Чили	1214	340	П.М. Жуковский
1967	Чили	1617	179	Г.Е. Шмараев, А.Г. Зыкин
1968	Мексика	1793	130	К.З. Будин, Ю.В. Воробьева, Е.В. Глинка, С.Н. Ильичева
1968	Бразилия	424	143	Т.Н. Шевчук, А.Г. Зыкин
1970	Перу	1327	142	К.З. Будин, Г.Е. Шмараев
1971	Боливия, Перу	2037	185	А.В. Пухальский, А.Г. Зыкин
1971	Эквадор	1249	289	А.В. Пухальский, Н.К. Лемешев
1973	Аргентина, Уругвай	1377	254	Г.Е. Шмараев, Р.А. Удачин, Л.Е. Горбатенко
1974	Перу	4923	2650	Н.К. Лемешев, Л.Е. Горбатенко, Ю.В. Воробьева
1975	Колумбия, Венесуэла	2030	908	Г.Е. Шмараев, Горбатенко, Ю.В. Воробьева
1978	Ямайка, Тринидад и Тобаго	1402	20	В.Л. Витковский, Л.Е. Горбатенко
1979	Перу	1241	157	А.Ф. Мережко, Н.П. Складорова, Г.А. Теханович
1980	Колумбия	1055	200	Я.С. Нестеров, В.А. Кошкин, О.И. Тихонов
1980	Боливия	646	185	А.Г. Зыкин, В.А. Литвиненко, В.Н. Титаев
1982-1983	Аргентина	1060	20	В.Л. Витковский, Л.Е. Горбатенко
1984	Бразилия	645	12	Н.К. Лемешев
1986-1987	Венесуэла	640	78	Л.Е. Горбатенко, В.П. Горбунов
1987	Бразилия	135	8	В.И. Пыженков, В.А. Кошкин, Б.С. Курлович
1988	Боливия	920	304	Л.Е. Горбатенко, В.А. Атланов
1988	Перу	519	10	Н.К. Лемешев, Н.А. Житлова
1989	Эквадор	903	84	Б.С. Курлович, Н.М. Власов
1990	Колумбия	1016	224	Л.Е. Горбатенко, Л.А. Бурмистров
1992	Коста-Рика	410	26	Л.Е. Горбатенко, Н.К. Лемешев
	Всего	28419	6461	

Таблица 4. Число видов картофеля, произрастающих в странах Южной и Центральной Америки, представленных в коллекции ВИР (2005 г.)

Страна	Число видов				Процент интродукции
	произрастающих в странах Южной и Центральной Америки		представленных в коллекции ВИР		
	диких	культурных	диких	культурных	
Венесуэла	7	2	3	2	56
Колумбия	15	3	11	2	74
Эквадор	17	2	6	2	50
Перу	115	11	81	10	72
Боливия	49	9	44	9	90
Аргентина	41	2	37	2	90
Бразилия	4	-	2	-	50
Парагвай	2	-	2	-	100
Уругвай	2	-	2	-	100
Чили	8	1	6	1	88
Мексика	33	-	10	-	30
Гватемала	5	-	-	-	-
Коста-Рика	2	-	-	-	-
Никарагуа	1	-	-	-	-
Панама	2	-	-	-	-

ЛИТЕРАТУРА

1. Асеева Т.В. К генетике картофеля // Из работ Кореневского отделения Московской обл. с/х опытн. ст. М., 1926., Вып.16. С.1–62
2. Бавыко Н.Ф. Культурные виды картофеля Южной Америки, их ареал и ценность для селекции // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л. 1987. Т. 73. Вып.2. С.91–96.
3. Букасов С.М. Достижения науки о картофеле (новейшие данные мировой литературы). // Ж. Семеноводство. 1932. № 19-20. С.26–29.
4. Букасов С.М. Картофели Южной Америки и их селекционное использование. Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1933. (Прил. 58). С. 151.
5. Букасов С.М. Революция в селекции картофеля. Л. 1933. С.42.
6. Букасов С.М. Селекция картофеля // Теорет. основы селекции растений. М.;Л. 1937. Т.3. С.3–67.
7. Букасов С.М. Новый вид картофеля из Уругвая *Solanum boergerii* Buk. // Докл. АН СССР. М. 1938. Т 20., № 2-3. С. 177–179.
8. Букасов С.М. Места естественного распространения диких видов картофеля, используемых в качестве исходного материала для селекции // Труды по прикл. бот. ген. и сел. 1963. Т. 33. Вып. 2 С.172–182.
9. Букасов С.М. Систематика видов картофеля секции *Tuberarium* (Dun.) Buk. рода *Solanum* L. труды по прикл. бот., ген. и сел. Т. 46. Вып. 1., Л. 1971.
10. Букасов С.М., А.Я. Камераз. Основы селекции картофеля. М.; Л.; Сельхозгиз. 1959. С. 528.

11. Букасов С.М., Камераз А.Я. Селекция и семеноводство картофеля. М.Л.: Колос, 1972. С. 360.
12. Вавилов Н.И. Пять континентов: (повесть о путешествиях в поисках новых растений). М.: Географиз, 1962. С. 255.
13. Вавилов Н.И. Научное наследие. Из эпистолярного наследия 1911–1928 гг. М.1980.
14. Вавилов Н.И. Теорет. основы селекции растений. М. 1987. Т. 1. С. 511.
15. Веселовский И.А. Опыт селекции картофеля// Записки Ленинградского плодовоовощного института. 1939. Вып. 4. С. 65–149.
16. Веселовский И.А. Межвидовая гибридизация в селекции картофеля.//Труды ЛСХИ. 1976. № 346. С. 44–46.
17. Веселовский И.А., Сокус С.А. Кариологическое изучение дикого вида картофеля *S. chacoense* // Докл. ВАСХНИЛ. 1976. № 3. С. 20–22.
18. Гершензон М.А. Земляное яблоко //История картофеля. М., Л., 1944. С. 580.
19. Головкин Б.Н. О чем говорят названия растений. М. Агропромиздат, 1986. С. 59–61.
20. Долинин А.А. Чили. М. Географгиз. 1952. С. 288 (Предисл и послесл. А.В. Волкова)
21. Дорошенко А.В., Разумов В.И. Фотопериодизм некоторых культурных форм в связи с их географическим происхождением.// Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1929. Т. XVII, вып.1. С. 167–220.
22. Жуковский П.М. По Центрам происхождения культурных растений.// Бот. журнал. № 2. С. 262-272.
23. Зыкин А.Г. Чили – генцентр картофеля. Вести с.х. науки. 1970. № 30. С. 124–125. 24. Зыкин А.Г. Растениеводство Боливии.// Труды по прикл. бот., ген. и сел. Т.49, вып.1, 289–294
25. Ивановская. Е.В. Цитологический анализ гибридов диплоидных видов картофеля с тетраплоидами.//Изв. АН СССР. Сер. Биол. 1941. №1. С.21–31.
26. Камераз А.Я. Дикие картофели как исходный материала для селекции.// Вестн. соц. растениеводства. 1940. № 4 С.13–30.
27. Камераз А.Я. Использование форм *S. andigenum* в селекции картофеля. //Вестн. Соц. растениеводства. 1940. № 5. С.12–25.
28. Камераз А.Я. Дикие чилийские виды (*S. leptostigma* Juz., *S. molinae* Juz) в селекции картофеля.// Вестн. соц. растениеводства. 1941. №1. С. 10–15.
29. Коваленко Г.М. Холодостойкие виды картофеля.// Вестн. соц. растениеводства. 1932 № 3. С.24–31.
30. Лебедев А.А. Селекция картофеля на устойчивость к ризоктонии (*Rhizoctonia solani* Kuhn // записки. ЛСХИ. 1968. Т. 124. Вып. 2 С. 16–24.
31. Лехнович. В.С. Новые формы андийского картофеля Центрального Перу.// Вестн. Соц. растениеводства. 1940. № 5. С. 186–187.
32. Лехнович В.С. К истории культуры картофеля в России.// Материалы по истории земледелия. М.,Л., 1956. Сб. 2. С. 258–400.
33. Лехнович В.С. Картофель // Культурная флора СССР. Л., 1971. Т.9 С. 41-304.
34. Лехнович В.С. Новые виды картофеля с тихоокеанских прибрежных островов Южной Америки // Тр. по прикл. бот., ген. и сел.. 1978. Т. 62. Вып. 1. С.36-54 С. 71–74.
35. Лехнович В.С. Определитель клубненосных диких видов, известных в живом состоянии // Теор. основы сел. Растений. Л. 1979. Т.3 С. 71–74.
36. Лорх А.Г. История картофеля // Картофель М., 1937. С.15–17.
37. Мецеров Э.Т. Осуществление идей Н.И. Вавилова в работе ВИР по интродукции растений // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1980. Т. 68. Вып. 3. С. 139–144.
38. Морозова Е.В. Картофель (*S. andigenum* Juz. et Buk.) Л.,1981. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 311). С. 3–80.
39. Нестерович Г.Д. Межвидовая гибридизация картофеля. Л., 1937. С. 27.
40. Писарев Б.А. Книга о картофеле. М.: Московский рабочий. 1977. С. 232.
41. Прокошев С.М. Биохимия картофеля М. Л. Изд-во АН СССР, 1947. С. 225.

42. Прокошев С.М., Маттисон Н.Л. Биохимическая характеристика новых видов картофеля // Вестн. соц. раст.-ва. 1940. № 4. С. 61-73.
43. Пугачев И.И. Выведение двуурожайных сортов картофеля в Узбекистане // Труды Среднеазиатской оп.ст. ВИР. Ташкент, 1978. Вып. 4. С. 51-73.
44. Пугачев И.И., Калягин Ю.П. Подбор образцов для скрещивания при выведении двуурожайных гибридов картофеля // Мировые раст. ресурсы в Средней Азии. 1982 Вып 9. С. 119-123.
45. Пушкарев И.И. Селекция картофеля.// Картофель, М. 1937. С. 167-221.
46. Рыбин В.А. Кариологический анализ некоторых диких и туземных культурных картофелей Америки // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1920, Т. XX. С.655-720.
47. Рыбин В.А. Результаты цитологического исследования южноамериканских культурных и диких картофелей и их значение для селекции // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1932, Том.2. Сер. II С.3-100.
48. Рыбин В.А. Цитологические исследования южноамериканских культурных и диких картофелей и их значение для селекции.//Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1933. Т.2.С.3-100.
49. Сизова М.А. Разнокачественность тканей у клубней картофеля и ее значение для селекции: Автореферат. Л. ВИР, 1949.
50. Сизова М.А. Краткие результаты работ лаборатории цитологии растений.// Сб. трудов Пушкинских лабораторий ВИР Л. 1949. С. 49-50.
51. Успенский Е.М., Скибневская Н.Н. О некоторых методах селекции картофеля. //Селекция и семеноводство. М., 1953. № 5, С.41-45.
52. Шепелева Е.М. Морфология хромосом некоторых видов картофеля. //Докл. АН СССР., 1937. Т.15, вып.4. С.207-209.
53. Шинкарев В.И., Комаров В.И., Морозова Е.В. Перечень образцов мировой коллекции. Картофель (химико-биологические и столово-технологические свойства образцов *Solanum andigenum* Juz. et. Buk.) Л., 1987. С.117.
54. Юзепчук С.В. О южноамериканской экспедиции Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур.// Изв. Гос. Института опытной агрономии. 1928. 6 (5-6) С. 176-177.
55. Юзепчук С.В. Новые виды рода *Solanum* из группы *Tuberarium* Dun.// Изв. АН СССР. Сер. биол. 1937. № 2 С.295.
56. Юзепчук С.В., Букасов С.М. К вопросу о происхождении картофеля. // Труды Всесоюзн. Съезда по ген. сел. и плем. животноводству. Л. 1929. Т.3. С. 593-611.
57. Ягер Ф.Г., Насонов В.А. Анатомические особенности стеблей и листьев холодостойких видов картофеля.// Соц. растениеводство, 1933. № 7. С. 107-116.
58. Cevallos T.W. Clasification de la papa de Bolivia. Dir. Jen. De Estadistica y Estudios Geograficos. La Pas, 1914. 10 (88). P. 124-137.
59. Contreras A.M. Germoplasma chileno de papas (*Solanum* sp.) // Anales simposio Recursos Fititecnicos. Valdivia, 1984. UACH -IBPGR, 1987. P. 43-75.
60. Correll D. The potato and its wild relatives. // Texas research Foundation. Renner. Texas, 1962. P.606.
61. Dale M., Phillips M. The effect of the Hi-gene in potatoes, conferring resistance to *Globodera rostochiensis*, and resistance to *G. pallida* derived from *Solanum vernei* and *S. tuberosum* ssp. *andigena*. //Potato Res. 1984. 27, 4. P.427-430.
62. Dodds K.S. The evolution of cultivated potato // Rep. from Endeavour. 1966. V. XXV, № 95. P. 274.
- 62a. Graf G. Die Welt-Kartoffelernte 1982.// Kartoffelbau. 1983. 34, 9. S. 330-331.
63. Hawkes J.G. International collaboration in potato collecting expeditions.// Genetica Agraria. 1963. V 17, № 1/4. P. 451-455.
64. Hawkes J.G. Evolution of the cultivated potato *S. tuberosum* L.// Symp. Biol. Hung. 1972. № 12. P. 183-188.

65. *Hawkes J.G.* History of the potato. // The potato crop: the scientific basis for improvement. Chapman and Hall. London, 1978. Chapter 1. P. 1–14.
66. *Hawkes J.G.* The potato. Evolution, Biodiversity and Genetic resources. London. 1990 P.259.
67. *Hawkes J.G., Hjerting J.P.* The Potatoes of Argentina, Brasil, Paraguay and Uruguay. Oxford, 1969. P. 525.
68. Inventory of tuber-bearing *Solanum* species // Bulletin. USA, 1986. № 533 P. 216.
69. Inventory of Potato International Center. 1987. P. 220.
70. *Ochoa C.* Un Nuevo taxon y sinonimia de algunas especies tuberiferos peruanas de “*Solanum*” // Darwiniana. 1972. V.VII, № 3-4. P. 143-146.
71. *Patron P.* La papa en el Peru. // Bol.De la soc. Geogr. De Lima. 1914. T.XI. P. 7–10.
72. *Salaman R.N.* The potato in its early home and its introduction into Europe. // Roy. Hort. Soc.J. 1937, 62. P. 61, 62, 112, 153, 253.
73. *Salaman R.N.* The character of the early European potato // Proc. Linn. Soc. London. 1949. 161. P. 71–84/
74. *Sholk J.* et al. Progress report: resistance o the Colorado potato beetle and potato hopper in *Solanum tuberosum*, subsp. *andigena* // Am Potato J. 1975. 52, 6. P.175–178/
75. *Wight W.F.* Origin. Introduction and primitive culture of the potato // Bull. Pl. Industry. U.S. Dept. Of Agric. 1916.

УДК 635.21:582

ВОПРОСЫ СИСТЕМАТИКИ КАРТОФЕЛЯ

АУТЕНТИЧНЫЕ ГЕРБАРНЫЕ ОБРАЗЦЫ КУЛЬТУРНЫХ И БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ ДИКИХ ВИДОВ КАРТОФЕЛЯ (СЕРИИ *TUBEROSA* (RYDB.) HAWKES), ХРАНЯЩИЕСЯ В ГЕРБАРИИ ВИР (WIR)

к.б.н. **Т.Н. Смекалова**, к.б.н. **И.Г. Чухина**, **А.Б. Смирнова**, **Е.А. Крылова**,

д.б.н. **Т.А. Гавриленко**

ГНУ ГНЦ РФ ВИР

Важнейшей составной частью каждой гербарной коллекции является типовой (аутентичный) гербарный материал. Ценность фондов гербарных коллекций в целом в значительной степени определяется наличием такого поистине «золотого фонда» гербария. Для большинства гербариев число типовых образцов точно неизвестно, т.к. выделение аутентиков и отдельное их хранение стало правилом только в последние десятилетия [17]. Часто в относительно крупных (национальных и региональных) гербариях хорошо представлен типовой материал сравнительно недавно описанных таксонов [1]. Выявление же описанных ранее типов таксонов - дело трудоемкое и весьма непростое [17].

Типовой гербарный образец – это правильно высушенный и этикетированный нормально развитый экземпляр растения, на котором представлены органы и части растения, описанные в латинском диагнозе выделяемого таксона. Выделение типа, оформление типового гербарного листа и сдача его на вечное хранение в гербарий являются, после 1 января 1958 года, обязательными условиями законного обнародования нового таксона (Международный Кодекс Ботанической Номенклатуры, статья 37).

Любой гербарный образец, собранный однажды и снабженный правильно составленной научной этикеткой, становится исходным материалом для многих исследований в области систематики растений, географии, экологии, анатомии, селекции и других отраслей ботаники. Учитывая неустаревающую информативность гербарного листа, на протяжении всей истории существования гербариев ученые стремились ссылаться на

гербарные образцы в своих публикациях, начиная от цитирования гербарных этикеток до использования точных рисованных копий и фотографий растений с гербарного листа.

В настоящее время в гербарии ВНИИР им. Н.И. Вавилова (ВИР, WIR), хранящем более 318 000 гербарных листов культурных растений и их диких родичей из различных регионов земного шара, в отдельный фонд выделено 443 типовых гербарных образца таксонов различного ранга, от рода до формы, из 18 семейств и 42 родов. Данные номенклатурные типы относятся, в основном, к таксонам внутривидового ранга, что объясняется спецификой исследований, проводимых в ВИРе, сосредоточенных на изучении внутривидового полиморфизма политипных видов с целью выделения перспективных для селекции форм. Наибольшее число типовых образцов соответствует таксонам ранга разновидности (249), подвида (57), немало типовых экземпляров видового ранга. В гербарии ВИР хранятся аутентичные образцы таксонов, описанных выдающимися российскими учеными, такими как Р.Э. Регель, Н.И. Вавилов, П.М. Жуковский, С.В. Юзепчук, Е.Н. Синская и другие. Кроме того, в составе гербарной коллекции хранится большое число аутентичных образцов А.И. Мордвинкиной, С.М. Букасова, А.И. Мальцева и других авторов, требующие дальнейшей работы с ними с целью выделения типов таксонов, описанных данным авторами.

Выделение типовых образцов гербарных листов возможно только после кропотливой совместной работы сотрудников гербария с монографами того или иного рода, что объясняется, главным образом, различными подходами к пониманию вида как основной биологической и таксономической единицы.

Н.И. Вавилов [10] отмечал, что «изучение в культуре на большом числе образцов неизбежно вскрывает полиморфную природу видов» и понимал вид как систему, «дифференцированную на географические и экологические типы и состоящую иногда из огромного числа разновидностей». Таксономическими единицами, фиксирующими эти внутривидовые изменения, являются внутривидовые таксоны различного ранга.

Систематики, работающие с дикорастущими растениями, были сторонниками «мелкого вида», что объяснялось как теоретическими соображениями (вид – географическая раса), так и «удобствами» инвентаризации огромного числа видов на территории СССР при написании многотомного труда «Флора СССР».

Различия в понимании объема и критериев вида привели в 30-50-е годы XX века к обширной дискуссии и даже борьбе сторонников политипической («вид – система») [9] и монотипической («вид-географическая раса») [12] концепции вида. Интересно, что В.Л. Комаров [12], будучи сторонником «мелких» видов, тем не менее, отмечал: «Там, где мы признаем много мелких видов, легко теряются границы родства, и изложение, построенное на безоговорочной самостоятельности мелких видов, теряет эволюционный, филогенетический характер. Однако, в настоящее время поступиться мелкими видами нельзя, и надо найти другой метод обозначения общности происхождения». Пытаясь установить истоки разногласий, А.Л. Тахтаджян [18] отмечает, что работы по «дифференциальной систематике», как ее называл Н.И. Вавилов, «касались преимущественно культурных растений и, отчасти, - их сородичей».

Действительно, виды культурных растений (культурные виды) – особые образования. Имея общее происхождение с ближайшими родичами – дикими видами, они, с одной стороны, связаны с ними в единую систему, а с другой стороны, развиваясь под действием целенаправленного искусственного отбора, более или менее существенно от них отличаются по комплексу морфологических и биологических признаков.

Данная дискуссия не исчерпала себя и сегодня, и мы можем проследить сторонников и той, и другой концепций как в отечественной, так и в зарубежной ботанике. При этом многие исследователи придерживаются «компромиссной» точки зрения, признавая существование как сложных, политипных видов, состоящих из системы соподчиненных внутривидовых таксонов, так и монотипных видов, обладающих комплексом

морфологических признаков, который отличает совокупность особей данного вида от близких видов и имеет, по В.Л. Комарову [11], четкую «географическую определенность».

Ярким примером различных, порой взаимоисключающих, подходов к пониманию вида является совокупность видов в составе рода *Solanum* L., называемых картофелем.

В настоящее время существует несколько систем видов картофеля – С.М. Букасова [3, 5, 7, 8], Дж. Хокса [21, 22], Д. Спунера [24].

Отечественные монографы, в первую очередь С.В. Юзепчук и С.М. Букасов [4, 7, 19, 20], все клубнеобразующие виды картофеля объединяют в секцию *Tuberarium* (Dun.) Buk., в пределах которой выделяют 25 подсекций. Необходимо отметить, что эти авторы впервые описали разнообразие культурных видов картофеля [19]. Материалом для их исследований послужили сборы гербария и клубней, осуществленные во время экспедиций в 20-е годы в страны Центральной и Южной Америки. Позднее С.М. Букасов выделил 17 культурных видов картофеля [8].

В.С. Лехнович [15], имевший возможность в течение десятилетий изучать коллекцию картофеля, созданную во ВНИИР им. Н.И. Вавилова (клубни, семена, гербарий), развивает точку зрения предшественников и еще более детально разрабатывает внутривидовую систему культурных видов картофеля. Наиболее подробно им разработана внутривидовая система для культурного вида *S. andigenum* Juz. et Buk. – в ее составе автор выделяет 10 подвидов, которые подразделяются им на группы разновидностей, разновидности или формы и клоны.

В объединяющую все видовое разнообразие картофеля систему секции *Petota* Dun. рода *Solanum* L., разработанную Дж. Хоксом [21-23], включены две подсекции - *Estolonifera* Hawkes и *Potatoe* G. Don. В пределах первой Дж. Хокс выделяет две серии не клубнеобразующих видов – *Etuberosa* Juz., *Juglandifolia* (Rydb.) Hawkes. Виды остальных 19 серий секции *Potatoe* способны к образованию клубней. Дж. Хокс различает 7 культурных видов картофеля, которые относит к одной серии – *Tuberosa* cult. [21-23].

Американский систематик Д. Спунер [24] объединяет все видовое разнообразие культурных видов картофеля в единственный вид *S. tuberosum*, состоящий из 8 групп культиваров (*Andigenum* Group, *Chaucha* Group, *Phureja* Group, *Stenotomum* Group, *Chilotanum* Group, *Juzepczukii* Group, *Curtilobum* Group, *Ajanhuiri* Group), но не придает данным группам ранга *convarietas*.

Подавляющее большинство выделенных таксонов снабжены опубликованными в различных изданиях первоописаниями (протологами) и аутентичными гербарными листами, хранящимися в различных гербарных коллекциях мира, в том числе в гербариях ВИРа (WIR) и БИН им. В.Л. Комарова (LE).

В частности, в гербарии типов WIR хранятся выделенные ранее О.Н. Коровиной [13] 27 гербарных листов С.В. Юзепчука, С.М. Букасова и В.С. Лехновича (по системе Букасова виды из подсекции *Andigenum* Buk. серии *Andigena* – 24 листа, из подсекции *Subacaule* Buk. серии *Subacaulia* – 1 лист, из подсекции *Pacificum* Buk. серии *Tuberosa* (Rydb.) Buk. – 2 листа).

В результате работы с выделенным типовым материалом из коллекции WIR нами дополнительно было выявлено 33 аутентичных листа. По системе Букасова [8] они относятся к следующим подсекциям:

- *Andigenum* Buk. серии *Andigena* - 22 гербарных листа для следующих таксонов: *S. ajanhuiri* Juz. et Buk., *S. ajanhuiri* var. *jancko* Lechn., *S. ajanhuiri* var. *azul* Lechn., *S. andigenum* Juz. et Buk., *S. boyacense* Juz. et Buk., *S. canarense* Buk., *S. chocclo* Buk., *S. ciezae* Buk. et Lechn., *S. cuencanum* Buk., *S. erlansonii* Buk., *S. goniocalyx* Juz. et Buk., *S. goniocalyx* var. *runtu papa* Lechn., *S. goniocalyx* var. *papa amarilla* Lechn., *S. kesselbrenneri* Juz. et Buk., *S. macmillanii* Buk., *S. mamilliferum* Juz. et Buk., *S. riobambense* Juz. et Buk., *S. rybinii* Juz. et Buk., *S. stenotomum* Juz. et Buk.;

- *Subacaule* Buk. серии *Subacaulia* – 3 листа: *S. curtilobum* f. *choque pitu* Lechn., *S. juzepczukii* f. *orcco malco* Lechn., *S. juzepczukii* f. *ccaisalla* Lechn.;

- *Andinum* серии *Transequatorialia* Buk. – 4 листа: *S. abbotianum* Juz., *S. aracc-papa* Juz., *S. catarthrum* Juz., *S. macolae* Buk;
- *Pacificum* Buk. серии *Tuberosa* (Rydb.) Buk. – 2 листа: *S. molinae* Juz., *S. zykinii* Lechn.
- *Vavilovianum* Buk. серии *Vaviloviana* – 1 лист: *S. vavilovii* Juz. et Buk;
- *Acaule* Buk. серии *Acaulia* Juz. – 1 лист: *S. schreiteri* Buk..

Для большинства листов категория типов ясна. Но для некоторых гербарных листов необходимо уточнение категории типа, для чего необходимо провести работу по сверке морфологических признаков, описанных в протологах и наблюдаемых на типовых гербарных листах, а также другой информации. Для некоторых таксонов типовые гербарные листы не найдены. Существует вероятность, что они не выделены из рабочего гербария.

Обнаружены спорные моменты в типификации таксонов. Так, не ясна категория типа *S. rybinii* Juz. et Buk. Рукой Букасова гербарный лист с экспедиционным номером 46 (WIR) назначен быть типом вида. Однако этот гербарный лист изготовлен спустя 5 лет после описания и обнаружения вида [19], а этикетка ясно указывает на то, что данное растение было выращено из клубней. Категория изотип, помеченная на рубашке гербарного листа, по всей вероятности, не правомочна. Для подобных образцов О.Н. Коровина [14] предлагала ввести категорию меротип, что более корректно для подобных ситуаций. Однако международный кодекс ботанической номенклатуры не предусматривает данной категории типа. Следовательно, вопрос с категорией типа для данного вида пока остается открытым.

Остается нерешенным также вопрос с категорией типа у *S. mamilliferum* Juz. et Buk. В первоописании С.В. Юзепчук и С.М. Букасов [19] предлагают несколько образцов, которые могут быть типами вида, однако типового листа не выделяют. При этом в коллекции WIR имеется авторский лист, экспедиционный номер которого соответствует одному из номеров, указанных в первоописании (категория типа не назначена). После окончания работы с аутентичным материалом данный гербарный лист может быть назначен нами лектотипом. Однако пока не завершена работа со всем имеющимся в нашем распоряжении материалом по видам исследуемой секции, назначение типа данного вида преждевременно.

Также нами было выявлено 8 аутентичных гербарных листов, статус типа для которых авторами таксонов не был определен. Для 5 видов (*S. canarense* Juz. et Buk., *S. chocclo* Buk. et Lechn., *S. cuencanum* Juz. et Buk., *S. kesselbrenneri* Juz. et Buk.) обнаружены первоописания (протологи) на русском языке, включающие таксономически значимые морфологические признаки видов [3]. Для 2-х видов (*S. erlansonii* Buk. et Lechn. и *S. macmillanii* Buk. et Lechn.) найдена публикация С.М. Букасова [2] с упоминанием названий этих видов. Для 2-х видов (*S. ciezae* Buk. et Lechn., *S. riobambense* Juz. et Buk.) на данном этапе работы не обнаружено описаний, сделанных авторами видов. Однако позже В.С. Лехнович [15] делает обработку видов картофеля для «Культурной флоры» и включает все указанные виды в представленную там систему. Он приводит описания на русском языке для всех указанных 8 видов, которые заканчивает ссылками на типовой материал, не обозначая эту ссылку «Турис». Следовательно, данный аутентичный материал, относящийся к 8 обнаруженным видам, можно отнести к категории голотипов.

Таким образом, в гербарии ВИР хранится обширная коллекция аутентичных материалов отечественных монографов картофеля. Часть гербарных материалов С.М. Букасова и В.С. Лехновича еще не выделена из фондов и не изучена детально. Для некоторых листов пока не определена категория типа.

Дальнейшее тщательное изучение типового гербария и протологов, а также материалов живой коллекции ВИР, позволит устранить запутанные моменты в систематике картофеля и поможет разработать единую филогенетическую систему культурных и близкородственных видов картофеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бридсон Д., Форман Л. Гербарное дело. 1995. 328 с.
2. Букасов С.М. Важнейшие достижения селекции картофеля // Социал. растений. 1936. № 19. С. 83-85
3. Букасов С.М. Селекция картофеля // Теор. основы сел. раст. (под общей редакцией акад. Н.И.Вавилова). 1937. Т.3. С. 3-75
4. Букасов С.М. Межвидовая гибридизация картофеля // Изв. Акад. Наук СССР. 1938. Т.13. С. 711-732.
5. Букасов С.М. Система видов картофеля // Пробл. бот. 1955. Вып. II. С. 317-326.
6. Букасов С.М., Камераз А.Я. Основы селекции картофеля. Л. 1959. 528 с.
7. Букасов С.М. Систематика видов картофеля секции *Tuberarium* (Dun.) Buk. рода *Solanum* L. // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1971. Т.46. С. 3-44.
8. Букасов С.М. Принципы систематики картофеля // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1978. Т.62. С. 3-35.
9. Вавилов Н.И. Линнеевский вид как система. М., Л. Сельхозгиз. 1931. 32 с.
10. Вавилов Н.И. Новая систематика культурных растений. // Избр. труды Т.2, М., Л. Изд-во «Наука». 1965.
11. Комаров В.Л. Флора полуострова Камчатки. М.-Л. 1927
12. Комаров В.Л. Учение о виде у растений. М.-Л. 1944
13. Коровина О.Н., Белозор Н.И., Черноморская Н.М. Каталог типов таксонов растений, хранящихся в гербарии ВИР. Л. Часть 2. 1985. С. 16-19.
14. Коровина О.Н. Методические указания к систематике растений. Изд-во ВИР. Л. 1986. 212 с.
15. Лехнович В.С. Культурная флора. Картофель. Л. 1971. С. 41-304.
16. Синская Е.Н. Виды и их структурные части на различных уровнях органического мира // Бюллетень ВИР. № 91. Л. 1979. С. 7-24.
17. Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. М. 1977. 199 с.
18. Тахтаджян А.Л. Корреляции между онтогенезом и филогенезом у высших растений (этюды эволюционной биологии). // Советская ботаника. Л. 1946. Т. 14. № 1. С. 59-61.
19. Юзепчук С.В., Букасов С.М. К вопросу о происхождении картофеля // Труды Всес. Съезда по ген., сел. и семен. 1929. Т.3. С. 593-611.
20. Юзепчук С.В. Новые виды рода *Solanum* из группы *Tuberarium* Dun. // Изв. Акад. Наук СССР. 1937. Т.2. С. 295-331.
21. Hawkes J.G. A revision of tuber-bearing *Solanums* (second edition). Scot. Pl. Breed. Sta. Rec. 1963. 181 p.
22. Hawkes J.G. The potato. Evolution, biodiversity, genetic resources. Belhaven Press. London. 1990. 259 p.
23. Hawkes J.G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. Ex Potato Genetics CAB International. 1994. P. 3-42.
24. Huaman Z., Spooner D.M. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*) // Amer. J. Bot. 2002. V.89. P. 947-965.

T.N. SMEKALOVA, I.G. CHUKHINA,
A.B. SMIRNOVA, E.A. KRYLOVA,
T.A. GAVRILENKO

THE RESULTS OF THE EXAMINATION OF PROTOLOGOUS (LATIN DIAGNOSIS),
AUTHENTIC HERBARIUM SHEETS AND THE ACCESSIONS OF VIR-COLLECTIONS

Summary

In the presented work the typus (authentic) herbarium material has been studied, which is kept in the herbarium collection of VIR. Before, O. N. Korovina selected 24 authentic herbarium

sheets of Juzupchuk, Bukasov and Lehnovitch (the species from the sub-section *Andigenum* Buk. of the series *Andigena* - 23 sheets, and one sheet from the sub-section *Subacaule* Buk of the series *Subacaulia*).

During the working process, 30 authentic herbarium sheets have been additionally selected from the materials of the herbarium fund (21 sheets of the species from the sub-section *Andigenum* Buk., series *Andigena*, 3 sheets of the species from the sub-section *Subacaule* Buk., series *Subacaulia*, 3 sheets of the species from the sub-section *Andinum*, series *Transequatorialia* Buk., 2 sheets of the species from the sub-section *Pacificum* Buk., series *Tuberosa* (Rydb.) Buk., one sheet of the species from the sub-section *Vavilovianum* Buk., series *Vaviloviana*).

УДК 635.21:631.527.52

ПОЛИМОРФИЗМ ЯДЕРНОЙ, ПЛАСТИДНОЙ И МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК У АБОРИГЕННЫХ ЧИЛИЙСКИХ СОРТОВ КУЛЬТУРНОГО КАРТОФЕЛЯ

к.б.н. Антонова О. Ю., Швачко Н. А., д.б.н. Костина Л. И., д.б.н. Гавриленко Т. А.

ГНУ ГНЦ ВНИИР им. Н.И.Вавилова

Культурные виды картофеля представляют полный полиплоидный ряд (от 2х до 5х) и включают согласно Букасову 17 видов [2], согласно Хоксу - 7 видов [7] или, согласно Спунеру, один вид *Solanum tuberosum* L., объединяющий восемь групп разновидностей [11]. Наибольшую экономическую значимость имеет тетраплоидный возделываемый картофель, который включает андийские и чилийские аборигенные формы, а также европейские и северо-американские селекционные сорта. Согласно Букасову и Юзепчуку [3] тетраплоидный культурный картофель представлен двумя видами - *Solanum tuberosum* L. и *S. andigenum* Juz. Buk., а согласно Хоксу [7] – одним видом *Solanum tuberosum* L., включающим два подвида: произрастающий в Чили *S. tuberosum* L. ssp. *tuberosum* и андийский картофель *S. tuberosum* L. subsp. *andigena* (Juz. Buk) Hawkes. В данной работе использована система Хокса [7], поскольку в настоящее время эта система используется наиболее широко.

Одним из подходов к оценке внутривидового генетического разнообразия является анализ полиморфизма ядерных и/или цитоплазматических ДНК. В последние годы оба эти подхода активно используются для изучения генетического разнообразия культурного картофеля. Так, использование ядерных микросателлитных маркеров позволило дифференцировать чилийские и андийские аборигенные сорта культурного картофеля (*S. tuberosum*), генотипировать коммерческие сорта картофеля, а также исследовать их происхождение [1, 6, 12, 15, 16, 17]. Анализ полиморфизма органелльных ДНК позволяет получить дополнительную информацию о генетической дифференциации вида. Так, у андийских образцов тетраплоидного культурного картофеля было выявлено 5 основных (Т, W, С, S, А) и несколько минорных типов пластидной ДНК [8, 10, 16, 19], тогда как у чилийских образцов преимущественно выявляется Т тип пластома и только у небольшого числа образцов – W тип [9]. Шесть типов мтДНК обнаружено у коммерческих сортов возделываемого картофеля [13, 14]. Дифференциация митохондриальных геномов аборигенных сортов *S. tuberosum* до сих пор не исследована.

Целью данной работы было изучение генетического разнообразия аборигенных чилийских сортов тетраплоидного культурного картофеля *S. tuberosum* из коллекции ВИР с использованием как ядерных микросателлитных, так и органелло-специфичных маркеров.

В работы были изучены 20 образцов чилийского картофеля *S. tuberosum* L. ssp. *tuberosum* из коллекции ВИР: Afrechuda (K-7543), Amarilla redonda (K-7568), Amarilla temprana (K-3414), Azul (K-7550), Carreto (K-6008), Corahila (K-6116), Corahila colorado (K-6032), Corahila fina (K-7534), Dorma (K-6108), Frutilla (K-6079), f. elvira (K-5273), Monticum

(K-16981), Morana (K-6052), Negr (K-1671), Negra (K-7528), Palmeta (K-7504), Papa de los gentes (K-3400), Rosada caucahue (K-6092), Volcan 52 (K-3475).

Тотальная ДНК для ПЦР была выделена из молодых листьев полевых растений по методу Винанда и Файкса [21] с некоторыми модификациями. Анализ ядерных микросателлитных последовательностей был проведен с использованием 9 пар SSR-праймеров. Список праймеров приведен в таблице 1. Для анализа типов пластидных и митохондриальных ДНК использовали специфичные праймеры, разработанные Лосслем [13, 14] и Брауном [5] (таблица 1). Классификация цитоплазматических аллелей приведена согласно Лосслию [14] с дополнениями Антоновой и Гавриленко [4]. Условия проведения ПЦР соответствовали рекомендациям авторов-разработчиков праймеров. В случае выявления нулевых аллелей (в митохондриальных локусах *atp6* и *rps10*) отсутствие продукта амплификации было подтверждено в трех независимых экспериментах.

При амплификации ДНК с праймерами ALC_1/ALC_3, ALM_4/ALM_5, AL_Mt2/ALM_3, ПЦР-продукты разделяли в агарозных гелях с последующей окраской бромистым этидием. Продукты амплификации ядерных и пластидной микросателлитных последовательностей разделяли в 6% или 10% ПААГ и окрашивали нитратом серебра.

Наличие и отсутствие каждой аллели при составлении исходной базы данных кодировали цифрами 1 и 0. Кластерный анализ проводили с использованием алгоритма Варда, основанного на принципе минимизации внутрикластерной дисперсии. Все расчеты и графические построения осуществляли при помощи пакета программ SPSS, версия 11.5 [18].

Все использованные праймеры выявляли полиморфизм органельных ДНК у исследованных сортов - в двух локусах хлДНК и двух локусах мтДНК были обнаружены 10 аллелей (рис. 1, табл. 2).

У изученных образцов было выявлено 2 типа хлДНК: T и W. Частота встречаемости аллелей T и W значительно различалась – большинство образцов (15 из 20) содержала хлДНК T-типа (таблица 2).

В митохондриальном локусе *rps10* были обнаружены 3 аллели (таблица 2). Наиболее распространенным оказался β - тип митохондриальной ДНК, который был выявлен у 15 из 20 изученных образцов. Три образца (15%) содержали α -тип мтДНК. У двух образцов была обнаружена нулевая аллель этого локуса.

Геномы органелл чилийских сортов характеризовались стабильными комбинациями цитоплазматических аллелей. Так, T- тип пластидной ДНК был связан с β - типом митохондриального генома, а W- тип пластома – с α - типом хондриома (таблица 3). Сходные отношения типов пластидных/митохондриальных геномов были выявлены ранее Лосслем у немецких сортов возделываемого картофеля [13, 14]. Комбинации аллелей двух пластидных и двух митохондриальных локусов давали три различных гаплотипа (I–III). Наиболее часто встречаемый гаплотип I, обнаруженный у 15 из 20 изученных образцов, представляет собой сочетание пластидных аллелей T/6 и митохондриальных β /0 аллелей (таблица 3). Таким образом, гаплотип I соответствовал «культурному» T/ β типу цитоплазмы (обозначение согласно Лосслию [14]), а гаплотипы II and III соответствовали «диким» типам W/ α и W/ γ [14].

Все 20 изученных образцов аборигенных чилийских сортов отличались друг от друга по набору аллелей ядерных микросателлитных локусов. 9 пар SSR-праймеров генерировали 69 полиморфных компонентов, на основании которых была создана база данных и проведен кластерный анализ. На полученной дендрограмме образцы разделились на два кластера, каждый из которых включал два подкластера (рис. 2), причем как на высшем, так и на более низких иерархических уровнях выявившиеся группы объединяли различные гаплотипы.

В настоящей работе продемонстрирован генетический полиморфизм чилийских образцов тетраплоидного культурного картофеля на уровне как ядерных, так и органельных геномов. У аборигенных чилийских сортов выявлено преобладание «культурного» типа цитоплазмы (T/ β). Впервые для *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* продемонстрирована изменчивость митохондриальных геномов. Наличие у чилийских возделываемых сортов

различных цитоплазматических гаплотипов может быть связано с гибридогенными событиями, например, с участием *S. tuberosum* subsp. *andigenum* на северной границе ареала *S. tuberosum* subsp. *tuberosum*, или с участием дикорастущих видов картофеля, произрастающих в Чили (*S. leptostigma* Juz., *S. molinae* Juz.).

Резюме

В работе был изучен полиморфизм 2-х пластидных, 2-х митохондриальных и 9 ядерных микросателлитных локусов у 20 образцов чилийского картофеля *S. tuberosum* L. ssp. *tuberosum* из коллекции ВИР. Выявленные комбинации аллелей пластидных и митохондриальных локусов давали три различных гаплотипа (I–III). Наиболее часто встречаемый гаплотип I, обнаруженный у 15 из 20 изученных образцов, соответствовал «культурному» T/β типу цитоплазмы, а 5 образцов имели гаплотипы II и III, т.е. «дикий» тип цитоплазмы. По результатам SSR – анализа ядерной ДНК была создана база данных и проведен кластерный анализ. На полученной дендрограмме образцы разделились на два кластера, в каждый из которых вошли образцы как с «диким», так и с «культурным» типом цитоплазмы.

Работа была выполнена при поддержке РФФИ (проект 06-04-08352).

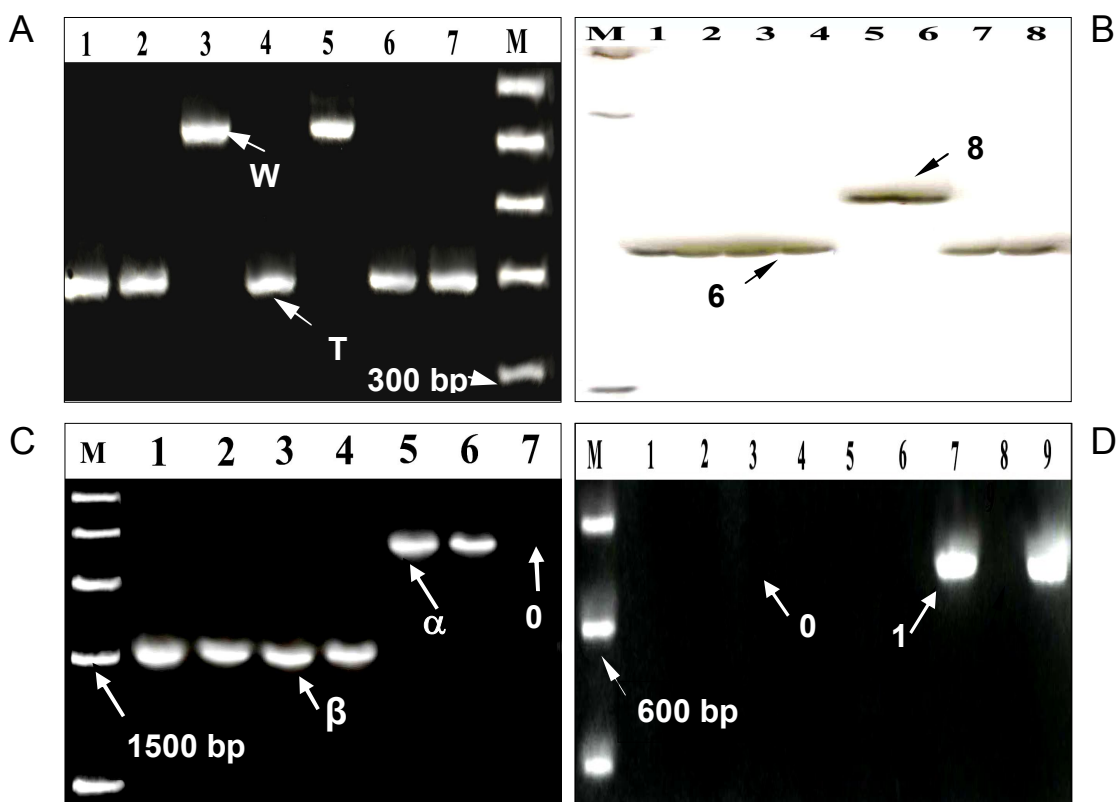


Рисунок 1. Продукты амплификации ДНК аборигенных чилийских форм в реакции с праймерами:

А. ALC_1/ALC_3 (локус хлДНК *atpE*), В. NTCP9 (локус хлДНК *trnG/trnR*),
 С. ALM_4/ALM_5 (локус мтДНК *rps 10*), D. AL_Mt2/ALM_3 (локус мтДНК *atp 6*).

А) 1. Afrehuda, 2. Azul, 3. Amarilla redonda, 4. Carreto, 5. Amarilla temprana, 6. Monticum, 7. Dorma.

B) 1. Corahila fina, 2. Dorma. 3. Frutilla, 4. Monticum, 5. Papa de los gentiles, 6. Amarilla temprana, 7. Volcan, 8. Rosada caucahue.

C) 1. Corahila fina, 2. Dorma, 3. Frutilla, 4. Rosada caucahue, 5. Amarilla redonda, 6. Amarilla temprana, 7. Papa de los gentiles.

D) 1. Negra, 2. Monticum, 3. Frutilla, 4. Volcan, 5. Corahila fina, 6. Rosada caucahue, 7. f. elvira, 8. Dorma, 9. Papa de los gentiles. M – маркер.

Рисунок 2. Распределение 20 аборигенных чилийских сортов на дендрограмме, полученной по результатам ПЦР- анализа с ядерными микросателлитными последовательностями. Жирным шрифтом обозначены сорта, имеющие гаплотип I.

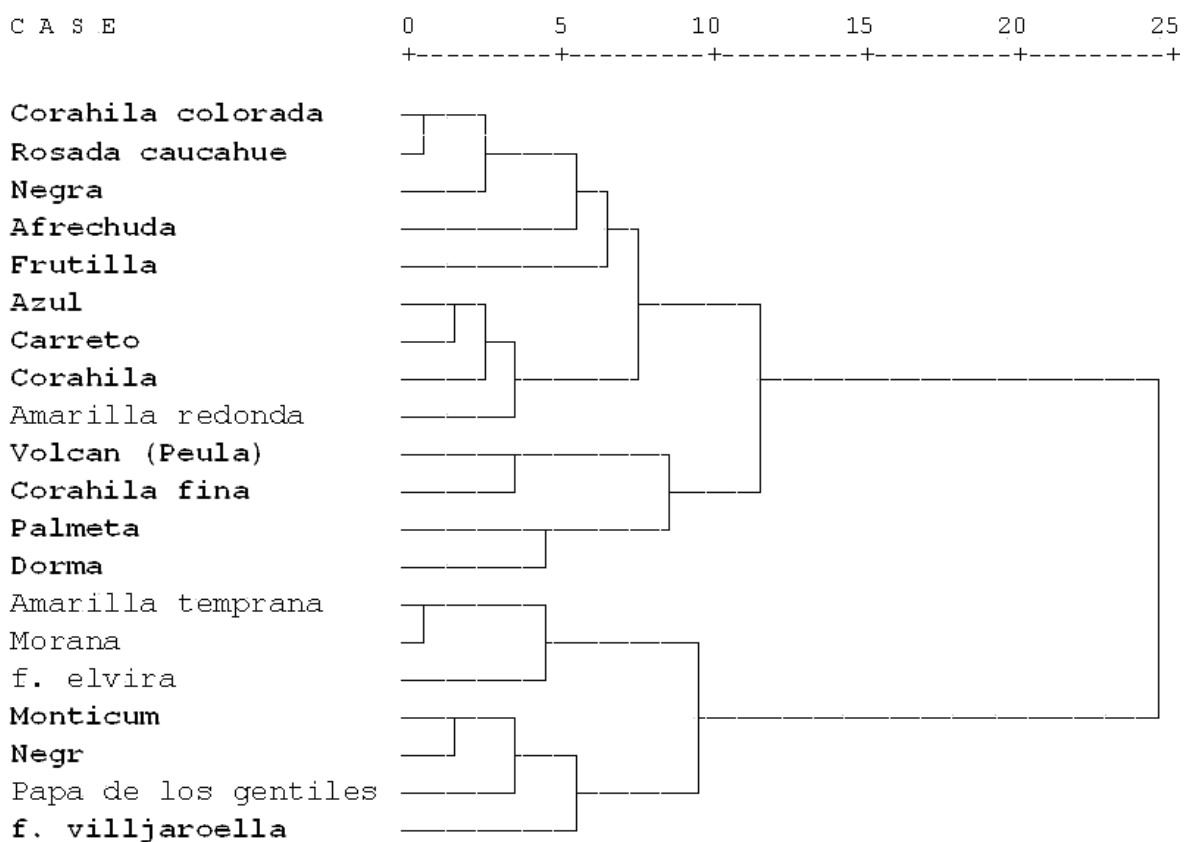


Таблица 1. Список праймеров, использованных в работе.

№	Название	Повторяющийся мотив	T _m °C	Ссылка
Ядерные микросателлитные праймеры:				
1		(TCAC) _m	60°	[12]
2		(TCAC) _m · (CTT) _n	60°	[12]
3		(CTT) ₄	55°	[20]
4		(ACTC) ₅	60°	[20]
5		(AAG) ₈	58°	[20]
6		(AATT) ₅	55°	[20]
7		(AGA) ₅	60°	[20]
8	ST13ST	(AT) ₁₁	58°	[15]
9	STRINPSG	(TA) ₂₃	55°	[15]
Пластидный микросателлитный праймер:				
1	NTCP9	(T) ₁₀	55°	[5]
Праймеры, специфичные к локусам ДНК органелл				
Детектируемый локус				
1	ALC_1/ALC_3	<i>atpE (cpDNA)</i>	44°	[14]
2	ALM_4/ALM_5	<i>rps10 (mtDNA)</i>	54°	[14]
3	AL_Mt2/ALM_3	<i>atp6 (mtDNA)</i>	54°	[13,14]

Таблица 2. Частота встречаемости аллелей локусов цитоплазматических геномов у изученных образцов аборигенного чилийского картофеля.

Локус	Выявляемая аллель	Частота встречаемости (n=20)
<i>atpE</i>	T	0,750
	W	0,250
<i>trnG/trnR</i>	6	0,750
	7	0
	8	0,250
<i>rps10</i>	β	0,750
	α	0,150
	0	0,100
<i>atp6</i>	0	0,750
	1	0,250

Таблица 3. Число (%) образцов с различными гаплотипами

Гаплотип <i>atpE - trnG/trnR - rps - atp6</i>		Чилийские сорта с данным гаплотипом (n = 20)
I	T/ 6/ β/ 0	15 (75,0 %) Afrechuda, Azul, Carreto, Corahila colorada, Corahila fina, Corahila, Dorma, Frutilla, Monticum, Negr, Negra, Palmeta, Volcan 52, Rosada caucahue, f. villjaroella
II	W/ 8/ α/ 1	3 (15,0%) Amarilla redonda, f. elvira, Amarilla temprana
III	W/ 8/ 0/ 1	2 (10,0%) Morana, Papa de los gentiles

Литература

1. Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Костина Л.И., Малышев Л.Л., Гавриленко Т.А. Генетическая дифференциация сортов картофеля с использованием SSR-маркеров.// Аграрная Россия. 2004. №6. С.19-24.
2. Букасов С.М. Принципы систематики картофеля. //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1978. Т. 62. В. 1. С. 3–33.
3. Юзепчук С.В., Букасов С.М. К вопросу о происхождении картофеля.// Труды Всесоюзного съезда по ген., сел., семеноводству и племенному животноводству в Ленинграде 10-16 января 1929 г. 1929. Т. 3. Изучение культурных растений. С. 593–611.
4. Antonova O. and Gavrilenko T. Organelle DNA variation in potato species.// Ecological Genetics (Russ). 2006. V. IV. P. 3–10.
5. Bryan. G.J., McNicoll, Ramsay G., Meyer R.C and Jong W.S. Polymorphic simple sequence repeat markers in chloroplast genomes of Solanaceous plants.// Theor Appl Genet. - 1999. - V. 99. - P. 859-867.
6. Ghislain, M., Spooner, D.M., Rodriguez, F., Villamon, F., Nunez, J., Vasquez, C., Waugh, R. and Bonierbale M. Selection of highly informative and user-friendly microsatellites (SSRs) for genotyping of cultivated potato.// Theor. Appl. Genet. 2004. V. 108. P. 881–890.
7. Hawkes J.G.: The potato evolution, biodiversity, genetic resources. //Belhaven Press. London. 1990. 259p.
8. Hosaka, K. 1986. Who is the mother of the potato? – restriction endonuclease analysis of chloroplast DNA of cultivated potatoes. Theor. Appl. Genet. 72: 606–618.
9. Hosaka, K. and Hanneman, R.E. The origin of the cultivated potato based on chloroplast DNA.// Theor. Appl. Genet. 1988. V. 76. P. 172–176.
10. Hosaka, K. T-type chloroplast DNA in *Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* was conferred from some populations of *S. tarijense* Hawkes.// Amer. J. of Potato Res. - 2003. – V.80. – P. 21–32.

11. Huaman Z. and Spooner D. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*).// American Journal of Botany. 2002. V. 89(6). P. 947–965.
12. Kawchuk, L.M., Lynch, D.R., Thomas, J., Penner, B., Sillito, D. and Kulcsar, F. Characterization of *Solanum tuberosum* simple sequence repeats and application to potato cultivar identification.// Amer. Potato Journal. 1996. V.73. P. 325–335.
13. Lössl, A., Adler, N., Horn, R., Frei, U. and Wenzel, G. Chondriome-type characterization of potato: mt α , β , γ , ϵ and novel plastid-mitochondrial configurations in somatic hybrids.// Theor. Appl. Genet. 1999. V.98. P. 1–10.
14. Lössl, A., Götz, M., Braun, A. and Wenzel, G. Molecular markers for cytoplasm in potato: male sterility and contribution of different plastid-mitochondrial configurations to starch production.// Euphytica. 2000. V. 116. P. 221–230.
15. Provan, J., Powell, W. and Waugh, R. Microsatellite analysis of relationships with cultivated potato (*Solanum tuberosum*). // Theor. Appl. Genet. 1996. V. 92. P. 1078–1084.
16. Raker, C. and Spooner, D.M. Chilean tetraploid cultivated potato, *Solanum tuberosum*, is distinct from the Andean populations; microsatellite data. //Crop Science. 2002. V. 42. P. 1451–1458.
17. Spooner, D.M., Nuñez, J., Rodrigues, F., Naik, P.S. and Ghislain, M. Nuclear and chloroplast DNA reassessment of the origin of Indian potato varieties and its implications for the origin of the early European potato. //Theor. Appl. Genet. 2005. V. 110. P. 1020–1026.
18. SPSS (Data analysis software system), Version 11.5. 2002. www.spss.ru.
19. Sukhotu, T., Kamijima, O. and Hosaka, K. Nuclear and chloroplast DNA differentiation in Andean potatoes. //Genome. 2004. V. 47. P. 46–56.
20. Veilleux, R.E., Shen, L.Y. and Paz, M.M. Analysis of the genetic composition of anther-derived potato by randomly amplified polymorphic DNA and simple sequence repeats.// Genome. - 1995. V. 38. P. 1153–1162.
21. Wienand U. and Feix G. Zein specific restriction enzyme fragments of maize DNA. // FEBS Letters. 1980. V. 116. P. 14–16.

O.Y. ANTONOVA
N.A. SHVACHKO
L.I. KOSTINA
T.A. GAVRILENKO

THE POLYMORPHISM OF NUCLEAR, PLASTIDE AND MITOCHONDRIAL DNA AT CHILEAN ABORIGINE CULTIVATED POTATOES

Summary

Polymorphism of 2 chloroplast (cp-), 2 mitochondrial (mt-) and 9 nuclear SSR loci was analyzed by PCR to study diversity of Chilean landraces of cultivated potato *S. tuberosum*. The results revealed differentiation of Chilean landraces at the level of cp-, mt- and nuclear genomes. The combining of variants from two cp- (*atpE*, *trnG/trnR*) and two mt- (*rps10*, *atp6*) loci generated three haplotypes (I-III). The most frequent haplotype I that corresponded to the T/ β or “*tuberosum*”-type of cytoplasm was detected in 15 (75%) landraces. Five accessions had the “wild” type of cytoplasm. The identification of landraces by nuclear SSRs has subdivided them into 2 clusters both of them combining accessions with different cytoplasms.

МНОГОСТУПЕНЧАТЫЙ СКРИНИНГ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ.

д. б. н. **Л.И.Костина**, к.с.-х. н. **В.Е.Фомина**, к.с.-х. н. **Л.В.Королева**, **О.С.Косарева**
ГНУ ГНЦ ВИР

Сокращение посевных площадей под картофелем при одновременной интенсификации отрасли приводит к необходимости выведения новых высокопродуктивных сортов, устойчивых к болезням и вредителям. Для решения этой проблемы необходимо выделение новых источников ценных признаков для важных направлений селекции картофеля. Перед селекцией стоит задача по улучшению селекционной работы и ускорению выведения новых сортов.

Нами разработана новая технология по оценке исходного материала для ускорения селекционного процесса и повышения его результативности. Рекомендуется использовать для селекции исходный материал с донорскими свойствами, выделенный на основе многоступенчатого скрининга в четыре этапа.

1-й этап. Выделение образцов с ценными признаками для селекции картофеля по результатам полевой и лабораторной оценки. Использование в селекции образцов, выделенных на данном этапе, не всегда приводит к желаемым результатам.

2-й этап. Выявление потенциальных возможностей образцов, выделенных на первом этапе. Для этого проводится анализ выделенных образцов по их родословным с учетом всех сортов и гибридов, использованных при их выведении, по хозяйственно-ценным и отрицательным признакам. В результате проведенного на данном этапе анализа объем работ для дальнейшей углубленной оценки образцов может быть значительно сокращен.

3-й этап. Анализ образцов, выделенных на первых этапах, по потомству от самоопыления. Образцы, имеющие в потомстве от самоопыления большое число семян (более 50%) с хозяйственно-ценными признаками, теоретически должны дать и лучшие результаты в селекции.

4-й этап. Проверка выделенных образцов по результатам скрещивания. По результатам оценки составляется сводная карта оценки образца. По данной технологии выделяется исходный материал с донорскими свойствами. Использование этого материала в селекции потребует меньшего объема работ и соответственно меньших затрат.

Новая технология в 1995-2006 гг. апробирована при выделении исходного материала для селекции на скороспелость, продуктивность, устойчивость к картофельной нематоде и фитофторозу.

Изучение селекционных сортов проводилось в Пушкинских лабораториях ВИР (1995-2006 гг.) по методике отдела клубнеплодов ВИР [1] и классификаторам видов картофеля секции *Tuberarium* (Dun.) Buk. рода *Solanum* L. [2,3].

Исходный материал на скороспелость. Создание скороспелых сортов является важным направлением в селекции, особенно в условиях Северо-Запада России с их сравнительно коротким вегетационным периодом. Коллекция пополнена новыми скороспелыми сортами, особенно ценно, когда эти сорта сочетают скороспелость с другими хозяйственно-ценными признаками. Из новых поступлений в коллекцию выделены сорта из Польши – Aster, Bekas, Irga, Harpun, Lena; из Германии – Andra, Bonus, Velox; из Чехии – Kobra, Korela, Korneta, Krasa, Tegal; из России – Алена, Бежицкий, Брянский деликатес, Даренка, Дебрянск, Жаворонок, Жуковский ранний, Лакомка, Лина, Любава, Памяти Осиповой, Погарский, Русский сувенир, Снегирь, Удача, Холмогорский, Эффект и др. Большинство скороспелых сортов имели высокую продуктивность. По некоторым сортам, выделенным ранее, проведен анализ родословных и оценка по потомству от самоопыления. Большое число скороспелых

сеянцев выявлено в потомстве сортов Воротынский ранний (86%), Dorisa (73%), Axilia (67%), Laura (64%), Anosta (62%). Эти сорта рекомендуются для селекции на скороспелость.

Исходный материал для селекции на продуктивность. Выделены сорта с высокой продуктивностью (превышающие стандарты Невский и Петербургский): из Польши – Baszta, Vzuga, Koga, Triada, Tristar, PS-17036; из Германии – Alwaga, Velox; из Чехии – Koreta, Korneta; из России – Аврора, Акросия, Буquet, Елизавета, Елисеевский, Лазарь, Малиновка, Русский сувенир, Холмогорский; из Беларуси – Блакит, Журавинка, Зарница, Здабыток, Спарта, Талисман, Эффект, Юбилей Жукова и др. В результате анализа родословных некоторых выделенных ранее сортов была проведена оценка по потомству от самоопыления. Для целей селекции на продуктивность рекомендуются сорта: Alcmaria (75% сеянцев с высокой продуктивностью), Arkula (58%), Desiree (55%), Granola (53%), Grata (45%), Ora (50%), Provita (52%), Quarta (54%), Ласунак (71%) и Невский (62%).

Исходный материал на устойчивость к фитофторозу. Одним из приоритетных направлений в селекции картофеля является выделение сортов, устойчивых к фитофторозу. Вредоносность этого заболевания возрастает с появлением нового типа совместимости A2, в этом случае у паразита кроме вегетативного наблюдается половое размножение. По данным СТАЗР и ВИЗР в Ленинградской области за последние 10 лет с 1995–2005 гг. эпифитотии фитофтороза повторялись почти через год. Наиболее эпифитотийными были 1996, 1998, 2003 и 2004 годы. В эпифитотийные годы по Патрикеевой М.В. и Чингаевой Ю.Н., популяция рас была представлена всеми генами вирулентности от R1 до R11 за исключением R9 [4].

Оценка селекционных сортов проведена в Пушкинских лабораториях ВИР в полевых условиях. Выделены сорта с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу (7-8 баллов): из Польши – Ania, Baszta, Dunajec, Grot, Jantar, Klepa, Koga, Lawina, Meduza, Omulev, Triada, Vistula; из Перу – CIP 382 150.16, CIP 382 119.17, CIP 382 122.15, CIP 384 321.25, CIP 381 378.82, CIP 386 056,7, I 1039, P-4, P-6, P-7, LBr-33, LBr3; из Германии – Clarissa; из США – LBR-1, LBR-7, LBR-18, LBR-46, LBR-47; из России – Аспия, Вестник, Лукьяновский, Никулинский, Раменский, Удача, Чародей; из Беларуси – Здабыток, Ласунок, Сузорье; из Украины – Зарево, Луговской, Лыбидь, Свитанок киевский. У некоторых ранее выделенных сортов в потомстве от самоопыления был высокий процент сеянцев, устойчивых к фитофторозу: Астра (82% устойчивых сеянцев) (карта 1), Свитанок киевский (43%), Clarissa (82%).

Исходный материал на устойчивость к картофельной нематоде (*Globodera rostochiensis* Woll. и *Globodera pallida* Stone). Картофельная нематода – опасный паразит, наносящий большой ущерб картофелеводству во многих странах мира. Химические средства борьбы с ней недостаточно эффективны и очень дороги, поэтому основное внимание в настоящее время следует уделять выведению нематодоустойчивых сортов.

Мировой сортимент насчитывает уже более 600 сортов картофеля, устойчивых к данному паразиту. В Германии выведено более 240 сортов, в Нидерландах – 182, в Польше – 40, в Англии – 24, в Беларуси – 40, в России – 19, в Литве – 5, в Украине – 4 и др.

Проблема выведения нематодоустойчивых сортов в России стоит очень остро. В 2005 г. в реестр для выращивания внесено только 12 нематодоустойчивых сортов отечественной селекции (Аспия, Десница, Жуковский ранний, Заворовский, Крепыш, Кристалл, Лукьяновский, Пушкинец, Рождественский и др.). В России распространен патотип Ro1 золотистой картофельной нематоды, вероятность завоза в страну других патотипов нематоды очень высока. Наличие различных патотипов паразита *Globodera rostochiensis* (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5) и *Globodera pallida* (Pa1, Pa2, Pa3) делает необходимым вовлечение в селекцию всего разнообразия исходных форм.

Большинство сортов устойчивы к патотипу Ro1. Выведены сорта, устойчивые к патотипу Ro1, 2, 3 – Allure, Amalfy, Belita, Cordia, Liseta, Mara, Platina, Producent, Red Scarlett, Vebeca, Veenster; Ro1, 2, 3, 4 – Amera, Elkana; Ro1, 3, 5 – Roeslau; Ro1, 4, 5 – Esta; Ro1, 5 – Lyra, Wega; Ro1, 2, 3, 5 – Fox, Hilta, Ute; Ro1–5 – Aiko, Arnika, Franzi, Miranda, Ponto; Ro1, 2,

4, 5 – Turbo и др. Особый интерес представляют сорта, устойчивые к обоим видам нематоды *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida*: Ro1, Pa2 – Maritima, Ramos; Ro1, Pa3 – Drop; Ro1, Pa1, 3 – Vantage; Ro1, 5, Pa2 – Heidrun; Ro1, 2, 5, Pa2 – Benol; Ro1, 3, 4, Pa2 – Danva; Ro1–3, Pa2 – Karida, Karnico, Pansta; Ro1–3, Pa2, 3 – Kantara; Ro1–4, Pa2 – Atrela, Elles, Producent, Promesse, Sante; Ro1, 2, 3, 5, Pa2 – Tanja; Ro1–5, Pa2 – Darwina, Proton.

Анализ генеалогии нематодоустойчивых сортов показал, что при их выведении использованы виды *Solanum andigenum* Juz. et Buk. и *S.vernei* Bitt.et Wittm. Сорта, устойчивые к *Globodera rostochiensis* (Ro1), выведены с использованием вида *S. andigenum*, устойчивые к *G. pallida* с использованием вида *S. vernei*.

В результате изучения коллекции нематодоустойчивых сортов выделены сорта, сочетающие устойчивость к нематоду с другими хозяйственно-ценными признаками (высокой продуктивностью, устойчивостью к болезням и др.): Adora, Andra, Ania, Baszta, Bobr, Drop, Dunajes, Fregata, Ibis, Impala, Van Gogh, Аспия, Жуковский ранний, Сузорье и др.

Нематодоустойчивые сорта с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Adora (Германия) – ранний, высокопродуктивный, Ro1 (устойчивость к нематоду), устойчив к вирусу Y.

Agria (Германия) – среднеранний, высокопродуктивный, содержание крахмала 18,5-18,8%, Ro1, устойчив к вирусам X и Y.

Ania (Польша) – среднеспелый, высокопродуктивный, Ro1, устойчив к вирусу Y.

Drop (Польша) – ранний, высокопродуктивный, Ro1, Pa3, устойчив к вирусу Y.

Dunajes (Польша) – поздний, высокопродуктивный, содержание крахмала 19,8–26,0%, Ro1, устойчив к вирусу Y.

Granola (Германия) – среднеспелый, высокопродуктивный. Содержание крахмала 11,6-13,5%, Ro1, устойчив к вирусу Y.

Fregata (Польша) – поздний, продуктивность средняя, содержание крахмала 18,1–20,6%, Ro1, устойчив к вирусам Y и L.

Juliver (Германия) – среднеспелый, высокопродуктивный, содержание крахмала 14,9-18,3%, Ro1, устойчив к вирусу Y.

Latona (Нидерланды) – ранний, продуктивность средняя, Ro1, устойчив к вирусу Y и L.

Molli (Германия) – ранний, высокопродуктивный,

Sante (Нидерланды) – среднеранний, высокопродуктивный, содержание крахмала 13,0–18,2%, Ro1–4, Pa2, устойчив к вирусам X и Y.

Van Gogh (Нидерланды) – поздний, высокопродуктивный, содержание крахмала 19,0-21,0%, Ro1.

Алмаз (Россия) – ранний, высокопродуктивный, содержание крахмала 10,3–18,5%, Ro1.

Аспия (Россия) – среднеспелый, высокопродуктивный, содержание крахмала 12,0–14,4%.

Вихола (Украина) – среднеспелый, высокопродуктивный, содержание крахмала 14,1–14,3%, Ro1.

Жуковский ранний (Россия) – ранний, высокопродуктивный, содержание крахмала 10,5–12,0%, Ro1.

Скарб (Беларусь) – среднеспелый, высокопродуктивный, Ro1, устойчив к вирусам X и S.

Сузорье (Беларусь) – поздний, высокопродуктивный, содержание крахмала 21,0–24,0%, Ro1, устойчив к вирусам X и Y.

Для повышения результативности скрещиваний целесообразно использовать образцы, оцененные по потомству от самоопыления и результатам скрещивания. Оценка сеянцев некоторых сортов проводилась на инфекционном фоне в теплицах Всероссийского института защиты растений (ВИЗР). По результатам оценки у сортов картофеля Alcmaria, Gitte, Granola, Provita, Quarta, Sagitta и гибрида SVP (VTⁿ)² 62-33-3 сеянцы, устойчивые к золотистой картофельной нематоду, составляют 60% и более от общего числа оцененных сеянцев.

Известно, что если в потомстве от самоопыления 50% сеянцев устойчивы, то сорт обладает донорскими свойствами (Будин, 1977).

Сорт Alcmaria имеет в потомстве 88% сеянцев, устойчивых к картофельной нематодe. С этим сортом уже выведены нематодоустойчивые сорта – Accent, Adora, Berber, Crebella, Natalie, Ovatio, Revelino, Riviera, Scala, Semena.

Gitte – имеет в потомстве 70% устойчивых сеянцев. С этим сортом уже выведены нематодоустойчивые сорта Fregata и Kristalla.

Granola – в потомстве 71% устойчивых сеянцев, с ним уже выведены сорта Albina, Arnica, Bionta, Pamir, Sandra, Аспия, Легенда, Осень и др. (карта 2).

Provita – в потомстве 68% устойчивых сеянцев, с ним уже выведены устойчивые сорта Amazone, Anosta, Carlita, Fresco, Klara, Kristalla, Marco, Premiere, Prior и др. (карта 3).

Quarta – имеет в потомстве 61% устойчивых сеянцев. С ним выведены сорта Agria и Ditta.

Особого внимания заслуживает гибрид SVP (VTⁿ)² 62-33-3. В его потомстве все сеянцы показали 100%-ную устойчивость к золотистой картофельной нематодe. С этим гибридом уже выведены сорта Atrela, Belita, Benol, Darwina, Lady Rosetta (карта 4).

Сорт Hydra представляет интерес для селекции нематодоустойчивых сортов. С ним выведены сорта: Жуковский ранний, Россиянка, Culpa и Roxu (карта 5).

Оцененные сорта и гибрид представляют интерес для селекции новых нематодоустойчивых сортов.

Устойчивость к картофельной нематодe остается приоритетным направлением в селекции картофеля на ближайшие годы. Учитывая распространения в странах Европы 8 патотипов *Globodera rostochiensis* (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5) и *Globodera pallida* (Pa1, Pa2, Pa3), вероятность завоза этих патотипов очень высока. Поэтому селекция на устойчивость к нематодe не должна ориентироваться на один распространенный в России патотип Ro1.

Коллекция картофеля ВИР располагает исходным материалом для селекции на устойчивость ко всем наиболее вредоносным патогенам.

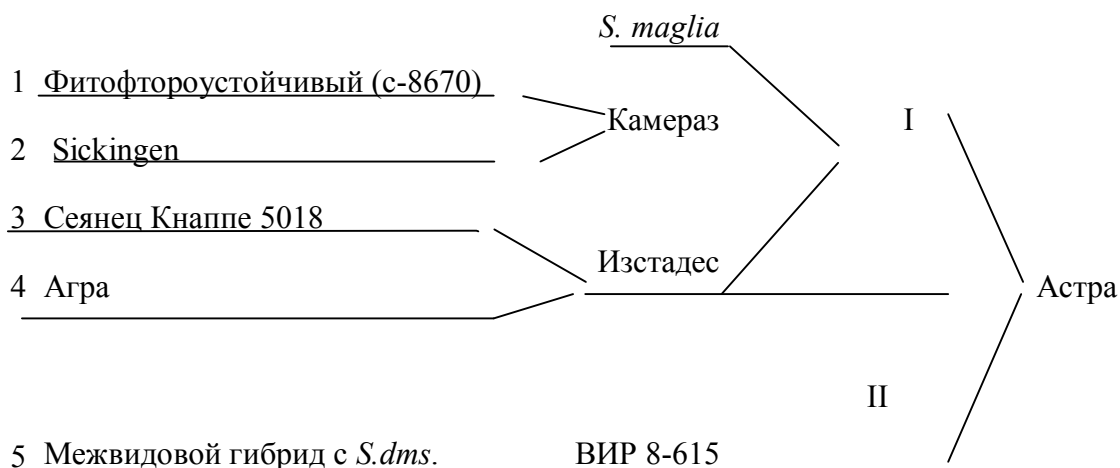
По результатам многоступенчатого скрининга составлено 75 карт с характеристикой сорта, анализом его родословной, оценкой его по потомству от самоопыления и результатами скрещиваний с этими сортами. Сведения по некоторым сортам приводятся ниже.

Сорт Астра (К-10697), Латвия

Характеристика сорта: Среднепоздний, ракоустойчив, фитофторозом поражается умеренно (генотип R2). Высокопродуктивный. Крахмалистость 12,1-19,7%. Клубни овальные, кремовые. Глазки мелкие. Мякоть кремовая.

Потенциальные возможности сорта

(родословная сорта и характеристика исходных форм)



Характеристика исходного материала, использованного при создании сорта Астра
(положительные и отрицательные свойства)

I – Камераз – среднепоздний, ракоустойчив, слабо поражается фитофторозом.

Изтадес – среднепоздний, ракоустойчив, относительно устойчив к фитофторозу, высокопродуктивный

II – ВИР 8-615 – межвидовой гибрид с *S. demissum*, высокоустойчив к фитофторозу

1. Фитофтороустойчивый (с-8670) – среднепоздний, ракоустойчив, относительно устойчив к фитофторозу, высокопродуктивный. Устойчив к вирусам X и S.

2. Sickingen – среднепоздний, ракоустойчив, слабо поражается фитофторозом, высокопродуктивный.

3. Сеянец Кнаппе 5018 – данных по оценке нет.

4. Агра – ранний, ракоустойчив, относительно устойчив к парше.

5. Межвидовой гибрид – характеристика гибрида отсутствует.

Оценка по потомству от самоопыления

62% семян устойчивы к фитофторозу.

Реализация потенциальных возможностей сорта

(какие сорта и гибриды уже выведены на основе этого сорта)

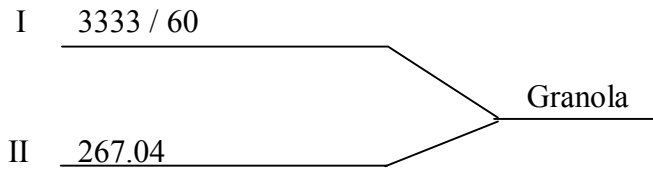
Выведенных сортов еще нет.

Сорт Granola (K-22096), Германия

Характеристика сорта:

Среднеспелый, урожайный, устойчив к картофельной нематоды (Ro 1). Фитофторозом ботва поражается сильно. Клубни - слабо. Паршой обыкновенной и вирусными болезнями поражается слабо. Клубни овальные, желтые. Глазки мелкие. Ягоды образует.

Потенциальные возможности сорта



Характеристика исходных сортов

(положительные и отрицательные свойства)

В родословной сорта использованы межвидовые гибриды с участием *S. andigenum* и *S. demissum*. Полностью расшифровать родословную не удалось.

Оценка по потомству от самоопыления

71% сеянцев устойчивы к картофельной нематодe

53% сеянцев высокопродуктивны

78% сеянцев визуальнo здоровы

68% сеянцев имеют овальную форму клубня, 32 - округлую

Потомство однородно по окраске кожуры клубня (желтая) и глубине глазков (мелкие).

Реализация потенциальных возможностей сорта

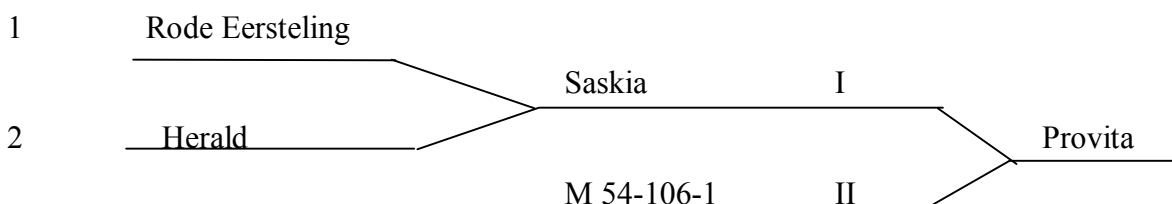
(какие сорта и гибриды уже выведены на основе этого сорта)

1. Sumak = Granola x Z-76.2/5 - урожайный
2. Albina = Z-76.2/5 x Granola - нематодоустойчивый
3. Baszta = PW 31 x Granola - нематодоустойчивый
4. Arnika = Granola x Hybrid - нематодоустойчивый
5. Pamir = Berolina x Granola - нематодоустойчивый
6. Явар = Granola x Selena - высокоурожайный
7. Аспия = Kardia x Granola - нематодоустойчивый, урожайный
8. Осень = Granola x Гибрид 128-6 - высокоурожайный

Сорт Provita (K-8557), Нидерланды

Характеристика сорта: Среднеранний, продуктивный, устойчив к картофельной нематодe (Ro 1, 4), фитофторозом поражается слабо, паршой обыкновенной – умеренно. Сильно поражается макроспориозом. Клубни овальные, светло-желтые. Глазки мелкие. Ягоды образует.

Потенциальные возможности сорта



52% семян высокопродуктивны

30% семян визуально здоровы, 85% устойчивы к фитофторозу

Потомство однородно по форме клубня (83% - овальная), окраске кожуры (желтая) и глубине глазков (мелкие).

Характеристика исходных сортов
(положительные и отрицательные свойства)

I - Saskia: ранний, продуктивный, поражается фитофторозом ботва сильно, клубни - слабее, поражается паршой - сильно.

II - M 54-106-I: межвидовой гибрид с участием *S. andigenum*.

1. Rode Eersteling: ранний, неустойчив к раку, фитофторозом и паршой поражается сильно.

2. Herald: ранний, фитофторозом поражается умеренно.

В полной родословной сорта в начальных циклах скрещиваний использован скороспелый сорт Early Rose.

Оценка по потомству от самоопыления

68% семян устойчивы к картофельной нематоде

Реализация потенциальных возможностей сорта
(какие сорта и гибриды уже выведены на основе этого сорта)

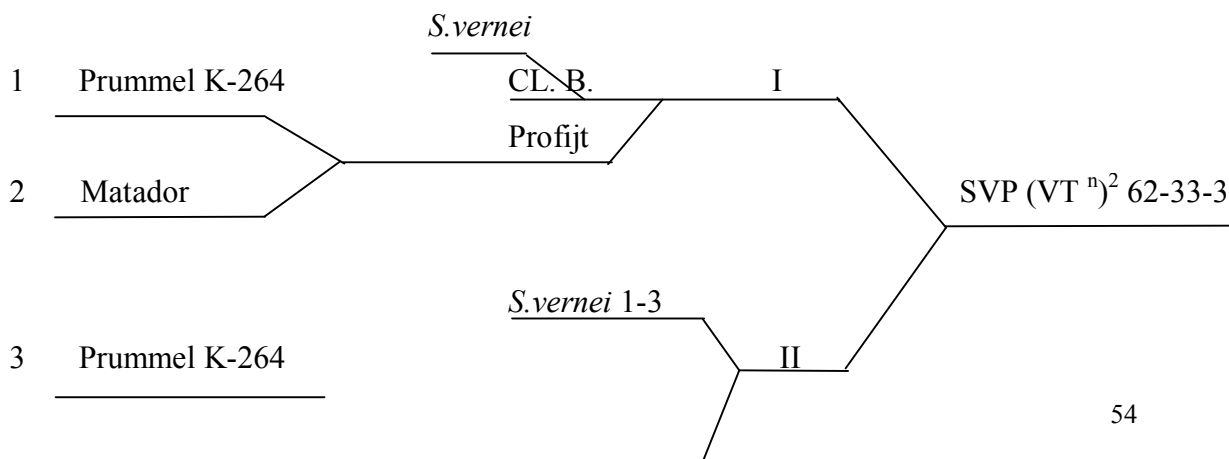
1. Amazone = Civa x Provita - нематодоустойчивый
2. Anosta = Ostara x Provita - нематодоустойчивый
3. Kristalla = Provita x Gitte - нематодоустойчивый
4. Fresco = Сеянец 6015-28 x Provita - нематодоустойчивый, урожайный
5. Premiere = Civa x Provita - нематодоустойчивый, урожайный
6. Klara = (Apta x Hera) x Provita - нематодоустойчивый
7. Marco = Saturna x Provita - нематодоустойчивый
8. Prior = Primura x Provita - нематодоустойчивый

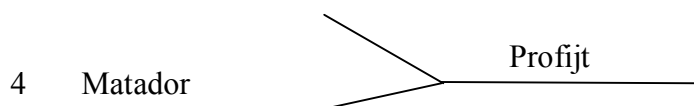
Гибрид SVP (VTⁿ)² 62-33-3 (K-20388), Нидерланды

Характеристика гибрида:

Поздний, устойчив к картофельной нематоде (Ro 1, 2,3 и Pa 2), фитофторозом ботва поражается средне, клубни - слабо. Ягодообразование обильное.

Потенциальные возможности сорта





Характеристика исходных сортов
(положительные и отрицательные свойства)

- I - *S. vernei*: устойчив к картофельной нематодe, фитофторозом поражается слабо, имеет крупные клубни.
 II - Profijt: очень поздний, поражается фитофторозом и паршой. Ягодообразование обильное.
 2, 4. Matador: среднеспелый, фитофторозом ботва поражается сильно, клубни - слабо, паршой - сильно. Ягод образует много.

Оценка по потомству от самоопыления

- 100% сеянцев устойчивы к картофельной нематодe
 39% сеянцев высокопродуктивны
 13% сеянцев визуальнo здоровы

Потомство неоднородно по форме клубня: 19% длинно-овальных клубней, 26% - овальных, 41% - округлых и 14% - округло-овальных. По окраске кожуры: 48% - желтые, 31% - желтые с пятнами сине-фиолетового антоциана, 21% - коричневые. По глубине глазков: 55% сеянцев с мелкими глазками, 45% имеют глазки средней глубины.

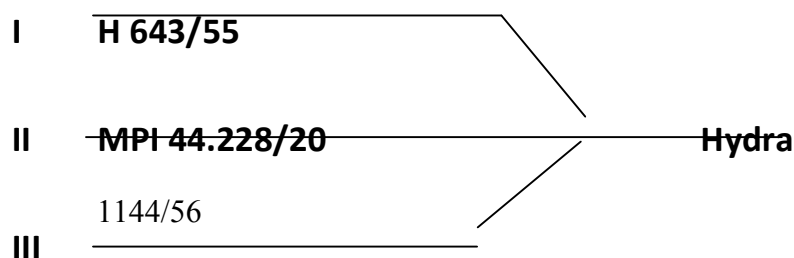
Реализация потенциальных возможностей сорта
(какие сорта и гибриды уже выведены на основе этого сорта)

- | | | |
|---|---|--------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Atrela = Mara x <i>S.vernei</i> SVP (VT ⁿ)² 62-33-3 2. Benol = Waalster x <i>S.vernei</i> SVP (VT ⁿ)² 62-33-3 3. Darwina = Marijke x <i>S.vernei</i> SVP (VT ⁿ)² 62-33-3 4. Lady Rosetta = Cardinal x SVP (VT ⁿ)² 62-33-3 | } | нематодоустойчивые |
|---|---|--------------------|

Сорт Hydra (K-9870), Германия

Характеристика сорта: Среднеспелый, ракоустойчив, устойчив к картофельной нематодe (Ro1). Относительно устойчив к фитофторозу в полевых условиях. Вирусными болезнями поражается умеренно. Высокопродуктивный. Крахмалистость 11,0-13,0%. Клубни округло-овальные, кремовые. Глазки мелкие. Мякоть светло-желтая.

Потенциальные возможности сорта



Характеристика исходных сортов (положительные и отрицательные свойства)

I – H 643/55
II – MPI 44.228/20
III – 1144/56

при выведении использованы виды *S. andigenum*,
S. demissum, *S. vernei*.

Сведений по характеристике используемых гибридов нет.

Оценка по потомству от самоопыления

Оценка по потомству еще не проводилась.

Реализация потенциальных возможностей сорта (какие сорта и гибриды уже выведены на основе этого сорта)

1. Жуковский ранний = Ягодка x Hydra
 2. Россиянка = гибрид 569N x Hydra
 3. Aula = Clivia x Hydra
 4. Culpa = Clivia x Hydra
 5. Roxu = Hydra x Rubin
- нематодоустойчивые

Литература

1. Методические указания по изучению и поддержанию образцов мировой коллекции картофеля/Сост.: К. З. Будин, А. Я. Камераз, Н. Ф. Бавыко, Л. И. Костина, Е. В. Морозова, Л. М. Турулева. Л.: ВИР, 1986.
2. Широкий унифицированный классификатор СЭВ видов картофеля секции Tuberarium (Dun.) Vuk. рода *Solanum* L./Сост.: С. М. Букасов, А. Я. Камераз, В. С. Лехнович, В. А. Корнейчук, Л. И. Костина. Л.: ВИР, 1977.
3. Международный классификатор СЭВ видов картофеля секции Tuberarium (Dun.) Vuk. рода *Solanum* L./Сост.: СССР – С. Букасов, К. Будин, А. Камераз, В. Лехнович, Л. Костина, Н. Бавыко, В. Корнейчук, ЧССР – Н. Задина, И. Виднер, М. Майор, И. Бареш, В. Одегнал, Н. Баранек. Л.: ВИР, 1984.
4. Патрикеева М.В., Чингаева Ю.Н. Популяция гриба *Phytophthora infestans* в Ленинградской области. Материалы II Всероссийского съезда по защите растений. С.Пб, 2005. Т.1. С. 527-528.

5. Костина Л.И., Фомина В.Е., Королева Л.В., Маковская С.А. Селекция сортов картофеля, устойчивых к *Globodera rostochiensis* Woll. и *Globodera pallida* Stone // Генетика в XXI веке: современное состояние и перспективы развития; III съезд ВОГИС, 2004, С. 201.

6. Костина Л.И., Фомина В.Е., Королева Л.В., Гуськова Л.А., Косарева О.С. Сорта картофеля устойчивые к картофельной нематоде *Globodera rostochiensis* Woll. и *Globodera pallida* Stone. Материалы II Всероссийского съезда по защите растений. С.Пб, 2005. Т.1. С. 486-487.

7. Kostina L.I., Fomina V.E., Koroleva L.V., Makovskaja S.A. Breeding of potato cultivars, resistant to *Globodera rostochiensis* Woll. and *Globodera pallida* Stone // Fourth International Nematology Symposium. 11 th-14 th June. 2001, P. 123-124.

L.I. KOSTINA,
V.E. FOMINA,
L.V. KOROLEVA,
O.S. KOSAREVA

SCREENING IN SELECTION INITIAL MATERIAL FOR BREEDING POTATO ON MAIN COMMERCIAL TRAITS.

Summary

As a result of screening of a potato varieties the best varieties are recommended for use as initial material for breeding on main commercial traits: for earliness and high yield. The weather conditions 1996,1998,2003 and 2004 were favorable for the development of *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, which made it possible to carry out a field assessment of cultivars on resistance to this disease. In a number of cultivars resistance tests were performed on the seedlings of their self pollinated progeny.

The collection of potato varieties resistant to *G. rostochiensis* Woll. and *G. pallida* Stone studied at VIR. This study resulted in identification of new variety combining nematode resistance with other valuable commercial traits (high yield, resistance to virus diseases etc.)

The identified plant materials a recommended for breeding new cultivars.

УДК 635.21:6311.52:635.96

АНДИЙСКИЕ КУЛЬТУРНЫЕ ВИДЫ КАРТОФЕЛЯ КАК ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

д.б.н. С.Д Киру., к.с.-х.н С.В Палеха

ГНУ ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И. Вавилова

Коллекция андийских культурных видов картофеля ВИР насчитывает более 3300 образцов, охватывающих 14 видов. Значительную часть коллекции составляют образцы тетраплоидного ($2n=48$) полиморфного вида *S. andigenum* Juz. et. Buk

К так называемым «примитивным» культурным видам относятся диплоидные ($2n=24$) виды *S. rybinii*, Juz et. Buk., *S. phureja* Juz. et Buk. *S. goniocalyx* Juz. et Buk., *S. stenotomum* Juz. et Buk, *S. ajanhuiri* Juz. et Buk, *S. macmillanii* Buk. et Lechn., *S. cardenasii* Hawk.; триплоидные ($2n=36$) виды *S. chaucha* Juz. et Buk., *S. tenuifilamentum* Juz. et Buk., *S. mammiferum* Juz. et Buk., *S. chocclo* Buk. et Lech., *S. juzepczuki* Buk. и пентаплоид ($2n= 60$) *S. curtilobum* Juz. et Buk.

Все перечисленные примитивные виды возделываются в южноамериканских странах – Боливии, Перу, Колумбии. Вид *S. stenotomum* стоит там на 3-м месте среди всех

возделываемых культурных видов в Боливии, Колумбии и Перу, после *S. andigenum* и *S. tuberosum* (селекционные сорта). Значительно уступают им по занимаемой площади виды *S. ajanhuri*, *S. goniacalyx*, *S. phureja*, *S. curtilobum* и триплоидные виды. Все эти виды выращиваются местным населением в основном в высокогорьях (от 1800 м до 4000 м над ур. м.). Большинство из них на своей родине, в условиях короткого дня, дают высокий урожай до 1000–1500 г/куст. В условиях же С. Петербурга, из-за длинного дня, их урожай в два–три раза ниже. Поэтому в наших условиях образцы этих видов представляют только селекционную ценность, благодаря своим хозяйственно-ценным признакам (многоклубневость, раннеспелость, высокое содержание крахмала и сырого белка, высокая устойчивость к болезням и вредителям и др.).

Значительную часть коллекции культурных видов картофеля ВИР составляют образцы тетраплоидного вида *S. andigenum* Juz. et Buk. (2630 образцов). Различные формы *S. andigenum* использовались чаще других видов в Европе в селекционных целях из-за своих многочисленных ценных признаков. В течение более чем 75 лет селекции картофеля в России было создано около 100 сортов с использованием различных культурных видов.

Высокая фертильность *S. andigenum* и многоярусность его цветения не только на родине при коротком дне, но и в высоких широтах при длинном дне, дают возможность широко использовать в скрещиваниях большинство его форм с ценными признаками. Опыт многолетней селекции в нашей стране и за рубежом показал, что широкое использование всего многообразия ценных форм *S. andigenum* позволяет повысить урожайность сортов, сочетая гены высокой продуктивности разных видов, с генами устойчивости к патогенам и неблагоприятным условиям внешней среды.

Широкий полиморфизм *S. andigenum* дает возможность выбрать самые продуктивные генотипы, с желаемыми внешними признаками клубней (форма, размер, окраска кожуры, глубина глазков, длина столонов и т. д.). Этого несложно добиться при отборе растений сеянцев как от самоопыления, так и от скрещиваний с другими видами и селекционными сортами.

Одним из важнейших достижений современной селекции картофеля считается создание сортов, обладающих целым комплексом признаков, в том числе сочетанием высокой продуктивности с устойчивостью к болезням и вредителям. Селекционная практика показывает, что при гибридизации следует подбирать более устойчивые формы, хорошо передающие устойчивость потомству от самоопыления и скрещиваний с ними. Создание сортов картофеля, устойчивых к грибным, вирусным и бактериальным заболеваниям, а также картофельной нематоды *G. rostochiensis* Woll. – единственно надежный и наиболее экономичный способ снижения до минимума потерь от патогенных организмов. Выведение таких сортов возможно при использовании в селекции форм растений, обладающих естественным иммунитетом.

В выявлении иммунных и высокоустойчивых исходных форм картофеля нельзя не отметить все возрастающую роль крупнейших селекционных центров мира, где ведется интенсивная целенаправленная работа по получению устойчивых сортов картофеля на основе использования высокоиммунных диких и культурных видов картофеля. Так, благодаря направленной селекции на нематодоустойчивость в селекционных учреждениях, сегодня в Нидерландах почти все новые сорта картофеля устойчивы к большинству патотипов *G. rostochiensis*. В результате, проблема борьбы с данным паразитом в этой стране практически уже отпала. То же самое произошло и в селекции на ракоустойчивость.

Проведенные в последние годы исследования по изучению генетического разнообразия коллекции культурных видов картофеля в ВИРе позволили выделить генотипы, обладающие ценными признаками для селекции: высокой устойчивостью к различным патогенам, продуктивностью, качеством, а также высокой степенью наследования данных признаков при скрещиваниях.

Устойчивость к раку картофеля. Анализ родословных сортов показывает, что за всю историю отечественной и зарубежной селекции картофеля с использованием *S. andigenum*

были созданы сотни ракоустойчивых сортов. В их числе такие известные, как Волховский Выток, Детскосельский, Зарево, Зубренок, Имандра, Ласточка, Лесостепка, Луговской, Марникве, Полесский розовый, Рекорд, Рута, Сож, Синтез, Хибинский ранний и многие другие.

В.И. Яковлева [18], проводившая оценку большого числа образцов *S. andigenum* по ракоустойчивости, установила, что степень наследования устойчивости к раку у этого вида колеблется от 10 до 100%. Более 19% изученных образцов коллекции *S. andigenum* ВИР оказались высокоустойчивыми к различным расам рака.

Следует отметить, что устойчивость к раку картофеля была оценена у большей части образцов коллекции культурных видов. К сожалению, после распада СССР (оценку в основном проводили на Украине) за последние 15 лет оценку оставшейся части коллекции на проводили. Однако в ВИРе поддерживается генетическая коллекция ранее выделенных образцов, которые могут быть использованы в селекционной работе.

Устойчивость к фитофторозу. В настоящее время фитофтороз, возбудителем которого является гриб *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, остается одной из самых вредоносных и широко распространенных болезней картофеля в России. Поэтому проблема выведения сортов, устойчивых к фитофторозу, продолжает быть одной из приоритетных задач селекции картофеля. Селекция на устойчивость к фитофторозу, основанная лишь на одной сверхчувствительности, определяемой наличием R-генов, недостаточна из-за ее низкой эффективности, так как с появлением новых рас возбудителя *Phytophthora infestans* ранее устойчивые сорта поражаются. Поэтому, в последнем десятилетии XX в. селекционеры в своей работе стали ориентироваться на создание сортов с нераспецифической устойчивостью, имеющей различные определения: «горизонтальная», «полевая» или «инкубативная». Такой тип устойчивости считается более надежным [45]. И хотя горизонтальная устойчивость является более сложной для отбора гибридного материала, селекционеры стали чаще использовать в скрещиваниях исходный материал с такой устойчивостью, как наиболее надежный, в плане обеспечения долговременности сорта.

Горизонтальная устойчивость, имея комплексный характер [19, 24, 45], определяется многими факторами, в том числе: длительным инкубационным периодом, устойчивостью к проникновению спор гриба в клетки хозяина, замедленным поражением тканей растения, более слабой споруляцией [46]. Кроме того, полевая устойчивость растений может определяться как совместным действием всех перечисленных факторов, так и одним из них. Экспериментально доказано [45], что устойчивость к внедрению паразита играет основную роль в защитном механизме растения. Вследствие изменений в популяции гриба *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary надежную защиту картофеля от фитофтороза может обеспечить лишь высокий уровень горизонтальной устойчивости [2, 11]. Именно таким типом устойчивости обладают многие формы андийских культурных видов *S. andigenum*, *S. phureja*, *S. rybinii*, *S. goniocalyx* и др.

Согласно утверждению М. Umaerus [45], комбинированное использование в гибридизации двух типов устойчивости позволяет получить формы, обладающие одновременно двумя типами устойчивости. Исследовав характер наследования полевой устойчивости к фитофторозу у культурных видов при их гибридизации, К.З. Будин и Т.И. Соболева [2] установили положительную трансгрессию по такому типу устойчивости.

Гибриды с высокой полевой устойчивостью были получены даже при скрещивании слабоустойчивых форм *S. andigenum* и *S. rybinii*. Такие положительные трансгрессии позволяют подбирать компоненты для скрещивания даже среди форм слабо- или среднеустойчивых к патогену, но обладающих другими ценными признаками. Известный как сильный "усилитель" трансгрессии *S. andigenum* уже долгое время и довольно часто включается в скрещивания, в качестве третьего компонента. Так, например, он является очень ценным компонентом в трехвидовых скрещиваниях (*S. demissum*, *S. tuberosum*, *S. andigenum*) благодаря тому, что обладает длинным инкубационным периодом заражения листьев и одновременно является очень хорошим опылителем. Формы *S. andigenum*,

обладающие высокой полевой устойчивостью к фитофторозу, успешно используются в селекции картофеля на Украине [14, 17] и в Белоруссии [10]. В южноамериканских странах формы *S. andigenum* с полевой устойчивостью к патогену также широко используются в селекционной работе. Так, новые перуанские сорта Amarilla-INIA, Atahualpa, Canchan-INIA и Maria Bonita-INIA созданы на основе клонов этого вида, обладающих высокой полевой устойчивостью. Поэтому поиски и создание исходного материала для создания сортов с горизонтальной устойчивостью к фитофторозу весьма актуальны.

Проведенная в последние годы лабораторная и полевая оценка образцов коллекции культурных видов позволила выделить новые образцы с высокой полевой устойчивостью к фитофторозу у видов: *S. andigenum* (k-9002, k-9121, k-10390, k-10401, k-10405, k-10411, k-12828, k-13197, k-13873, k-15303, k-15361, k-15533 k-15543, k-15559, k-15597, k-15645, k-15646 k-15675, k-15958, k-16440, k-16646, k-17602, k-23716), *S. phureja* (k-1815), *S. rybinii* (k-5141, k-5943, k-8583, k-9335, k-9356, k-9366, k-9396), *S. kesselbrennerii* (k-1292 и k-11546), *S. stenotomum* (k-9276), *S. goniocalyx* (k-9087).

Перечисленные образцы имеют разное происхождение. Большая их часть интродуцирована из Боливии, Перу и Колумбии [9]. Проведенная оценка наследования устойчивости в потомстве от скрещивания у части выделенных форм позволила установить, что 15 из вышеуказанных устойчивых образцов имели высокую степень наследования в скрещиваниях с неустойчивыми сортами. Число устойчивых сеянцев достигало 60–81%. На основе подобных форм *S. andigenum* в ВИРе созданы сложные межвидовые гибриды, обладающие высокой устойчивостью к фитофторозу.

Устойчивость к парше обыкновенной и парше серебристой. На Северо-Западе России снижение урожайности и качества семенного и продовольственного картофеля нередко связано с интенсивным развитием различных видов парши: обыкновенной (*Streptomyces scabies* (Thaxt) Waksman et Henrici), серебристой (*Spondylocaladium atrovirens* Harz.)

Устойчивость ко всем видам парши контролируется несколькими генами, среди которых только один доминантный, и степень устойчивости возрастает от симплексного к квадриплексному состоянию. По мнению А.Я. Камеразы [1], основным препятствием в создании сортов, устойчивых к данному патогену, является именно полигенный характер устойчивости. По мнению Н. Howard и др. [33], расщепление по устойчивости обусловлено эффектом малых генов, экспрессия которых очень сильно зависит от факторов окружающей среды.

Оценка различных видов картофеля на устойчивость к парше с целью создания исходного материала для селекции была начата в ВИРе еще в 1960-е годы. А.Я. Камераз [7] создал ряд устойчивых к этому заболеванию гибридов, на основе разновидности *S. andigenum*, var. *Colombianum*. Среди них – высокоустойчивый к парше и картофельной нематоды гибрид [(Цыганка x Антинема) x *S. andigenum* K-170]. Сегодня эта работа продолжается. Благодаря совместным исследованиям с учеными Петрозаводского Государственного университета в 1998–2003 гг. было изучено около 500 образцов культурных видов картофеля на устойчивость к ризоктониозу, парше обыкновенной и парше серебристой [6].

В результате изучения были выделены образцы с высокой степенью устойчивости к парше обыкновенной: *S. andigenum* – k-5541, k-8142, k-8155, k-8174, k-8209, k-10326, k-17682, k-4520, k-8142, k-8155, k-8174, k-13262, k-17682; *S. phureja* – k-1815; *S. goniocalyx* – k-11026, k-9276; *S. rybinii* – k-2892, k-5768 k-6500, k-6583, k-9335, k-19931, k-16581; *S. stenotomum* – k-3373; к парше обыкновенной и парше серебристой: *S. andigenum*: k-4520, k-7997, k-8060, k-11856; k-13817; *S. goniocalyx* – k-9087; *S. stenotomum* – k-11026, k-9276.

Устойчивость к ризоктониозу. Подробно генетическая природа устойчивости к этому заболеванию, вызываемому возбудителем *Rhizoctonia solani* Kuhn., еще до конца не изучена, но установлено, что она так же, как и другие виды парши, носит полигенный характер и во многом зависит от взаимодействия фактора «генотип – среда» [29]. Устойчивость к ризоктониозу является следствием комбинации различных факторов, которые создают

определенные трудности в селекционной работе и поэтому селекционных сортов, обладающих выраженной и стабильной устойчивостью к этому патогену пока еще практически нет. Однако селекционные клоны с высокой устойчивостью на основе форм культурных и дикорастущих видов уже созданы в некоторых зарубежных институтах. Так, устойчивые клоны СР 385006 (Перу) и ICA-79-94-3 (Колумбия), созданные на основе форм *S. andigenum*, используются в селекционных программах этих стран [28]. Поэтому, наиболее эффективным путем создания исходного материала для селекции является поиск генетических ресурсов устойчивости среди южноамериканских видов картофеля, потенциальных носителей устойчивости к данному патогену.

В последние годы в европейских странах все большее внимание уделяется селекции на устойчивость к ризоктониозу. В генбанках картофеля Великобритании и Нидерландов среди образцов различных видов, в том числе и среди *S. andigenum*, выделены новые генетические источники высокой устойчивости к этому патогену.

Проведенные нами исследования позволили выявить среди образцов *S. andigenum* новые источники устойчивости к этому патогену. Это образцы *S. andigenum*: k-8077, k-8155, k-13964, k-8142, k-13262, k-17682, k-17689, k-17690, k-17821, k-4620, k-5541, k-17931, k-20597, k-11856, k-17781, k-4520, k-8142, k-8155, k-8174, k-13262. *S. phureja* – k-1815; *S. goniocalyx* – k-11026, k-9276; *S. rybinii* – k-2892, k-5768 k-6500, k-6583, k-9335, k-19931, k-16581; *S. stenotomum* – k-3373;

Устойчивость к черной ножке (*Erwinia carotovora*, ssp. *atroseptica van Hall*). Поскольку ущерб, наносимый этой болезнью, довольно велик, селекция на устойчивость к ней не менее актуальна, чем на устойчивость к фитофторозу или к нематодам [4].

Селекция на устойчивость к *Erwinia carotovora*, ssp. *atroseptica* имеет особое значение, так как эта бактерия вызывает и мягкую гниль, и черную ножку [15]. Установлена положительная корреляция между проявлением мягкой гнили на клубнях и черной ножки на стеблях [47]. Х. Лельбах [34] показал, что устойчивость к мягкой гнили контролируется малыми генами. Однако, по его мнению, влияние факторов окружающей среды на распространение этого заболевания настолько высоко, что он не уверен в большом успехе селекции. М. Мюнцерт и У. Хунниус [39] не согласны с этим и считают, что устойчивости сортов картофеля к мягкой гнили можно добиться только селекционным путем, за счет использования форм, обладающих генами устойчивости к этому патогену. При этом они придают большее значение селекции на устойчивость к черной ножке, чем на устойчивость к мягкой гнили. Исследователи Р. Хукстра и М. Мюнцерт [30] отмечают преимущество *S. andigenum* в процессе селекции перед другими видами, так как при его использовании уменьшается число необходимых беккроссов.

В результате скрининга 270 образцов коллекции *S. andigenum*, проведенного совместно с сотрудниками ВИЗР в 1995–1999 и 2004 гг., нами было выделено 23 новых источника устойчивости к патогену: k-8239, k-10398, k-10400, k-12828, k-13197, k-15361, k-15363, k-15368, k-15375, k-15379, k-15415, k-15543, k-15553, k-15554, k-15576, k-15632, k-15646, k-15650, k-15674, k-15989, k-16152, k-16153, k-18972.

Устойчивость к вирусным болезням. Создание сортов, устойчивых к вирусным болезням, представляет наибольшую сложность в селекции картофеля. Это связано с наличием большого числа штаммов, поражающих эту культуру, а также отсутствием видов или сортов, обладающих комплексной устойчивостью ко всем вирусам. Поэтому селекция на устойчивость к вирусным болезням является наиболее радикальным и эффективным средством по сравнению с оздоровлением сортов, не обладающих такой устойчивостью.

Общеизвестно, что существуют два типа устойчивости к некоторым вирусам. Первый – некротические типы устойчивости, в которых каждый индивидуум может быть инфицирован в поле, когда инфекция сильная. Эта устойчивость контролируется полигенами. Второй – некротические типы устойчивости, контролируемые доминирующими генами, которые в свою очередь контролируют сверхчувствительность или экстремальную устойчивость

(иммунитет). Самым ценным является иммунитет (крайняя степень устойчивости). В этом случае паразит не имеет необходимых условий для развития на данном субстрате, вследствие чего на этот сорт никогда не поражается болезнью. Такой тип устойчивости встречается и у культурного вида *S. andigenum* в отношении некоторых вирусов.

Источником исходного материала для селекции на вирусостойчивость служат дикорастущие и культурные виды картофеля. В последние десятилетия зарубежные селекционеры часто используют в качестве исходного материала вирусостойчивости клоны *S. andigenum* USDA 41956 и CPC 1673 [22]. Наиболее ощутимый вред посадкам картофеля в нашей стране наносят такие вирусы, как X, Y, S, M. Поэтому в нашей работе мы уделяем большое внимание изучению устойчивости форм культурного вида *S. andigenum* к этим вирусам.

Устойчивость к вирусу картофеля X (ХВК; латентный вирус картофеля или вирус крапчатости) основывается на следующих ее типах: устойчивость к заражению, локализованная сверхчувствительность и крайняя устойчивость. Впервые ген устойчивости к вирусу X – $R_{x_{adg}}$ был открыт Wiersema [49] в клоне *S. andigenum* CPC1673, известном также, как источник устойчивости к двум патотипам нематоды *G. rostohiensis* Woll. (Ro1 и Ro4) и иммунитета к вирусам: Y и S. Гибриды Института Макса Планка MPI 61.303/34 и MPI 44.335/68, на основе которых были созданы такие известные сорта, как Sante, Bzuga, Pilica, San Ssignal, Barbara, Bison, Fanal, Cordia, Esta, Forelle, Wega и др., обладают геном R_x устойчивости к вирусу X, также заимствованным от устойчивых форм *S. andigenum*, соответственно колумбийского и южно-перуанского происхождения. Методом отдаленной гибридизации, с вовлечением в ней иммунной формы *S. andigenum*, А.А. Подгаецким и М.А. Пикой [13] были успешно созданы гибриды картофеля, обладающие высокой устойчивостью к вирусу X. Иммунитетом к вирусу X обладают такие сорта, как Детскосельский, Alkmaria, Marijke, Prevalent, Prominent, Saco, Tava, Wauseon и др. Большинство из них несет в себе гены устойчивости к этому вирусу от клонов *S. andigenum*.

Устойчивость к вирусу Y (YBK, полосчатая и морщинистая мозаика). Вирус Y – одна из самых вредоносных и часто встречаемых болезней картофеля. Многие исследователи, изучавшие наследование иммунитета к PVY у *S. andigenum* путем скрещивания устойчивых клонов с чувствительными сортами [27.37], установили в поколении F_1 у большинства клонов наличие одного доминантного гена, контролирующего экстремальную устойчивость, когда соотношение устойчивых к неустойчивым сеянцам составляло 1:1. Кроме того, Я. Валконен и др.[48] установили, что экстремальная устойчивость и сверхчувствительность к вирусу Y передаются вместе только от *S. andigenum*. Исследованиями Е. Миховилович и др. [38] установлено также, что доминантный ген $R_{y_{adg}}$, открытый Х. Вьерсема [49], контролирует крайнюю устойчивость к вирусу Y.

Сверхчувствительность к вирусу Y была обнаружена также и у некоторых гаплоидных форм, полученных от *S. andigenum* [27]. Авторы объясняют ее как искаженное расщепление экстремальной устойчивости гена $R_{y_{adg}}$, так как эта устойчивость обеспечена функционированием лишь одного локуса. В этой связи следует отметить, что Я. Валконен и др. [48] обнаружили в потомстве от скрещиваний *S. andigenum* два эпистатических друг другу гена устойчивости ($R_{y_{adg}}$ и $N_{y_{adg}}$), переданных им вместо одного гена $R_{y_{adg}}$.

На основе иммунных к YBK форм *S. andigenum* М. Расохова [42], Н.В. Русецкий [16] и другие исследователи получили устойчивые к этому вирусу гибриды, доказав экспериментально, что иммунитет исходного материала обусловлен доминированием гена $R_{y_{adg}}$.

В результате использования в селекции клонов *S. andigenum*, обладающих иммунитетом к вирусу Y созданы такие известные сорта, как: Aquila, Capella, Delos, Maritta, Shwalbe, Sagitta, Saturna, Tatry, Polanin, Uran, Vokal и др. Эти сорта в свою очередь послужили исходным материалом для создания многих других сортов, устойчивых к YBK. Следует также отметить, что один из известных отечественных сортов – Детскосельский, созданный на основе *S. andigenum*, также обладает устойчивостью к вирусу Y.

Устойчивость к вирусу S (SBK). Среди многочисленных видов картофеля устойчивость к SBK встречается редко. Культурный вид *S. andigenum* является одним из редких источников гена устойчивости N_s, контролирующего сверхчувствительную реакцию к инфекции SBK. Установлены два таких источника гена N_s, имеющие отношение к *S. andigenum*: клон GLKS 678147/60 [43] и тетраплоидная линия MPI 65 118/3 Института Макса Планка – MPI [15].

По данным М. Бэреке [20], Р. Багнала и др. [22], Х. Виерсемы [49] и Ю. Задёны [5], лучшим источником сверхчувствительной устойчивости к этому вирусу в последнем десятилетии признан клон *S. andigenum* PI 258907 – производный от боливийского аборигенного сорта Нуаса. Эта устойчивость контролируется доминантным геном сверхчувствительности N_s [35], которым обладает вышеупомянутый клон GLKS 678147/60. Установлено [20, 23], что сорт Saco, созданный с использованием устойчивого клона *S. andigenum*, является источником устойчивости не только к вирусу X, но также обладает иммунитетом к вирусу S, благодаря присутствию в нем гена устойчивости N_s от *S. andigenum*. Кроме того, упомянутые авторы не исключают, что иммунитет этого сорта контролируется одним рецессивным геном в гомозиготном состоянии.

Таким образом, используя в гибридизации клоны *S. andigenum* с генами устойчивости к SBK, можно добиться создания линий и сортов, обладающих устойчивостью к этому вирусу. В результате многолетнего скрининга образцов коллекции *S. andigenum* выделены формы, обладающие устойчивостью к SBK.

Устойчивость к вирусу M. По литературным данным [47, 21], выявлена устойчивость некоторых клонов *S. andigenum* к вирусу M. Существует мнение, что в европейской части этот вирус распространен больше в прибалтийском регионе.

Многолетнее изучение коллекции диких и культурных видов показало, что среди их большого разнообразия можно найти генотипы, обладающие высокой устойчивостью к этому вирусу [1]. Как показали результаты многолетнего изучения образцов коллекции *S. andigenum*, среди них неоднократно выделялись формы, обладающие устойчивостью к MBK.

В табл. 1 показаны зарубежные сорта, созданные на основе *S. andigenum*, которые обладают устойчивостью к нескольким вирусам картофеля, унаследованной от клонов этого вида или созданы с участием нескольких видов.

Проведенная совместно с сотрудниками ВИЗР оценка образцов *S. andigenum* путем искусственного заражения, позволила выделить среди большого разнообразия его форм новые генотипы, обладающие высокой устойчивостью к различным вирусам (табл. 2)

Устойчивость к золотистой картофельной нематодe Проблема выведения сортов, устойчивых к золотистой картофельной нематодe *Globodera rostochiensis* Woll., стоит пока остро и является одним из приоритетных направлений в отечественной селекции. Отечественные нематодоустойчивые сорта составляют лишь 12% от общего числа сортов, включенных в Государственный реестр на 2006 год для выращивания на территории Российской Федерации.

Устойчивость к *G. rostochiensis* контролируется единственным доминантным геном H₁. Х. Токсопеус и А. Хьюзман [44]. После этого значимого для селекции картофеля события европейские селекционеры стали использовать выделенные британские образцы как исходный материал для создания нематодоустойчивых сортов. Особых успехов достигли голландские селекционеры, которые в результате межвидовой гибридизации с участием различных клонов *S. andigenum* (СРС 1673, СРС 1685, СРС 1695 и др.) получили уже в 60-е и 70-е годы десятки сортов картофеля, обладающих устойчивостью не только к разным патотипам, но и к разным видам нематод. Изучение устойчивости таких сортов подтвердило моногенный характер наследования этого признака [40]. В своих исследованиях Д. Мюнери и др. [36] установили, что носитель общей устойчивости за счет гена H₁, клон *S. andigenum* – СРС 1673, дает 50–75% устойчивого потомства.

После открытия источников устойчивости к нематоду Ro₁ среди форм *S. andigenum* в Перу, Боливии и в ряде стран Европы были обнаружены новые патотипы нематод: Ro₂, Ro₃, Ro₄ и Ro₅, которые легко преодолевают устойчивость выделенных форм *S. andigenum*. Были открыты доминантные гены, контролирующие устойчивость к этим патотипам [32]. Кроме *S. andigenum*, устойчивостью к таким патотипам обладают очень редкие формы дикорастущих видов (*S. multidisectum*, *S. vernei* и др.) [8, 26].

Поэтому, представляет большой практический интерес комбинирование генов разных типов устойчивости *S. andigenum* и других видов, т.е. необходимо создание гибридов, комбинирующих устойчивость к разным патотипам. Так, уже в 70-е годы XX-го века в Англии, в результате синтеза устойчивости в гибридном потомстве от разных форм *S. andigenum* и видов *S. multidisectum* и *S. vernei* были получены гибридные формы, устойчивые к двум патотипам нематоды [12]. В Шотландском институте были выделены новые формы *S. andigenum* – CPC 2775, CPC 2802 и CPC 2805, обладающие устойчивостью к новым британским патотипам нематоды В (Ro₂) и С (Ro₃) [31].

В конце XX-го века голландские селекционеры получили более двух десятков сортов, обладающих устойчивостью к двум, трем и даже четырем патотипам картофельной нематоды. В 1970-е и 1980-е годы устойчивость к этому патогену была установлена у образцов некоторых дикорастущих видов картофеля (*S. curtianum*, *S. vernei*, *S. pinnatisectum* и др.). Тем не менее, наиболее часто в родословной новых сортов значатся клоны *S. andigenum*, который имеет преимущество перед дикими видами, поскольку он ближе к *S. tuberosum* по генам других хозяйственно-ценных признаков и легче скрещивается со многими другими видами, значительно уменьшая необходимость многократного беккроссирования. Кроме того, благодаря высокому гетерозису *S. andigenum* больше, чем другие виды, используется в скрещиваниях для повышения урожайности.

Перспективность использования нематодоустойчивых сортов – гибридов *S. andigenum* и его отдельных форм доказал А.Я. Камераз [1] более 30 лет назад. В потомстве полученных им гибридных комбинаций Sagitta × Amzel, Sagitta × Приекульский ранний, Sagitta × Mack Intosh, Sagitta × Lipinski Vchesne количество устойчивых семян достигало от 40 до 67%.

Устойчивые формы *S. andigenum* были использованы в создании многочисленных нематодоустойчивых сортов картофеля во многих странах, где возделывается картофель. Первый сорт, устойчивый к *G. rostochiensis*, Ro₁, с геном от клона CPC 1673 – Antinema, был создан еще в 1961 г. В настоящее время более 80% нематодоустойчивых сортов Голландии и 65% – Германии, несут в себе ген устойчивости H₁ от образца CPC 1673 *S. andigenum*. По самым скромным нашим подсчетам, в настоящее время в мире создано более 300 нематодоустойчивых сортов картофеля только на основе этого вида. За последние 30 лет (1971– 2001гг.) в США и Канаде, при использовании только одного клона *S. andigenum* CPC 1673, обладающего геном H₁, было создано более 40 сортов, устойчивых к *G. rostochiensis* [25]. За последнее десятилетие XX века группой американских ученых-селекционеров, руководимой Р. Плэйстедом [41] было создано 7 новых сортов на основе нематодоустойчивых форм *S. andigenum*: Kanona, Steuben, Allegany, Genesee, Andover, Pike, Eva. Эти сорта обладают устойчивостью к различным патотипам *G. rostochiensis* и *G. pallida*.

Наличие различных патотипов *G. rostochiensis* Woll. – Ro₁, Ro₂, Ro₃, Ro₄, Ro₅, и *G. pallida* Stone – Pa₁, Pa₂, Pa₃ делает необходимым вовлечение всего разнообразия устойчивых форм в селекцию. В Российской Федерации распространен только один патотип *G. rostochiensis* – Ro₁, однако, учитывая, что в странах Европы их 8, то вероятность завоза других патотипов очень высока. Поэтому селекция на устойчивость к нематоду не должна ориентироваться на один распространенный в России патотип Ro₁. Необходимо уже сейчас развивать скрининг и селекцию на устойчивость и к другим патотипам.

В 1993–2003 гг. совместно с сотрудниками ВИЗР была проведена комплексная оценка устойчивости клонов и семян 320 образцов *S. andigenum* к патотипу Ro₁ *G. rostochiensis*, методом искусственного заражения почвы. Проведенная оценка позволила выделить 24 новых генетических источника устойчивости: k-9121, k-10405, k-12828, k-13941, k-14270, k-

15361, k-15317, k-15809, k-16374, k-16375, k-17165, k-17172, k-17505, k-21655, k-21665, k-21683, k-22034, k-23691, k-23688, k-23694, k-23696, k-23699, k-23704 и k-23719. Кроме того, среди данных образцов выделены генотипы, сочетающие этот признак с устойчивостью к отдельным вирусным и грибным болезням.

Содержание крахмала крахмала. В связи с наблюдающимся в последние годы повышенным спросом на сорта, пригодные к переработке, все актуальнее становятся вопросы селекции новых сортов такого направления, которых в Российской Федерации еще мало. Одним из генетических источников высокого содержания крахмала является культурный вид *S. andigenum*. Значение *S. andigenum* для селекции на повышенное содержание крахмала подтверждается созданием на его основе таких высококрахмалистых сортов, как Белорусский №476/36, Выток, Зарево, Зубренок, Калистовский, Криница, Ласунак, Милавица, Мильда, Михневский, Орбита, Синтез и др. Среди сложных межвидовых гибридов белорусских и украинских селекционеров, для создания которых в качестве исходного материала использовался *S. andigenum*, среднее содержание крахмала составляло 16–18%, а у отдельных комбинаций оно превышало 25–27%. Поэтому использование в селекции культурных видов, в том числе *Solanum andigenum*, является резервом повышения крахмалистости картофеля.

В связи с вышеизложенным, особенно актуально выделение нового исходного материала для селекции в этом направлении. В ВИРе ежегодно оценивается содержание крахмала в среднем у 300 образцов коллекции. В результате проведенной за последние 5 лет оценки образцов коллекции культурных видов были выделены новые клоны генотипов с высоким содержанием крахмала.

Ниже перечислены виды и их образцы с высоким (более 20%) содержанием крахмала: *S. andigenum* – k-5808, k-5819, k-12990, k-14389, k-15072, k-15553, k-16270, k-17792, k-21641, k-10392; *S. rybinii*– k-1742, k-5648, k-7048, k-7116, k-12990, k-14389, k-15072, k-5972.

Продуктивность Согласно методикам оценки селекционного материала картофеля по хозяйственным признакам, главными компонентами продуктивности растения являются число клубней, масса или размер клубня и урожай с куста. Важным компонентом продуктивности растения картофеля является число клубней на нем. Число клубней генетически детерминировано числом стеблей на растении, тогда как величина клубней контролируется взаимодействием малых генов. Именно число стеблей на растении является одним из ведущих факторов в структуре урожая.

Изучение интродуцированных образцов *S. andigenum* из стран, где возделываются его сорта, показывает, что в среднем этот вид является самым высокопродуктивным в сравнении с другими культурными видами. Урожай отдельных растений некоторых аборигенных сортов может превышать 4 кг.

Проведенная нами комплексная оценка ранее не изученных, а также интродуцированных за последние 15 лет образцов, позволила выделить новые источники высокой продуктивности, в том числе генотипы, обладающие многоклубневостью. Было изучено более 900 образцов коллекции, в результате чего выделено 214, у которых число клубней на одно растение было более 20, а также 136 образцов, сочетающих многоклубневость с урожаем с куста не менее 750 г. В табл. 3 представлены образцы *S. andigenum* с наилучшими показателями продуктивности, выделенные из коллекции.

Среди примитивных культурных видов высокой продуктивностью отличаются виды *S. rybinii* и *S. phureja*. Наивысшим показателем по этому признаку за последние годы отмечены образцы примитивного вида *S. rybinii* k-8241, k-9386, k-9347, k-19325, k-5962

Многоклубневость Из коллекции выделены также образцы, обладающие таким ценным признаком, как многоклубневость, которая является одним из компонентов продуктивности. К подобным образцам относятся клоны, образующие не меньше 20 клубней, сочетающие это ценное свойство с другими ценными признаками – раннеспелостью, высоким содержанием

крахмала, белка, устойчивостью к патогенам или др. Это образцы *S. andigenum*: k-3141, k-8194, k-4629, k-17961, k-8069, k-3154, k-8162, k-4620, k-3141, k-8194;
S. rybinii: k-1292, k-1713, k-5768, k-5935, k-5974, k-6406, k-7160, k-8592, k-8596, k-8887, k-9039, k-9388, k-9428, k-9430, k-11546, k-12192; *S. phureja*: - k-9388 k-9430;
S. goniocalyx: k-3154, k-6507, k-7048, k-8069, k-17961, k-9039;
S. stenotomum: k-12782, k-10915, k-13257, k-13250, k-10433, k-6504, k-6507, k-7048, k-8887.

Таблица 1. Устойчивые к различным вирусам зарубежные сорта, созданные с использованием *S. andigenum*.

Сорт	Страна оригинатор	X	Y	S	M	L
Apta	Нидерланды		+	-	+	
Alkmaria*	-//-	+	-	-	-	-
Aquilla	Германия	+	+	+	+	-
Amaril*	Нидерланды	+	+	-	-	+
Climax	Германия	+	-	-	-	-
Clivia	-//-	+	+	+	-	+
Capella	-//-	+	-	+	+	-
Delos	-//-	-	+	-	+	-
Ekhud*	-//-	+	+	-	+	-
Gerlinde	-//-	-	+	-	-	+
Jubel	-//-	+	-	-	+	-
Lenino	Польша	-	+	-	-	-
Marijke*	Германия	+	-	-	-	-
Maritta	-//-	+	+	-	+	+
Polanin	Польша	-	+	-	-	-
Prevalent*	Нидерланды	+	-	-	-	-
Prominent*	-//-	+	+	-	+	-
Rector	-//-	+	-	-	-	-
Sagitta*	Германия	-	+	+	+	-
Specula	-//-	+	+	+	-	-
Schwalbe	-//-	+	+	+	-	+
Saco	США	+	+	+	-	-
Saskia*	Нидерланды	-	+	+	-	-
Saturna*	-//-	+	+	-	-	+
Sinaeda*	-//-	+	+	-	-	-
Tava	США	+	-	-	-	-
Tatry	Чехия	-	+	-	-	-
Vulkano	Нидерланды	+	-	-	-	-
Uran	Германия	+	+	-	+	+
Wauseon*	США	+	-	+	+	+
MPI44.335/130	Германия	+	+	-	+	+

* – сорта обладающие устойчивостью к картофельной нематоде *G. rostochiensis*

Таблица 2. Выделенные образцы *S. andigenum*, обладающие устойчивостью к различным вирусам

Номер по каталогу ВИР	Название разновидности	Страна происхождения	Устойчивость к вирусам		
			X	S	M
k-13503	var. <i>runa</i>	Перу		+	
k-15525	var. <i>guata guascosa</i>	Колумбия		+	+
k-15554	var. <i>tocanum</i>	-//-			+
k-15685	var. <i>mammiliferum</i>	-//-	+		+
k-16217	var. <i>rosada</i>	-//-	+	+	+
k-16228	var. <i>londres</i>	-//-	+		+
k-16345	var. <i>chipaquense</i>	-//-	+		+
k-23695	var. <i>lizarasa</i>	-//-	+		
k-23699	var. <i>cunca</i>	Перу			+
k-23701	var. <i>lilacinoflorum</i>	Колумбия	+		
k-23705	var. <i>papayanum</i>	-//-	+		
k-23712	var. <i>tocanum</i>	-//-			+
k-23719	var. <i>uncuna</i>	-//-	+		
k-23721	var. <i>aymaranum</i>	Боливия	+		

Таблица 3. Выделенные образцы *S. andigenum* из коллекции ВИР с наиболее высокой продуктивностью по результатам изучения за 10 лет (Санкт-Петербург, 1994–2003 гг).

№ по каталогу ВИР	Форма, разновидность	Средний урожай (г/куст)	Среднее число клубней	Средняя масса клубня (г)
1689	var. <i>caiceda</i>	880,5	27,5	32,0
2953	var. <i>adpresse</i>	943,2	16,2	58,2
4613	var. <i>cochabambense</i>	938,7	31,0	30,3
5541	var. <i>sacompayo</i>	829,4	18,3	45,3
7762	var. <i>globosum</i>	804,0	21,5	37,4
8069	f. <i>limena negra</i>	960,1	14,7	72,1
8162	var. <i>huancayense</i>	909,8	22,3	40,6
11016	var. <i>yana huaca</i>	867,4	26,5	32,7
13828	var. <i>huairuru</i>	820,7	19,1	43,0
13641	var. <i>ccompis</i>	885,5	22,0	40,2
13873	var. <i>latius</i>	910,0	32,3	28,2
15443	var. <i>rosada</i>	946,3	29,1	32,5
15415	var. <i>mammiforme</i>	860,7	21,4	42,1
15674	var. <i>siachoquense</i>	868,3	23,7	36,6
16185	conv. <i>elongatibacatm</i>	920,8	19,3	47,7
16455	var. <i>cevallosii</i>	780,3	17,0	45,9
20240	var. <i>tolimense</i>	842,8	27,2	31,3
20266	var. <i>tuquerena</i>	890,4	20,6	43,2
23696	var. <i>tihuanacense</i>	974,1	15,3	63,7

ЛИТЕРАТУРА

1. Букасов С.М., Камераз А.Я. Селекция и семеноводство картофеля. Л. «Колос». 1972. 357 с.
2. Будин К.З., Соболева Т.И. Наследование полевой устойчивости к фитофторе при гибридизации с культурными видами. // Вестник с.-х. науки. 1982. № 8. С. 78-83.
3. Выделение исходного материала для селекции картофеля на основе генеалогии - Методические указания. / Сост.: Л.И. Костина. ВИР. СПб. 1992. 105 с.
4. Дорожкин Н.А., Бельская С.И., Генералова И.В. Распространение и вредоносность черной ножки картофеля в Белоруссии. // Картофелеводство. 1976. Вып.3. С.114-118.
5. Задина Ю. Селекция картофеля на устойчивость к вирусным заболеваниям в ЧССР. // Картофель. Материалы симпозиума по селекции и семеноводству картофеля. Бонин. 1974. С. 17-19.
6. Евстратова Л.П., Киру С.Д., Палеха С.В., Николаева Е.В., Харин В.Н. Источники устойчивости к патогенам в формах южноамериканских культурных видов картофеля. // Вестник РАСХН, 2002. № 6. С. 51-54.
7. Камераз А.Я. Исходный материал для селекции сортов, картофеля, устойчивых к болезням и вредителям. // Сб. ВИР "Исходный материал в селекции картофеля", М. ВНИИТЭСХ, 1965. С.76-99.
8. Камераз А.Я., Понин И.Я. Исходный материал и перспективы его использования в селекции картофеля на устойчивость к картофельной нематоде (*Heterodera rostochiensis* Woll.). // Труды по прикл. бот., ген. и сел. Т.53, Вып.1. Л.1974. С.199-215.
9. Каталог мировой коллекции. Вып. 707. Картофель. Культурный вид *Solanum andigenum* Juz. et Buk. Образцы с ценными селекционными признаками. Составители: С.Д.Киру; В.П. Сдвижкова. ВИР 1999 г. 22 с.
10. Козлов В.А. Создание исходного материала картофеля для селекции сортов, устойчивых к фитофторозу, с повышенным содержанием крахмала на основе дигамплоидов, диких и культурных видов. // Автореф. канд. с.-х. наук. Самохваловичи – Минск, 2002, 21 с.
11. Колобаев В.А. Принципы и методы создания высокоэффективных доноров горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторозу. // Метод. рекомендации. ВИЗР. СПб. 2001. 16 с.
12. Макаров П.П. Генетические исследования, селекция и семеноводство и некоторые особенности культуры картофеля в Великобритании. М. ВНИИТЭСХ. 1977. 46с.
13. Подгаецкий А.А., Пика М.А. Виділення вірусостійких міжвидових гібридів картоплі. (Выделение вирусоустойчивых гибридов картофеля). // Картоплярство, 1990; Т. 21. С. 27-32.
14. Подгаецкий А.А., Чередниченко Л.Н. Создание исходного селекционного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу. // «Вопросы картофелеводства». – Материалы научно-практ. конф. М. 2001. С. 158-169.
15. Росс Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы (пер. с англ). М. «Агропромиздат». 1989. 181 с.
16. Русецкий Н.В. Особенности развития вирусов картофеля М, Y и X в условиях комплексной инфекции и скрининг устойчивых форм. // Автореф. канд. биол. наук. БелНИИЗР, Прилуки. 2001. 18 с.
17. Тарасенко О.О., Осипчук А.А. Використання складних міжвидових гібридів картоплі в селекції на польову стійкість проти фітофторозу. // «Вісн. аграр. науки.» 1997; № 5. С. 71-74.
18. Яковлева В.И. Ракоустойчивость диких и культурных видов картофеля. В сб.: «Рак картофеля». Изд. АН УССР. Киев. 1959. Вып. 2. С. 109-117.
19. Яшина И.М. Наследование полевой устойчивости к фитофторе у гибридов и сортов разного происхождения. Генетика. 4, № 6, С. 5
20. Baerecke M.L. Uberempfindlichkeit gegen das S-virus der Kartoffel in einem Bolivianischen Andigena Klon. // Züchter 37. 1967(b). S. 281-285.

21. Bamberg J. B., Martin M.W., Schartner J. J. Elite selections of tuber-bearing *Solanum* species germplasm. Univ. Wisc. Press. 1994. 67 p.
22. Bagnall R.H.. Resistance to potato viruses M, S, X and the spindle tuber virus in tuber bearing *Solanum* species. //Am Potato J. 1972. V. 49 N9. P. 342–348.
23. Bagnall R.H., Young D.A. Resistance to virus S in the potato. //Am Potato J. V. 49. 1972. P.196–201.
24. Black W. The nature and inheritance of field resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes // Am. pot. j. – 1970. N 47, pp. 279–288.
25. Brodie B.B. Classical and molecular approaches for managing nematodes affecting potato. Canadian. //J. Plant Pathology. 1999. V.21. P.222–230.
26. Brodie B.B. Plaisted R.L. Resistance in potato to *Globodera rostochiensis* pathotype Ro2. //Journal of Nematology V.29. 1997. P.571.
27. Calvez R., H. Mendoza, Fernandez-Northcote E. Herencia de la inmunidad al virus Y de la papa (PVY) en *Solanum tuberosum* susp. andigena. //Fitopatologia. 1990. V. 25 (1).
28. Estrada Ramos N. La biodiversidad en el mejoramiento genetico de la papa. //CIP & PROINPA, 2000, 372 p.
29. Frank J.A.; Leach S.S. Comparison of tuberborne and soilborne inoculum in the *Rhizoctonia* disease of potato. //Phytopathology, 1980 Vol. 70. P.51–63.
30. Hoekstra, R., Munzert M. Resistenzen gegen *Erwinia* in *Solanum* spp. Tagungsbericht Wintertagung DLG-Arbeitsgemeinschaft für Kartoffelzüchtung und Pflanzguterzeugung, 1990, N.13/14. P.11–16.
31. Howard H.W. The effect of inbreeding on potato cyst-nematode, *Heterodera rostochiensis*. //Ann. Appl. Biol. V. 62 P. 1968. P. 485–492.
32. Howard H.W., Cole C.S., Fuller J.M. Further sources of resistance to *Heterodera Rostochiensis* Woll. in the Andigena Potatoes. //Euphytica V.19, 1970. P.210–216.
33. Howard H.W., Cole C.J.; Fuller J.M.; Jellis G.J. & Thomson A. J. Potato breeding problems with special reference to selecting progeny of the cross of Pentland Crown x Maris Piper. Ann Rep, Plant Breeding Inst. Cambridge, 1978. P. 22–50.
34. Lellbach H. Schätzung genetischer Parameter aus diallelen Kreuzungen bei der Näßfäuleanfälligkeit der Kartoffel. Arch. Züchtungst. 1978 N. 8 P. 193–199.
35. Makarov P.P. Inheritance of resistance to potato virus S. // Potato Res., 1975, Vol.18. N 3, P. 326–329.
36. Mugniery D., Perennec P., Queguiner J., Balandras C. Selection de la pomme de terre pour la resistance aux nematodes a kyste *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*. //C.R. Acad. Agr. Fr, 1985. V. 71. N 7. P. 761–770.
37. Munoz F.J., Plaisted R.L., Thurston H.D. Resistance to Potato virus Y in *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*. Am Potato J Vol. 52. 1975. P.107–116.
38. Mihovilovich E., Salazar L., Bonierbale M. Durabilidad del gen de resistencia extrema al virus y de la papa (PVY) de *Solanum tuberosum* subsp, *andigena* (*Ryadg*) presente en clones de *Solanum tuberosum* subsp, *tuberosum*. Es.XV-Congreso Peruano de Fitopatologia. Pucallpa (Peru). //Fitopatologia (Peru). V. 35 (2000 (b) (1) P.19–20.
39. Munzert M., Hunnius W. Beziehungen zwischen der Resistenzen gegen Schwarzbeinigkeit. Naßfäule und Trockenfäule der Kartoffel. //Z. Züchtungsf.1980, V.85 P. 59–70.
40. Pfeffer C., Steinbach P. Die Vererbung der Resistenz aus *Solanum andigenum* gegen den Kartoffelnematoden *Globodera rostochiensis* // Arch. Züchtungsforsch, 1989; 19, N 3, S.273–280.
41. Plaisted R.L., D Halseth.E., Brodie B.B., Slack S.A., Sieczka J.B., Christ B.J., Paddock K.M, M.W. Peck. Eva: A midseason golden nematode- and virus-resistant variety for use as tablestock or chipstock. //Amer. J. of Potato Res. V. 78, 2001. P. 65.
42. Rasochova M. Bioticke stresy u brambor s ohledem na ukoly ve slechteni brambor. //Nove poznatky ve slechteni rostlin, 1987; T. 2, S. 24–28
43. Rothacker D., Efmert M., Gottschling W. et al. Möglichkeiten der Züchtung krebsbiotypen-resistenter Kartoffeln auf der Grundlage von *S. andigenum* x *S.*

- tuberosum* – Bastarden. Arch. Züchtungsforsch., Berlin 41, (1974). S. 45–55.
44. *Toxopeus H. J., Huijsman A. V.* Breeding for resistance to potato root eelworm. //Euphytica, 2. 1953. P.180–186.
45. *Umaerus M.* Inheritance of Resistance to Late Blight. In: “Potato Genetics”, Ed. by J.E. Bradshaw and G.K.Mackay, Sc.Cr.Res.Inst. 1994. P.365–401.
46. *Umaerus V.:* Studies of field resistance to *Phytophthora infestans*. The infection efficiency of zoospores of *Ph. infestans* as influenced by the host genotype.- Z. Pflanzenzucht, 1969. 61, N 1, 29.
47. *Zadina J.; Dobias K.* Möglichkeiten der Resistenzzüchtung gegen Knollenabfäule der Kartoffeln. Tag. Ber. Akad. Landw. Wiss DDR. Berlin., 1976. T.140. S. 207–219
48. *Valkonen J.P.T., Slack S., Plaisted R.L., Watanabe K.N.* Extreme Resistance is Epistatic to Hypersensitive Resistance to Potato Virus Y° in *Solanum tuberosum* subsp.*andigena*-Derived Potato Genotype. //Plant Disease, 1994. V.78 P.1177– 1180.
49. *Wiersema H.T.* Onvatbaarheid voor het X-Virus bij *Solanum andigenum*. //Plantenziekten, 64, 1958. P. 204–207.

S.D.KIRU,
S.V. PALEKHA

ANDEAN CULTIVATED POTATO SPECIES AS INITIAL MATERIAL FOR BREEDING

S u m m a r y

The potato collection of N. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR) account about 9000 accessions, from which more than 3300 represent 14 South-American (Andean) cultivated species. The Andean cultivated potato has a great value for potato breeding, due to numerous valuable commercial traits which they have. Their wide polymorphism and a genetic diversity allow to singling out among them a new valuable material for breeding and to increase its efficiency.

УДК 635.21:581.573.4

МИРОВОЙ ГЕНОФОНД КАРТОФЕЛЯ ВИР: РЕТРОСПЕКТИВА, РЕАЛЬНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ НА ВИРУСОУСТОЙЧИВОСТЬ

Доктор биол. наук **Трускинов Э. В.**, канд. биол. наук **Рогозина Е. В.**
ГНУ ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И. Вавилова

Одна из первых оценок коллекционного картофеля на вирусы была проведена в 1924 г А. А. Ячевским, получившим на испытание от С. М. Букасова 76 сортов, клубни которых были отобраны от больных растений. Здоровых на вид оказалось всего 8 сортов (15,2%), остальные проявляли симптомы различного типа мозаик, скручивания листьев и полной угнетенности растений [37]. Тогда эти болезни еще не носили название вирусных, а назывались болезнями вырождения картофеля, ввиду неясного происхождения, хотя инфекционная их природа не вызывала сомнения.

В дальнейшем природа подобного рода болезней была в основном разгадана и возбудители их открыты, описаны и названы. Ими оказались фитовирусы, идентифицированные как вирусы Х (ХВК), Y (YBK), скручивания листьев (ВСКЛ) и ряд других [26, 27]. Некоторые возбудители болезней, похожих на вирусные, в дальнейшем оказались вирусоподобными агентами. Это, в частности, вирион веретеновидности клубней картофеля (ВВКК), многие годы считавшийся вирусом, вызывающим на картофеле

характерную болезнь, так называемую готику. В 1967 г. канадский ученый Т. Динер пришел к выводу и фактическому открытию, что возбудителем заболевания является не РНК-содержащий вирус, а низкомолекулярная РНК без белковой оболочки, названная им виридом, по сути, новым типом патогенной инфекции [45]. Кроме того, некоторые желтушные заболевания картофеля впоследствии были отнесены не к вирусным, а микоплазменным болезням или фитоплазмам [10]. Отдельные проявления вирусоподобных болезней могут быть также связаны с эколого-физиологической функциональной патологией, обусловленной дефицитом или избытком минерального питания, гербицидными и др. химическими обработками, а также экстремальными абиотическими факторами (жара, засуха и т.п.). Следует отметить, что в пору начала активных вирусологических работ в ВИРе, приходящуюся на 50-е годы прошлого века, было еще сильно влияние лысенковских взглядов на природу болезней вырождения картофеля, сводивших все к болезнетворному влиянию экстремальных факторов внешней среды, прежде всего к летней жаре в южных регионах страны [23]. Это никак не объясняло распространенность этих болезней в центральных и северных областях. К тому времени весь отечественный и зарубежный опыт выращивания картофеля определенно склонял чашу весов в пользу инфекционного вирусного происхождения так называемых болезней вырождения [36]. В противовес летним лысенковским посадкам картофеля на юге, уже тогда была в принципе разработана антивирусная система первичного элитного семеноводства на основе клоновых отборов, которая успешно применялась в странах западного зарубежья [7, 34].

В эти же годы в ВИРе под руководством А. Я. Камераза началась целенаправленная работа по селекции картофеля на вирусостойчивость. Эту работу во многом предварило и сопровождало изучение общей зараженности коллекции картофеля теми или иными вирусами. В результате на коллекции впервые был обнаружен у нас в стране и идентифицирован серологически SBK (S-вирус картофеля), незадолго до этого открытый в Голландии Е. Ван Слогтереном [18]. Зараженность обследованных на этот вирус сортов достигала 80%, тогда как зараженность сортов ХВК доходила до 83%. Зараженность этими вирусами в значительной степени была в скрытой, латентной форме и определялась серологическим методом.

В 60-70-е годы прошлого века очень большое распространение повсюду получил МВК, вирус, родственной SBK, но значительно более патогенный. Нам пришлось делать в те же годы вирусологическое обследование коллекции на распространенность мозаичных вирусов, в том числе и на МВК (ранее известный как вирус К картофеля). Обследование проводилось на достаточно обширном и разнородном коллекционном материале, включая сорта, культурные, примитивные и дикие виды, а также межвидовые гибриды картофеля. Зараженность, в том числе скрытая, коллекции МВК достигала тогда действительно внушительной степени: более 60% сортов, заражение видов было еще более значительным, доходя до 90% и более. Степень заражения увеличивалась с числом лет клубневой репродукции, однако МВК нередко обнаруживался и у сеянцев (до 40% у межвидовых гибридов), что подтверждалось и другими исследователями [21, 30]. Обращало на себя внимание заметно неравномерное распространение в разнородной коллекции ХВК. Если заражение сортов этим вирусом достигало почти 50%, то диких видов не более 20%. Наиболее слабо (не более 7% растений) были заражены ХВК образцы вида *Solanum andigenum* и примитивные виды картофеля, тогда как чилийские формы *S. tuberosum* поражались более, чем на 20%. В целом невелик был процент заражения ХВК межвидовых гибридов, и совсем его не обнаруживали среди сеянцев картофеля.

В отмеченное время (70-е годы прошлого века) оценка коллекционных образцов на пораженность и соответственно устойчивость к такому экономически важному вирусу картофеля, как YBK, была еще достаточно сложна и мало достоверна. Это происходило из-за биологических особенностей данного вируса, наличия разных штаммов, частых случаев его присутствия в растениях в скрытой форме и слабой результативности серодиагностики YBK в то время. В дальнейшем качество отечественных антисывороток к YBK заметно

улучшилось, а с переходом на иммуно-ферментный анализ (ИФА) проблема диагностики этого вируса было полностью решена.

Проводимые в более поздние годы массовые вирусологические оценки коллекции картофеля ВИР на основе серодиагностики, а затем ИФА, в целом подтверждали значительную ее зараженность вирусами мозаичной группы и ВСЛК. Зараженность сильно возрастала с числом лет репродукции коллекционного материала. Так, оздоровленные методом культуры меристемной ткани образцы уже в первый год выращивания в поле поражались на 50%, а на 2-3 годы поражение доходило до 80% [32]. Кроме известных вирусов в ИКП Павловской опытной станции ВИР, а затем в основной коллекции в Пушкине было установлено наличие карантинного андийского латентного вируса картофеля (АЛВК), что указывает на необходимость дальнейшего мониторинга этого потенциально опасного патогена [31, 33].

Предварительная оценка мировой коллекции картофеля ВИР на пораженность вирусами важна для дальнейшей селекционной работы по выделению вирусоустойчивого материала, т.к. выявляет видовой состав и отмечает в поле наиболее стойкие к вирусной инфекции виды и образцы. Оценка по симптомам поражения при этом позволяет выделять с достаточной степенью достоверности относительную полевую устойчивость у тех или иных образцов. Подключение к данной оценке серодиагностики и ИФА выявляет скрытую вирусную зараженность коллекционного материала, а с ней и тот тип устойчивости к вирусам, который принято называть толерантностью [8, 9]. Для селекции на вирусоустойчивость, однако, наибольшую ценность представляют иммунные к вирусам образцы, выявленные в результате искусственного заражения (механическая инокуляция инфекционным соком и прививки). В строгом смысле этого понятия мы имеем дело при этом не с иммунитетом как биологическим свойством растений-хозяев, представленных целыми видами, не поражаться тем или иным болезнетворным паразитом (non-host resistance), а с крайней степенью устойчивости (extreme resistance) к свойственному данному виду паразиту. В этом случае подобная устойчивость может преодолеваться новыми вирулентными штаммами, а проявляется она не на уровне всего вида, а среди отдельных внутривидовых форм, образцов, генотипов. Поэтому говоря, что данный вид устойчив к тому или иному вирусу, надо иметь в виду все-таки не вид как таковой, а конкретный видовой образец. Для картофеля это может быть как клоновый сортообразец, так и сеянец того или иного вида, воспроизводимого половым путем (семенами).

В ВИРе фронтальная работа по селекции картофеля на вирусоустойчивость была развернута в 60-е годы [16, 17]. С того времени за 40-летний период изучения мировой коллекции картофеля идентифицированы образцы культурных и диких видов с разным типом устойчивости к вирусам X, Y, M, ВСЛК (см. табл. 1). На первом этапе исследований проводился поиск форм, устойчивых к двум наиболее известным и распространенным вирусам ХВК и YВК. До этого определенные достижения и результаты были получены за рубежом в более ранние 50-е годы. Так, именно тогда в США были выведены иммунные к ХВК сорта Сакко и Тава от сеянца 41956. Также иммунный к ХВК сеянец, очевидно, произошел от одной из форм *S. andigenum*, хотя родословная его тянется от чилийской формы Villjagoella. Та Villjagoella, что представлена в коллекции ВИР, по морфотипу похожа скорее на *S. andigenum*, чем на чилийский *S. tuberosum*. Это подтверждается и данными молекулярно-генетического сопоставления ДНК-образцов на основе ПЦР (Швачко Н. Н., неопубл.). То, что *S. andigenum*, а не *S. tuberosum* является источником иммунных к ХВК форм, явствует и из нашей полевой оценки крайне низкой зараженности *S. andigenum* данным вирусом [32]. В настоящее время ген Rx adg иммунитета к ХВК от *S. andigenum* идентифицирован и давно используется в селекции как источник высокой устойчивости к данному вирусу. Выведенный еще в 1959 г. в ВИРе сорт Детскосельский оказался практически иммунным к ХВК скорее всего из-за того, что в его происхождении принимала участие боливийская форма *S. andigenum*. Многие устойчивые к ХВК сорта выведены на

основе клоновых образцов *S. andigenum* CPC 1673, 1676, устойчивых также к обоим патотипам нематоды *Globodera rostochiensis*.

Особое внимание как к источнику иммунитета к ХВК было в свое время уделено в ВИРе дикому виду *S. acaule* и его разновидностям, ранее определенным как отдельные виды *S. punae* и *S. schreiteri*. В результате искусственного заражения были выделены образцы этого вида, устойчивые к ХВК по визуальной оценке и данным серодиагностики. Отбор устойчивых сеянцев от самоопыления образцов, расщепляющихся по изучаемому признаку, позволил за два-три половых поколения довести количество растений, устойчивых к вирусу, до 100%. При этом следует подчеркнуть, что далеко не все образцы данного вида и его разновидностей проявили устойчивость к этому вирусу. Так, из 20 образцов только у 10, т.е. половины, была выявлена устойчивость к ХВК. Наш личный ранний опыт выявления устойчивости к ХВК среди образцов *S. acaule* в пору работы в лаборатории полиплоидии ЛСХИ (60-е годы прошлого века) был полностью отрицательным. Тем не менее, на основе гена устойчивости к ХВК от *S. acaule* Rx ac1 были выведены в свое время отдельные высоко устойчивые к данному вирусу сорта Aguti, Assia, Barbara, Moni, Natalllllie, Roeslau, Saphir, Serrana Inta [25].

Кроме вышеназванных источников крайней устойчивости к ХВК, у некоторых сортов картофеля был выявлен сверхчувствительный тип устойчивости, обусловленный двумя генами Nx и Nb. Проявление реакции сверхчувствительности зависит от генотипа сорта и группы штаммов ХВК [44]. В более поздние годы сверхчувствительность к ХВК выявлена также у образцов *S. phureja* (Nx phu) и *S. chacoense* (Nx chc).

Селекционным достижениям в выведении сортов с крайней устойчивостью к ХВК с некоторых пор угрожает новый, открытый в Боливии абберантный штамм X_{HB} ВК, который поражает растения с устойчивостью, обусловленной Rx adg и Rx ac1 [51]. Правда, и к нему был найден источник доминантно и моногенно наследуемой устойчивости у образца *S. sucrense*, однако штамм этот, по сути, является карантинным и требует соответствующих мер предосторожности и борьбы. В карантине его можно выявить по реакции на листьях *Gomphrena globosa*. Все штаммы ХВК вызывают на них характерные кольцевые некрозы, тогда как X_{HB} ВК подобной реакции не вызывает.

Оценивая в целом результаты и перспективы селекции картофеля на устойчивость к ХВК в мире и в ВИРе в частности, следует отметить, что исходный материал для нее выделен и достаточно эффективно используется, что отражено в создании ряда высоко устойчивых к вирусу сортов в мировом их сортименте. Есть они, несомненно, и среди отечественного сортимента (например, сорт Детскосельский), однако до сих пор определяющие присущую им устойчивость гены не идентифицированы. Это касается также выделенных в свое время в ВИРе, кроме *S. acaule*, образцов диких видов *S. chacoense*, *S. tarijense*, *S. vernei* и др. [17]. В настоящее время все известные гены устойчивости к ХВК не только идентифицированы, но и картированы. Гены Nx, Nb, Rx ac1 локализованы в хромосоме V, ген Rx adg в хромосоме XII, а ген Nx phu в хромосоме IX [3].

Одновременно с оценкой коллекционного исходного материала на устойчивость к ХВК, в ВИРе в 60-е годы прошлого века была проведена большая работа по выделению источников устойчивости к УВК. Данный вирус представляет наибольшую опасность для сортов картофеля в силу его штаммового разнообразия, способности к скрытой инфекции и широкому распространению в посадках картофеля при отсутствии его распознавания и должной организации мер борьбы. К тому же химические меры защиты от переносчиков данного не персистентного вируса, видов тлей, мало эффективны, т.к. афидоциды в момент применения активизируют лет тлей и соответственно расширяют зону охвата инфекцией. Поэтому селекционные меры борьбы с вирусом, выделение исходного материала и создание устойчивых сортов приобретают первостепенную важность и значение. При развертывании этой работы в ВИРе уже были известны зарубежные работы по выделению и изучению

характера наследования устойчивости к YBK среди диких видов картофеля [25]. Поэтому изучение коллекционного материала по данному признаку носило вполне прогнозируемый, целенаправленный характер. В результате были выделены высоко устойчивые и сверхчувствительные к YBK образцы в сериях диких видов *Glabrescentia* – *S. chacoense*; *Longipedicellata* – *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*; *Demissa* – *S. hougasii*; *Pinnatisecta* – *S. pinnatisectum*; *Bulbocastana* – *S. bulbocastanum*. В дальнейшем эта работа было продолжена на штаммовом уровне, и было выявлено определенное различие результатов искусственного заражения сеянцев диких видов в зависимости от штамма YBK. Подтверждена более высокая инфекционная способность некротического штамма Y^N BK по сравнению с обычным его штаммом Y^O BK [20].

В первых работах, проводившихся в ВИРе по оценке коллекционного исходного материала на вирусоустойчивость, основной упор делался на дикие виды. Между тем крайняя устойчивость и сверхчувствительность к YBK была обнаружена также у культурного вида *S. andigenum*, примитивных видов *S. phureja* и *S. stenotomum*. Вызывает интерес то, что оба идентифицированных гена устойчивости к YBK от *S. stoloniferum* и *S. andigenum* Ry sto и Ry adg картированы в практически идентичных локусах хромосомы XI. Это вызывает определенное сомнение в происхождении источника устойчивости с геном Ry adg [3]. К тому же ген Ry adg, в отличие от гена Ry sto, не обуславливает также устойчивость к ABK. Есть сведения о том, что ген Ry sto все же локализован на XII хромосоме картофельного генома [47].

В ВИРе уже в самом начале работ по оценке коллекции картофеля на вирусоустойчивость наряду с массовым искусственным заражением сеянцев диких видов ХВК и YB, проводилась инокуляция и источником ABK. Для диагностики использовали индикаторы *S. demissum* и *Nicotiana glauca*. При этом уже тогда была отмечена определенная корреляционная связь устойчивости к YBK и ABK среди образцов видов серии *Longipedicellata*, которые теперь относят в основном к одному виду *S. stoloniferum*. На основе устойчивых к YBK клонов *S. stoloniferum* в ВИРе были получены межвидовые гибриды с сортами *S. tuberosum*, которым передавалась устойчивость к этому вирусу до четвертого беккрасса. Эти гибриды при испытании в Белоруссии оказались иммунными ко всем четырем штаммам Y-вируса, использованным в опытах [2]. Кроме того, устойчивыми к YBK были межвидовые гибриды отобранных на этот признак клонов *S. andigenum* и сорта *Carla*.

Сегодняшний сортимент картофеля включает множество сортов с крайней устойчивостью к YBK, интродуцированной от *S. stoloniferum*. Среди них *Corine*, *Sante* (Нидерланды); *Bobr*, *Brda*, *Bzura*, *Pilica*, *San* (Польша); *Madyar Rosa*, *Szignal* (Венгрия); *Barbara*, *Bison*, *Cordia*, *Esta*, *Fanal*, *Forelle*, *Franzi*, *Heidrun*, *Pirola*, *Wega* (Германия). В геноме сорта *Barbara* наряду с геном Ry sto присутствует также и ген Rx с крайней устойчивостью к ХВК [25]. В России иммунные к Y-вирусу сорта картофеля созданы на основе генов *S. stoloniferum* - Эффект, Голубизна, Ресурс, и также на основе *S. chacoense* – Никулинский [38].

В 60-70-е г. прошлого века в связи с тем, что большое распространение на картофеле получил MBK, ранее именуемый вирусом K, повсеместно начала проводиться селекционная работа по выявлению источников устойчивости к этому весьма опасному и вредоносному вирусу. Работа эта была начата нами и в ВИРе. До того попытки выявить устойчивый к K-вирусу материал среди образцов *S. acaule* и *S. stoloniferum*, отобранных ранее по устойчивости к ХВК и YBK, желаемого результата не принесли. Поэтому круг исследуемых диких и культурных видов, а также сортов картофеля был значительно расширен как в плане оценки полевой устойчивости, так и искусственного заражения. В результате были отмечены определенные сорта и виды с относительной полевой устойчивостью к MBK, однако выделить образцы с крайней устойчивостью или сверхчувствительностью к MBK так и не удалось. Относительно устойчивыми к искусственному заражению MBK были некоторые образцы диких видов *S. chacoense*, *S. stoloniferum*, *S. pinnatisectum*, *S. jamesii*, *S. trifidum*, *S.*

sparsipilum, *S. velascanum*, культурного вида *S. andigenum*, а также межвидовых гибридов, выделенных по устойчивости к ХВК и УВК. Однако использовать их в дальнейшей селекционной работе не представилось возможным в основном из-за отсутствия генетически четко детерминированных источников устойчивости к данному вирусу.

Работа эта была в дальнейшем продолжена в ВИРе аспирантом Найдановой Г. М., которая наряду с выделением исходного материала для селекции на устойчивость к штаммам УВК подключила сюда и МВК. К тому времени появились публикации работ польских исследователей, также оценивавших исходный материал на устойчивость к МВК и выделивших перспективные в этом отношении образцы некоторых диких видов, в частности *S. gourlayi* [46]. Поэтому исследования в ВИРе велись на более узком круге этих видов и образцов, полученных из Польши. В результате были выделены отдельные клоны действительно устойчивых к МВК образцов *S. gourlayi* и *S. chacoense*. В связи с тем, что оставался не ясным тип этой устойчивости и характер наследования, использование ее в селекции оставалось проблематичным. Тем временем польские исследователи постулировали наличие у *S. gourlayi* наряду с основным геном устойчивости к МВК, обозначенным Gm, по меньшей мере еще одного гена-модификатора, влияющего на действие основного гена в сторону его усиления [52]. Нами совместно с Н. А. Житловой была проведена соответствующая работа по выявлению устойчивости к МВК дикого вида *S. gourlayi* и изучению характера ее наследования. Были проведены специальные скрещивания, как внутри этого вида, так и межвидовые, в том числе с сортами. Установлена разная степень устойчивости у 5 образцов *S. gourlayi*, из которых выделено 2 действительно высоко устойчивых (к-11340 и к-11344). Данные, полученные в результате произведенных скрещиваний, указывали на моногенный доминантный характер устойчивости к МВК внутри вида *S. gourlayi* и генетический контроль этого признака у межвидовых гибридов по типу эпистаза, т.е. о наличии у некоторых селекционных сортов родительских партнеров *S. gourlayi* еще одного генного локуса, способного подавлять действие доминантного гена устойчивости. Во всяком случае, влияние второго родительского компонента – сорта проявляется отчетливо [13]. Возможность использования линий *S. gourlayi* и *S. megistacrolobum* для интрогрессии генов устойчивости к МВК подтверждает селекция польских сортов – Triada, Korona [43].

В отношении остальных известных вирусов картофеля селекционная работа в ВИРе не велась. Из них наибольшее значение для картофелеводства имеет вирус скручивания листьев картофеля (ВСЛК) или вирус L (ЛВК), относящийся к группе желтушных лютеовирусов, наносящих большой урон сельскохозяйственным культурам. Отсутствие фронтальных исследовательских работ в институте по селекции на устойчивость к этому вирусу вызвано, очевидно, серьезными методическими сложностями, связанными с искусственным заражением и точной диагностикой ВСЛК. Передается он только через тлю и прививки, а диагностировался вначале только индикаторным методом, и лишь много позднее методом ИФА. Тем не менее, весь отечественный и зарубежный опыт оценки на устойчивость к ВСЛК показал, что в природе пока не найдено доминантных специфических генов крайней устойчивости и сверхчувствительности к этому вирусу, подобно тем, что существуют в отношении ХВК и УВК. Правда, некоторые сорта способны реагировать на ВСЛК системной сверхчувствительностью или интолерантностью, когда отдельные зараженные растения гибнут и не дают клубней, а сортовая посадка таким образом самоочищается от вируса. К ним относятся, например, немецкие сорта Apta, Carla, Ida, Monza, Sedira, сорт Кама из Польши. Показано, что это свойство контролируется мономерно доминантным геном NI и модифицируется малыми генами [25].

Все остальные сорта отличаются лишь относительной устойчивостью к ВСЛК по восприимчивости к заражению и накоплению инфекции. Определенное преимущество при этом имеют сорта, в происхождении которых участвовали культурный вид *S. andigenum* и дикий вид *S. demissum*. Поскольку круг таких сортов достаточно велик, то и перспективы выделения сортов с полевой устойчивостью к ВСЛК вполне реальны.

В последние годы среди диких видов картофеля выявлены формы с различным типом устойчивости к вирусу скручивания листьев. Крайняя устойчивость с мономерно-доминантным характером наследования обнаружена у образца *S. chacoense* PI 133124 [40]. Другой образец *S. chacoense*, а также клон *S. phureja*, обладают устойчивостью к аккумуляции ВСЛК [48, 50]. Образцы не клубненосных видов *S. brevidens* и *S. etuberosum* показали крайнюю устойчивость к вирусу скручивания листьев, а также к УБК, АВК [53].

К вирусам, наносящим картофелю экономический урон и требующим определенной селекционной работы, хотя бы на уровне сортов, надо отнести почвенные вирусы погрешности табака (ВПТК) или так называемый раттл-вирус, переносимый видами нематоды *Trichodorus sp.* и *Parutrichodorus sp.*, а также вирус метельчатости верхушки картофеля (ВМБК) или так называемый «моп-топ» вирус, переносимый возбудителем порошистой парши *Spongospora subterranea*. Симптомы этих вирусов, особенно на клубнях, в виде некротических дуг, весьма похожи. Поэтому важно их различать и правильно диагностировать, что позволяют современные молекулярно-диагностические методы (ПЦР, молекулярная гибридизация нуклеиновых кислот).

SBK – вирус, практически не требующий проведения селекционной работы, но чрезвычайно распространенный. Многие сорта картофеля являются его носителями без видимого ущерба для себя. Сравнительно небольшие потери урожая (не более 10-15%) и обычно слабая выраженность симптомов заражения делают излишними какие-то специальные программы по работе с SBK. Тем не менее, есть некоторые источники генетически детерминированной устойчивости и сверхчувствительности к нему, которые можно использовать. Это сорт Saco, видимо с рецессивным типом наследования устойчивости, и один образец *S. andigenum* (PI 258907), несущий доминантный ген сверхчувствительности к SBK (*Ns adg*), наследуемый моногенно. Следует также обратить внимание на диагностику нового более вирулентного андийского штамма SBK, который сравнительно легче передается тлями и контактно, а следовательно, может оказаться со временем более опасным и вредоносным для картофеля.

Весь опыт селекции на вирусоустойчивость убеждает в том, что вести селекционную работу имеет смысл только на комплексную устойчивость, совмещающую разные виды устойчивости не к одному, а к нескольким вирусам картофеля, т.к. даже крайняя устойчивость на уровне иммунитета к какому-либо отдельному вирусу не спасает сорт от поражения другими, не менее опасными вирусами, нередко еще в более вредоносной форме. При этом надо иметь в виду, что вирусы – это не единственные и не самые патогенные возбудители многочисленных и разнообразных болезней картофеля. Есть целый набор бактериальных, грибковых инфекций, наносящих не меньший, а нередко и больший урон этой одной из важнейших сельскохозяйственных культур. Селекционеры, ученые это слишком хорошо понимают, чтобы успокаиваться на достигнутом. В ВИРе с самого начала развертывания работ по оценке исходного коллекционного материала ставилась задача по вовлечению выделенных устойчивых к вирусам ХБК, УБК, АВК образцов в гибридизацию, прежде всего в межвидовую. В результате были получены многочисленные гибриды между *S. acaule* и *S. stoloniferum*, а также *S. polytrichon*, сочетающие высокую устойчивость к ХБК и УБК. Следующим этапом было скрещивание их с культурным *S. tuberosum* и дальнейшее беккроссирование полученных трехвидовых гибридов селекционными сортами [16, 17]. Дальнейшая судьба этих гибридов, сочетающих устойчивость к ХБК, УБК и АВК, к сожалению, не прослежена. Ясно, что качества комплексной вирусоустойчивости не всегда удавалось совместить с другими хозяйственно ценными признаками, в частности с должной фитотороустойчивостью. Из перспективных межвидовых гибридов были выделены в основном те, что имели в своей родословной дикий вид *S. stoloniferum* и сорта Concordia, Rosafolia, Tawa и др.

Исследования в направлении создания селекционного материала, сочетающего устойчивость к фитотрозу и вирусу Y, показали высокую результативность сложной межвидовой гибридизации. В некоторых комбинациях в зависимости от компонентов

скрещивания за счет благоприятного сочетания генов, объединяемых и перераспределяемых в ходе скрещиваний и последующих расщеплений популяций, удалось получить генотипы, сочетающие устойчивость к патогенам с хозяйственно ценными признаками. Например, низкая доля пораженных фитофторозом и вирусом Y растений (2,4-7,1%) выявлена в гибридной популяции (*S. simplicifolium* × MPI 50.140/5) × Апока как после инокуляции, так и на инфекционном фоне [4]. Созданные в ВИРе межвидовые гибриды картофеля использованы в качестве родительских форм при выведении устойчивых к вирусным болезням сортов белорусской селекции Орбита и Талисман.

В 1989 г. в ВИРе был опубликован первый каталог межвидовых гибридов картофеля, рекомендуемых для использования в селекции на устойчивость к патогенам, в том числе и к вирусным инфекциям. Созданные к тому времени гибриды являлись первым или вторым беккроссом от скрещивания с одним или несколькими видами. На основе видов *S. vernei*, *S. andigenum*, *S. phureja*, *S. rybinii*, а также сортов и дигамплоидов сортов картофеля были выведены доноры устойчивости к вирусам мозаичной группы, обладающие средней или высокой устойчивостью к фитофторозу. Другая группа представленных в каталоге гибридов сочетала устойчивость к вирусу M с устойчивостью к картофельной нематоде [5].

Предпринятые тогда попытки совместить комплексную устойчивость к ХВК и YВК с устойчивостью к МВК не привели к желаемому результату, сначала из-за отсутствия генетически четко выраженных источников устойчивости к МВК, а затем из-за достаточной сложности наследования этого признака у высоко устойчивых образцов *S. gourlayi* при их вовлечении в межвидовую гибридизацию. Как говорил один видный специалист по селекции картофеля, «*S. idealii*» в природе нет, а искусственно его вывести вряд ли возможно.

Работа по созданию межвидовых гибридов картофеля, перспективных для использования в практической селекции в качестве родительских форм, продолжается в отделе генетических ресурсов картофеля и в настоящее время. Одним из приоритетных направлений селекции на устойчивость к вирусным заболеваниям и сегодня является создание сортов картофеля, устойчивых к YВК. Данный вирус распространен повсеместно, а высокая изменчивость его штаммового состава постоянно угрожает производству и семеноводству картофеля. В течение последнего десятилетия в мире были описаны четыре дополнительных необычных изолята или патотипа вируса Y [39, 49, 41, 42]. Исследования, проведенные на территории России, также указывают на изменения штаммового состава Y-вируса в различных природно-географических зонах [24]. По сравнению с 1970-1980 г. в Северо-Западном регионе произошло изменение штаммового состава и выявлены изоляты ранее не зарегистрированного на картофеле штамма Y^N ВК – Wi [28].

С целью выявления новых источников устойчивости к вирусу Y проведен скрининг образцов дикорастущих и культурных видов картофеля, представленных в коллекции ВИР. По результатам искусственного заражения выявлены образцы, устойчивые или толерантные к Y-вирусу [22]. Методом межвидовой гибридизации, на основе источников из числа дикорастущих видов, сортов и селекционных форм получены образцы с разным типом устойчивости к YВК, обладающие рядом других селекционно ценных признаков (таблица 2). Проведено изучение наследования признака вирусостойчивости в половом потомстве некоторых гибридных клонов. Все сеянцы от самоопыления клонов 180-1, 90-7-7 и половина такого потомства клонов 99-6-1, 99-6-2 устойчивы к механической инокуляции YВК. Эти гибриды рекомендованы в качестве исходного материала для использования в практической селекции.

Что касается комплексной вирусостойчивости, то она, конечно, в определенной степени достижима у картофеля, но никогда не может быть гарантирована навечно. Появление в природе, а иногда и искусственно получаемые, новые вирулентные штаммы способны преодолевать самую крайнюю устойчивость к тому или иному вирусу. Кроме того, нельзя исключать утрату устойчивости у тех или иных сортов в результате мутирования самих генов устойчивости. Собрать все гены устойчивости в одном сорте с сохранением в нем в процессе беккроссирования всех других ценных хозяйственных признаков – задача

сама по себе трудно выполнимая, если вообще достижимая. Поэтому реально существующие и доступные для вовлечения в гибридизацию гены крайней устойчивости к штаммам ХВК, УВК и АВК, а иногда и сверхчувствительности к ним, целесообразно сочетать с относительной устойчивостью или интолерантностью к другим известным вирусам, таким как МВК, ВСЛК, некоторым почвенным вирусам типа «rattle» и «top-top». Такие слабопатогенные, часто латентные, как СВК, вряд ли стоит принимать в серьезный расчет. Его присутствие может даже приносить в некоторых случаях пользу, вызывая перекрестную защиту от более патогенных вирусов и штаммов в результате так называемой отрицательной интерференции. Искусственная вакцинация или, правильнее, преимунизация вообще является одним из известных способов защиты, когда слабопатогенные вирусные штаммы блокируют более вирулентные и патогенные. Если этот способ борьбы с вирусной болезнью (например, при ВТМ на томатах, ХВК на картофеле) оказывается эффективным в опытах, то почему этот механизм защиты не может быть осуществлен в природных условиях как пример естественно приобретенного иммунитета? Нередкие случаи так называемой толерантности некоторых сортов к вирусной инфекции могут вполне вызываться и объясняться именно такой моделью внутренней взаимосвязи вирусов и растений-хозяев между собой.

Механизмом перекрестной защиты можно объяснить и результаты генетической трансформации растений генами вирусов, кодирующими синтез белка оболочки (ген ПБ – ген покровного белка). Таким путем получены трансгенные растения картофеля, устойчивые к ХВК, УВК, ВСЛК. В ряде случаев этот тип связанной с патогеном и индуцированной им устойчивости действует против всех родственных штаммов и даже других вирусов (например, целой группы Потивирусов). Другим способом трансгенного получения вирусостойкости растений, связанной с патогеном, является перенос в них генов, кодирующих вирусную репликазу, а также транспортный белок, способствующий распространению вируса от клетки к клетке. Путем, не связанным с патогеном, но индуцирующим устойчивость растений к вирусам, является трансгенез чужеродных генов млекопитающих, индуцирующих образование антивирусных интерфероноподобных веществ. Так, мышинный ген 2'-5'олиаденилат синтетазы, вставленный в картофель сорта Pito, вызывал у него устойчивость к ХВК при искусственном заражении [1].

Наряду с генно-инженерными технологиями продолжает развиваться возникшая примерно в те же годы (80-е годы прошлого века) клеточная инженерия на основе слияния протопластов и соматической гибридизации. К настоящему времени методом слияния протопластов удалось вовлечь в гибридизацию с *S. tuberosum* не клубненосные виды *S. brevidens* и *S. etuberosum*, а также ряд диких видов: *S. bulbocastanum*, *S. tarnii* и др. [12]. В результате сотрудничества ученых ВИР и Института селекции растений в Гросс-Люзевиц (Германия) среди растений второго беккроссного поколения гибридов с участием вида *S. etuberosum* выделены генотипы, иммунные к вирусу Y и тле [11].

Дикорастущие виды и полученные с ними отдаленные соматические гибриды отличаются крайней устойчивостью к УВК и ВСЛК, однако вывести от них полноценные селекционные сорта будет, очевидно, сложнее, чем в процессе трансформации, т.к. здесь надо синтезировать новые гибридные формы на геномном совместимом уровне, тогда как трансгенные растения получают в результате внедрения и экспрессии отдельных генов. Получение генетически модифицированных растений и их использование наталкивается в настоящее время не столько на сложности методики трансформации, сколько на проблемы социально-психологического характера, неприятия всего нового и недостаточно апробированного в отношении медицинской и экологической безопасности. Если иметь ввиду уже известные доминантные гены крайней устойчивости и сверхчувствительности, идентифицированные у культурных и диких видов картофеля, то биотехнологические методы их внедрения в сорта существенно сокращают весь селекционный процесс, и за одну трансформацию можно получить желаемый результат без существенного изменения остальных ценных сортовых качеств. Современные методы выделения, клонирования,

векторного переноса полезных генов позволяют делать это достаточно быстро и эффективно. Никаких проблем биобезопасности полученного материала ни теоретически, ни практически не должно возникать. Это не относится к опытам с переносом чужеродных (например мышинных) генов, где должны вестись специальные исследования по возможности использования генетически модифицированных таким образом сортов.

Что касается трансгенных опытов по устойчивости к вирусам (гены вирусного покровного и транспортного белка, репликазы), то многое еще по части механизма и результата действия этих трансгенов не уяснено, а вызываемая ими устойчивость не абсолютна. Эта методика, не вызывающая никаких отрицательных, побочных эффектов, может быть использована как определенная мера защиты испытываемого материала, однако, насколько ее можно считать селекционно оправданной в отношении дальнейшей наследственной передачи этого искусственно созданного признака пока не ясно. Не исключено, что каждый раз эту технологию надо возобновлять на новых селекционных сортах, гибридах и клонах.

Литература

1. Бергер Ф., Герман Г. Биотехнология и устойчивость картофеля к вирусам. Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля. СПб. Пушкин, 2005. 284 с.
2. Блоцкая Ж. В. Методы селекции картофеля на устойчивость к вирусным болезням. Минск, 1984. 96 с.
3. Браун К. Р., Корзини Д. Генетика и селекция на устойчивость: традиционные методы. Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля (под ред. Г. Лебенштейна, Ф. Х. Бергера, А. А. Бранта, Р. Х. Лоусона), 2005. С. 181-193.
4. Будин К. З., Колобаев В. А., Житлова Н. А. Поиск источников устойчивости к фитофторозу и вирусу Y среди видов рода *Solanum* L. // Сельскохозяйственная биология, 1988, №5. С. 40-42.
5. Будин К. З., Житлова Н. А., Соболева Т.И. Межвидовые гибриды картофеля – генетические источники и доноры устойчивости к патогенам. Каталог мировой коллекции ВИР. Л.: ВИР, 1989. Вып. 477. 18 с.
6. Будин К. З. Рогозина Е. В. Доноры и источники устойчивости к патогенам картофеля. Каталог мировой коллекции ВИР. СПб., 1998. Вып. 691. 24 с.
7. Букасов С. М. Методы борьбы с вырождением и вирусными болезнями картофеля. Материалы конференции по вопросам семеноводства картофеля. М. Изд. СССР. 1958. 14 с.
8. Букасов С. М., Камераз А. Я. Основы селекции картофеля. Изд. Сельхозгиз. М.-Л. 1959. 528 с.
9. Букасов С. М. Камераз А. Я. Селекция и семеноводство картофеля. Изд. «Колос». Л., 1972. 359 с.
10. Власов Ю. И., Ларина Э. И. Сельскохозяйственная вирусология. Изд. «Колос». М., 1982. 240 с.
11. Гавриленко Т. А. Использование методов клеточной инженерии для расширения генетического разнообразия картофеля и создания новых форм растений, устойчивых к патогенам. // Вопросы картофелеводства. ВНИИКХ. Россельхозакадемия. 2002, С. 82-71.
12. Гавриленко Т. А., Антонова О. Ю., Рогозина Е. В. Создание устойчивых к вирусам растений картофеля на основе традиционных подходов и методов биотехнологии. Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб., 2005. С. 644-662.
13. Житлова Н. А., Трускинов Э. В. Об устойчивости к вирусу M дикого вида картофеля *Solanum gourlayi* Hawk. и характере ее наследования. Генетика. 1984. Т. 20. №.3. С. 463-468.
14. Зотеева Н. М., Хжановска М., Евстратова Л. и др. Устойчивость образцов диких видов картофеля к болезням и вредителям. Каталог мировой коллекции ВИР. СПб., 2004. Вып. 761. 88 с.
15. Иванова В. Н. Выделение образцов картофеля, устойчивых к мозаичным вирусам, и использование их в межвидовой гибридизации. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук Л., 1972. 26 с.

16. Камераз А. Я., Иванова В. Н. Исходный материал для селекции картофеля на устойчивость к вирусам. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1965. Т. 37, вып 3. С. 161-189.
17. Камераз А. Я., Иванова В. Н. Селекция картофеля на устойчивость к мозаичным вирусам. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1971. Т.44, вып 1. С. 116-143.
18. Камераз А. Я., Щербакова Н.М. Вирус S и результаты его определения серологическим методом в листьях картофеля. Вестник с.х. науки. 1957, №12. С. 93-100.
19. Киру С. Д., Бавыко Н. Ф., Палеха С. В. и др. Культурные виды картофеля. Каталог мировой коллекции ВИР. СПб., 2002. Вып. 738. 74 с.
20. Найданова Г. М. Комплексная устойчивость к вирусам мозаичной группы видов и межвидовых гибридов картофеля. Бюлл. ВИР. 1980. Вып. 98.
21. Нурмисте Б. Х. Оценка методов борьбы с вырождением картофеля. М. Изд. СССР. 1958. 12 с.
22. Рогозина Е. В. Устойчивость дикорастущих видов картофеля к Y-вирусу // С.-х. биология. 2002 г., №3. С.114-116.
23. Рожалин Л. В. Вырождение картофеля и несостоятельность теории заразности мозаичных вирусных болезней картофеля. Вестник по овощеводству и картофелеводству. Вып. 1. 1940.
24. Романова С. А., Волков Ю. Г. Какарека Н.Н. и др. Y-вирус картофеля на Дальнем Востоке (штаммовый состав, вредоносность и эпидемиология). Фитосанитарное оздоровление экосистем. СПб., 2005. Т.1. С. 205-207.
25. Росс Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы. М. ВО «Агропромиздат». 1989. 183 с.
26. Рыжков В. Л. Вирусные болезни растений. Общая и частная вирусология. Сельхозгиз. 1935. 247 с.
27. Смит К. Вирусные болезни растений. «Иностранная литература». М., 1960. 591 с.
28. Созонов А. Н. Вирус Y картофеля в Северо-Западном регионе РФ: распространение, штаммовый состав и профилактика вызываемых им заболеваний. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук СПб., 2005. 19с.
29. Трускинов Э. В. Поражение мировой коллекции картофеля мозаичными вирусами и перспективы селекции на устойчивость к вирусу M. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. Л., 1972. 22 с.
30. Трускинов Э. В. Поражение сеянцев картофеля мозаичными вирусами M и S. Бюллетень ВИР, вып. 21. Л., 1972. С. 86-89.
31. Трускинов Э. В., Костерева Н. А. Оздоровление коллекционных образцов картофеля в карантине. Всесоюзный съезд по защите растений. Тезисы докладов. С-Пб., 1995. С. 26-27.
32. Трускинов Э. В., Фролова Д. В. Вирусологическая оценка мировой коллекции картофеля. Вестник защиты растений. №1. С-Пб., Пушкин, 2002. С. 22-26.
33. Трускинов Э. В., Фролова Д. В. Андийские вирусы картофеля в связи с карантинными мерами контроля на территории РФ. Сборник «Профессор Юрий Ильич Власов, 1929-2000. Проблемы сельскохозяйственной вирусологии в работах его учеников» С-Пб. 2006. С. 71-79.
34. Чесноков П. Г. Болезни вырождения картофеля в СССР. Л. Сельхозиздат. 1961. 320 с.
35. Чигрин А. В. Выделение исходного материала для селекции картофеля на устойчивость к вирусу скручивания листьев и колорадскому жуку. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. СПб., 1993. 15 с.
36. Чуксанова Н. А. Различные формы мозаик у картофеля как фазы единого заболевания. Тр. Лен. о-ва естествоиспытателей. LXX, 1950, вып 3. С. 245-262.
37. Ячевский А. А. Болезни вырождения картофеля по данным 1924 г. Союзкартофель. М. 1925. 67 с.
38. Яшина И. М. Методические указания по технологии управления процессом интрогрессии ценных генов от диких видов картофеля в селекционные сорта и гибриды. М. 2003. 22 с.

39. Beczner L., Horvath J., Romhanyi I., Forster H. Studies on the etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato // *Potato Res.* 1984, 27: 339-352.
40. Brown C. R., Thomas P. E. Resistance to potato leafroll virus derived from *Solanum chacoense*. Characterization and inheritance // *Euphytica*. 1993. 74 (1-2):51-57.
41. Chrzanowska M. New isolates of the necrotic strain of Potato virus Y (PVY^N) found recently in Poland // *Potato Res.* 1991, 34: 179-182.
42. Chrzanowska M. Differentiation of potato virus Y (PVY) isolates // *Phytopath. Polonica Poznan* 1994, 8 (XX): 15-20.94
43. Chrzanowska M., Sieczka M., Zagorska H. Resistance to PVM in potato parental lines bred in Mlochow research center, IHAR // *Plant Breeding and seed science* 2002. Vol. 46, no.2. P.57-65.
44. Cockerham G. Strains of potato virus X. Proc. 2nd Conf. Pot. Vir. Dis. Lisse-Wageningen 1954. 1955, P. 89-92.
45. Diener T. O. Viroids and viroids diseases. John Wiley D. Sons. New York. 1979. 252 P.
46. Dziewonska M. A., Ostrowska K. Resistance to potato virus M in certain wild potato species // *Potato Res.* 1978. V. 21. No 2. P. 129.
47. Flis B., Hennig J., Strzelczyk-Zyta D., Gebhardt C., Marczewski W. The *Ry-sto* gene from *Solanum stoloniferum* for extreme resistance to *Potato virus Y* maps to potato chromosome XII and is diagnosed by PCR marker GP 122₇₁₈ in PVY resistant potato cultivates // *Mol. Breed.* 2005. 15: 95-101.
48. Franco-Lara L., Barker H. Characterisation of resistance to potato leafroll virus accumulation in *Solanum phureja* // *Euphytica*. 1999. 108 (2): 137-144.
49. Jones R. Strain group specific and virus specific hypersensitive reactions to infection with potyviruses in potato cultivars // *Ann. appl. Biol.* 1990, 117: 93-105.
50. Marczewski W., Flis B., Syller J. et all. A major QTL for resistance to Potato Leafroll virus (PLRV) is located in a resistance hotspot on potato chromosome XI and is tightly linked to N-gene-like markers // *Mol. Plant-Microbe Interact.* 2001. V. 12. P. 1420-1425.
51. Moreira A., Jones R. Properties of resistance-breaking strain of potato virus X // *Ann. appl. Biol.* 1980. 95: 93-103.
52. Swiezynski K. M., Dziewonska M. A., Ostrowska K. Inheritance of resistance to potato virus M found in *Solanum gourlayi* Hawk. // *Potato Res.* 1981. V. 24. No. 2. P.208.
53. Valkonen J., Brigneti G., Salazar L. et all. Interaction of the *Solanum* spp. of the *Etuberosa* group and nine potato-infecting viruses and a viroid // *Ann. appl. Biol.* 1992, 120, 301-313.

УДК 635.21:635.563+631.532

СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ *IN VITRO*: ИТОГИ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Д-р биол. наук **Трускинов Э. В.**
ГНУ ГНЦ РФ ВИР

Культура вегетативно размножаемых растений *in vitro* нашла, как известно, широкое биотехнологическое использование. Ее применяют для освобождения от вирусных и иных патогенных инфекций (культура апикальных меристем), для массового ускоренного размножения оздоровленного пробирочного материала в системе элитного семеноводства путем микроклонирования стеблевых черенков, для безопасного его переноса при интродукции, обмене, рассылке в процессе карантинных мер испытания и досмотра, и, наконец, для поддержания и длительного хранения дублетных образцов и коллекций в национальных генбанках и научно-исследовательских центрах. Последнее использование культуры *in vitro* применительно к клоновой коллекции картофеля является темой изложения и обсуждения данной статьи.

Одним из первых, кто обратил внимание на возможность такого способа хранения, был французский исследователь Морель, пионер метода оздоровления от вирусных болезней с помощью культуры меристемной ткани [9, 10]. Основным преимуществом хранения в стерильной культуре *in vitro* является достаточно высокая степень изоляции и сохранности материала от всевозможных патогенов, включая карантинные объекты, а также компактность и экономность его размещения. Так, коллекцию *in vitro* из 800 сортов винограда, в 6 повторностях каждый, можно держать и хранить на площади 2 кв. м. (в поле подобная коллекция займет 1 га). Примерно такого же порядка соотношение и у картофеля.

Основной проблемой такого поддержания и хранения является необходимость частого черенкования и переноса растений из одной емкости в другую, т.к. за 1-2 месяца они уже занимают все *in vitro* пространство, упираясь в крышки и пробки запечатанного сосуда. К тому же активно потребляется, быстро усыхает питательная среда (обычно твердая, на агаровой основе). Средством существенного замедления роста растений в условиях *in vitro* является минимизация питательных сред за счет как минимум двойного их разведения, замены более богатой минеральными солями среды на менее обогащенную, например среды Мурасиге-Скуга (МС) на среду Уайта. В наших опытах мы применяли также старую, уже использованную после посадки меристем, среду МС, которая не успевала за месяц сильно израсходоваться. Другим, весьма эффективным средством может служить добавление в питательную среду ингибиторов роста или так называемых ретардантов, т.е. его замедлителей, например препарата Тур (ССС-хлорхолинхлорид). В результате беспересадочный период хранения можно продлить в несколько раз, перенося черенки на свежую питательную среду 1-2 раза в год. Однако одним из решающих естественных биологических факторов продления этого периода для культуры *in vitro* картофеля является образование микроклубней. Естественный физиологический период покоя и период прорастания у них можно искусственно удлинить, храня микроклубни в холодильнике при постоянной плюсовой температуре 2-5°C. В результате беспересадочный период хранения можно удлинить до 1,5-2 лет и более. Основной проблемой при хранении микроклубнями является обязательное их образование. Возможность клубнеобразования *in vitro* у картофеля связана прежде всего с генотипически определяемыми видовыми и сортовыми свойствами. Поскольку коллекция картофеля ВИР включает в себя как сорта, так в значительной степени и виды, способность тех и других к клубнеобразованию очень различается. Особенно затруднено бывает формирование клубней у некоторых диких видов в силу их природной короткодневности, тогда как селекционные сорта, как правило, отбирались по признаку нейтральной фотопериодической реакции. Для оптимизации клубнеобразования у коллекционных образцов разного происхождения фотопериод на определенном этапе роста и развития растений *in vitro* сокращается с обычных 16 до укороченных 10-12 часов. Кроме того, для лучшего клубнеобразования повышают концентрацию сахарозы в питательной среде (в наших условиях вдвое, до 4%, по сравнению с 2% в стандартной МС). При этом все ростовые добавки из среды МС изымаются, как не желательные для дальнейшего роста и развития растений.

Поэтому нами практикуется двухэтапная культура *in vitro* картофеля: введение в культуру и пассажи меристемных эксплантов на полноценной МС среде с соответствующими гормонами роста и поддержание, размножение растений-регенерантов с дальнейшим образованием и хранением микроклубней на безгормональной среде МС с повышенной концентрацией сахарозы.

Опираясь в основном на собственные методические разработки, мы изложили их в ряде статей и тезисов и обобщили в специальных методических указаниях: «Поддержание и хранение коллекционных образцов картофеля в условиях *in vitro*» [2, 3, 4]. В отличие от уже имевшихся тогда аналогичных методических рекомендаций и указаний, выпущенных в других научно-исследовательских учреждениях (НИИ картофельного хозяйства, 1972, 1976, 1983; ВНИИ прикладной молекулярной биологии и генетики, 1985), которые были привязаны в основном к оздоровлению и ускоренному размножению картофеля в первичном

семеноводстве, данная методика затрагивает вопросы, связанные с созданием и сохранением дублетной коллекции картофеля *in vitro*. К этой методике впервые в практике подобных изданий прилагался список полученных к тому времени образцов *in vitro*. Он включал в себя порядка 350 образцов, в основном уже заложенных на хранение, примерно половину из которых составляли селекционные сорта. Лишь пятая часть из них была отечественные, остальные – зарубежные. Кроме того, в коллекции были представлены образцы культурных видов *S. andigenum* Juz. et Buk. и *S. tuberosum* subsp. *chilotanum* Buk. et Lechn., а также ряда примитивных и диких видов. Селекционный материал, кроме сортов, включал дигаплоиды некоторых сортов, несколько селекционных гибридов и клонов, в том числе дифференциаторы рас фитофторы и индикаторы на патотипы картофельной нематоды.

К большому сожалению, данный материал вскоре пропал по фактически не зависимым от нас причинам. Из сохранившихся с того времени образцов осталось буквально несколько: сорта Детскосельский (впервые введен в культуру *in vitro* в 1972 году), Янтарный (1983), Мурманский (1985), Веселовский 2-4 (1986), Columbia Russet (1975), Fortuna (1983), Susanna (1983) и примитивный вид *S. juzepczukii* Buk. (1982).

Тем не менее, с большим трудом, ибо условия поддержания и хранения коллекции *in vitro* оставались крайне неблагоприятными, в основном из-за отсутствия надлежащего технического обеспечения, в значительной степени ее удалось восстановить за счет введения в культуру новых образцов, а также получения пробирочного материала из-за рубежа (Германия, Польша, Перу, США). Это позволило в 2000 г выпустить специальный каталог мировой коллекции ВИР: образцы картофеля *in vitro* (выпуск 705). В него были включены 242 образца, из которых 157 составляли селекционные сорта. Из них лишь треть – отечественные, остальные – зарубежные. Остальной селекционный материал в виде дигаплоидов сортов, гибридов и клонов насчитывал 40 образцов. Культурные виды были представлены 24 образцами чилийских форм *S. tuberosum*, дикие и примитивные виды – 21 образцом. При этом соотношение материала, введенного в культуру *in vitro* в ВИРе и полученного из других, в основном зарубежных, научных центров, составило примерно 1:1.

По данным на 1 августа 2006 г, коллекция картофеля *in vitro* включала 246 образцов, в том числе 171 селекционный сорт, из которых 68 отечественного происхождения, 25 образцов культурных видов, в основном чилийских форм *S. tuberosum*, 19 образцов диких и примитивных видов, 22 образца селекционных гибридов и клонов (из них селекции ВИР - 10 образцов), а также 6 образцов дифференциаторов рас фитофторы и 3 образца фитопатогенов (ВВКК и МВК).

Таблица 1. Качественный и количественный состав коллекции картофеля *in vitro*

Коллекционный материал	Число образцов
Отечественные сорта	68
Зарубежные сорта	103
Культурные виды	25
Дикие и примитивные виды	19
Селекционные клоны	22
Дифференциаторы рас фитофторы	6
Фитопатогены (вириод, вирусы)	3
Итого	246

Качественный состав коллекции достаточно постоянен, чего не скажешь о количественном, весьма динамичном и подверженном колебаниям за счет случайных выпадов и не всегда планируемых поступлений образцов *in vitro* из-за рубежа. Техническая и плановая стабилизация пополнения и сохранения коллекции *in vitro* картофеля является одной из первоочередных задач всей биотехнологической работы, проводимой с картофелем в ВИРе .

В настоящее время поддержание и длительное хранение образцов *in vitro* – метод, совершенно необходимый для сохранения, переноса и дальнейшего использования мирового генофонда культурных растений и их диких родичей. Это касается в основном вегетативно размножаемых культур, к которым относится картофель. Культуры, размножаемые генеративно, в этом методе нуждаются меньше, т.к. естественный биологический способ семенного воспроизведения позволяет хранить и сохранять их достаточно длительное время в виде ботанических семян. В отличие от сортового, клонового материала многие дикие и примитивные виды картофеля, воспроизводимые как клубнями, так и семенами, целесообразно хранить длительное время (до десятка лет и более) в виде семян, не вводя их в культуру *in vitro*. Исключение должны составлять отобранные из их числа ценные селекционные клоны, которые следует воспроизводить клубнями, поскольку их гетерозиготность может привести к утрате ценности генотипа, расщепляющегося при половом размножении семенами. Данные образцы важно также задублировать и хранить в меристемной культуре *in vitro*, обезопасив их от возможного заражения вирусами и другими патогенами. В случае, если они уже заразились в полевых или тепличных условиях выращивания, культура апикальных меристем может способствовать их оздоровлению. В культуре *in vitro* следует хранить также виды, не дающие семян и воспроизводимые только клубнями. Как правило, это виды с несбалансированным числом хромосом (триплоиды, пентаплоиды и др.).

Как известно, введение в культуру *in vitro* образцов в виде апикальных меристем имеет целью, прежде всего, их освобождение от вирусной и иной инфекции, и лишь затем их клонирование и хранение. Однако с помощью одной культуры меристем в отношении вирусов это удается далеко не во всех случаях. По нашим многолетним данным в среднем лишь около половины образцов освобождается таким путем от вирусной инфекции. Не все образцы, вводимые в культуру *in vitro*, регенерируют в полноценные пробирочные растения. Для повышения эффективности оздоровления в культуре ткани прибегают к дополнительным средствам термо- и хемотерапии, которые часто подавляют регенерацию и могут иметь другие отрицательные последствия. Все это достаточно усложняет и удорожает культуральный метод поддержания и хранения коллекции картофеля *in vitro*. Для раннего выявления вирусов в растениях-регенерантах их тестируют в культуре *in vitro* методом иммуноферментного анализа (ИФА). Выявленные вирусные растения до недавнего времени обычно выбраковывались. Это имело смысл, когда наряду с инфицированными растениями получали растения, инфекцию не показавшие. При зараженности всех полученных растений приходилось выбраковывать весь образец и заново вводить его в культуру *in vitro*. В результате число реально введенных в культуру и оставленных на хранение образцов существенно снижалось, что сказывалось на пополнении коллекции *in vitro* в целом. Подобную практику, видимо, надо изменять и пополнять коллекцию *in vitro* не только безвирусными, но и вирусными образцами, поскольку их дальнейшая сохранность в этих условиях должна быть все же выше, чем в поле. При этом контроль за вирусной инфекцией должен осуществляться по-прежнему, и образцы с наиболее опасными и патогенными вирусами типа YVK и ВСЛК следует в любом случае выбраковывать, тогда как образцы с таким слабо патогенным, часто латентным вирусом, как SBK можно сохранять с соответствующей вирусной маркировкой.

Особую опасность и проблему при работе с меристемным материалом может представлять вириод веретеновидности клубней картофеля (ВВКК). Этот патоген обладает повышенной термостойкостью, и обычные способы дезинфекции инструментов (смачивание в спирту и обжиг в пламени спиртовки), применяемые в культуральной работе, оказываются здесь недостаточными. В результате вероятность передачи ВВКК буквально с ножа весьма высока. Учитывая, что контроль за этим патогеном в работе по оздоровлению картофеля долгое время в стране практически отсутствовал, а лабораторная диагностика его довольно сложна, т.к. требует самых современных молекулярно-генетических методов определения,

вириод был сильно растиражирован в процессе массового размножения меристемного картофеля в культуре *in vitro* и распространен по многим регионам России.

Довольно негативную роль сыграла при этом монополия НИИ картофельного хозяйства на оздоровление сортов картофеля, получение и распространение меристемного материала из одного научно-производственного центра.

В нашей работе мы также столкнулись с зараженными ВВКК образцами, полученными из НИИКХ. С помощью польского научно-исследовательского центра в Млохове (ИНАР) было установлено наличие вириода в нескольких сортах из НИИКХ и двух образцах из коллекции ВИР. В дальнейшем с помощью сотрудника из Корнелльского университета США Патрика Руссо удалось провести массовое диагностирование коллекции картофеля *in vitro* на вириод методом молекулярной гибридизации нуклеиновых кислот с ДИГ-меткой (ДИГ-дигоксигенин). Данные этой работы отражены в каталоге ВИР за 2000 г и в кратком сообщении в «Вестнике защиты растений» [5, 6]. К сожалению, работа эта не была завершена по всему материалу *in vitro* и не продолжена до сих пор в виду отсутствия должного ее планового и технического обеспечения.

Из других возможных и потенциально опасных патогенов следует отметить установленное нами наличие в коллекции картофеля ВИР, особенно среди южноамериканских диких видов, карантинного андийского латентного вируса картофеля (АЛВК). К числу его биологических и специфических свойств надо отнести способность его передаваться семенами. В обследованном материале *in vitro* АЛВК установлен не был. Однако в оранжерее и полевых условиях вирус обнаруживался методом ИФА, в том числе и на сортах, не исключая образцы меристемного происхождения [7]. Это создает необходимость дополнительного тестирования меристемных растений на еще, как минимум, один вирус из целой группы андийских карантинных вирусов.

В последнее время определенную проблему стала представлять в культуре *in vitro* картофеля также бактериальная системная инфекция, ранее распространенная в основном на ягодных культурах (земляника, малина). Она, как и вириод, передается, как правило, с ножа, ибо принятые по методике способы дезинфекции инструментов оказываются тут недостаточными. В этом случае приходится прибегать к добавлению в среды антибиотиков, что часто не очень хорошо сказывается на состоянии самой культуры *in vitro*, в виду токсичности добавок не только для бактерий, но и для растений. К тому же эффект антибактериальных добавок может быть обратимым и исчезать после их прекращения. Данное обстоятельство стало причиной запрета использования антибиотиков и фунгицидов в культуре *in vitro* при транзите образцов в интродукционном процессе их международного обмена и рассылки [8].

Однако наиболее частой причиной заражения стерильной культуры *in vitro* является все-таки сапрофитная бактериальная или грибная инфекция, попадающая туда вследствие недостаточной герметизации пробирок или иных емкостей, где растения содержатся. Это зависит не только от качества пробок и закупорки материала. Это во многом зависит и от культуры самой методической работы с ним, от условий должной стерильности в ламинарных боксах, а также дальнейшего поддержания и хранения образцов. Наиболее часто случаи массового заражения были связаны именно с условиями поддержания и хранения, приводящими к разгерметизации материала в фитотронных и холодильных камерах. Во-первых, это связано с сильным нагнетанием нестерильного воздуха, во-вторых, со случающимся их отключением, приводящим к резкому повышению влажности окружающей среды, а часто и к прямому замораживанию хранимого там материала. Все это выводит на первый план факторы, обеспечивающие должную успешность и эффективность работы с коллекциями *in vitro*, а именно надлежащую их техническую и методическую обеспеченность. И, конечно, не последняя, а скорее первая роль здесь принадлежит человеческому фактору, уровню квалификации и обученности задействованного в этой работе персонала.

В связи с этим дальнейшее совершенствование работы с коллекциями *in vitro* невозможно без должной модернизации, улучшения всей технической лабораторной базы ее проведения. Проводимый в настоящее время ремонт лабораторных помещений, выделение специального, условно стерильного отсека для чисто культуральных работ должны способствовать повышению эффективности и надежности культурального метода поддержания и хранения коллекционных образцов *in vitro*. Однако одного этого, конечно, не достаточно для получения желаемых результатов. Необходимо обновление всего технического лабораторного оборудования ввиду сильной его изношенности и устарелости (современные ламинар-боксы, подходящие светоустановки, вместительные холодильные камеры и т.п.) В некой пока не совсем ясной перспективе все это можно и должно в комплексе приобрести и соответственно оснастить, если ВИР будет полностью переведен в Пушкин и отстроен заново по соответствующему современному проекту для научных центров такого назначения, включая национальные генбанки, где хранение части образцов в культуре *in vitro* является неотъемлемым звеном общей системы сохранения мирового генофонда растений.

Существенное значение в данной работе имеет не только качественный подбор материала для введения в культуру *in vitro* с целью дальнейшего поддержания и хранения его в этих условиях, но и оптимальный количественный его объем. Поскольку вводить имеет смысл в основном клоновый материал, воспроизводимый клубнями (селекционные сорта, гибриды и клоны), то при планировании объема коллекции *in vitro* надо исходить из наличия и количества клоновых образцов в фондовой коллекции в целом. Первоначально возлагаемые на коллекции *in vitro* надежды, что они смогут полностью заменить коллекции поддержания вегетативно размножаемых культур, в том числе таких как картофель, в полевых условиях оказались не более чем иллюзией. Коллекции *in vitro* являются не более чем дублетными по отношению к основным, фондовым, страхуя их от возможных выпадов в поле. Выпады обычно имеются и в коллекциях *in vitro*. Степень утрат при этом зависит как от технических условий хранения, так и от генотипически, а значит и фенотипически неоднозначной реакции разных коллекционных образцов на условия культуры ткани. Не все образцы, в том числе среди сортов, реагируют на них нормально. Не все сорта образуют при этом нормальные микроклубни. Учитывая постоянно присутствующие факторы риска при хранении *in vitro*, связанные с возможными техническими накладками и срывами, а также с чисто биологическими особенностями тех или иных коллекционных образцов, одним из необходимых способов их подстраховки является увеличение повторности каждого образца как минимум до 10 пробирок, что до сих пор не всегда удается.

Если исходить из имеющегося в настоящее время в ВИРе мирового генофонда картофеля порядка 9000 образцов, то клоновая, клубневая коллекция составляет от него примерно 40%, остальные образцы хранятся и воспроизводятся семенами. Из нее около 2000 образцов – это селекционные сорта, из которых отечественные (включая страны бывшего СССР) представлены не более чем 200 сортами, т.е. 10% от общего их числа. Вот из этих, в основном стародавних местных сортов и должна формироваться в первую очередь коллекция картофеля *in vitro* ВИР. Зарубежные сорта в этой коллекции не должны составлять более четверти от общего числа представленных сортов, т.к. они надежнее сохраняются в своих национальных генбанках, и в случае востребованности тех или иных сортов их можно затребовать по международным каналам, согласно Конвенции о биоразнообразии и соответствующим соглашениям между странами. Из клонового материала, особо нуждающегося в сохранении *in vitro* надо отметить также старую коллекцию чилийских форм *S. tuberosum* (более 100 образцов). Остальная часть коллекции *in vitro* должна быть представлена ценными селекционными гибридами и клонами, куда входят источники и доноры биологически, хозяйственно и экономически важных признаков, а также виды, не дающие семян (триплоидные, пентаплоидные и др.). Сюда же надо отнести некоторые дифференциаторы и индикаторы на различные патотипы и расы возбудителей болезней (нематоды, фитотторы и др.). В ряде случаев надо иметь также образцы некоторых

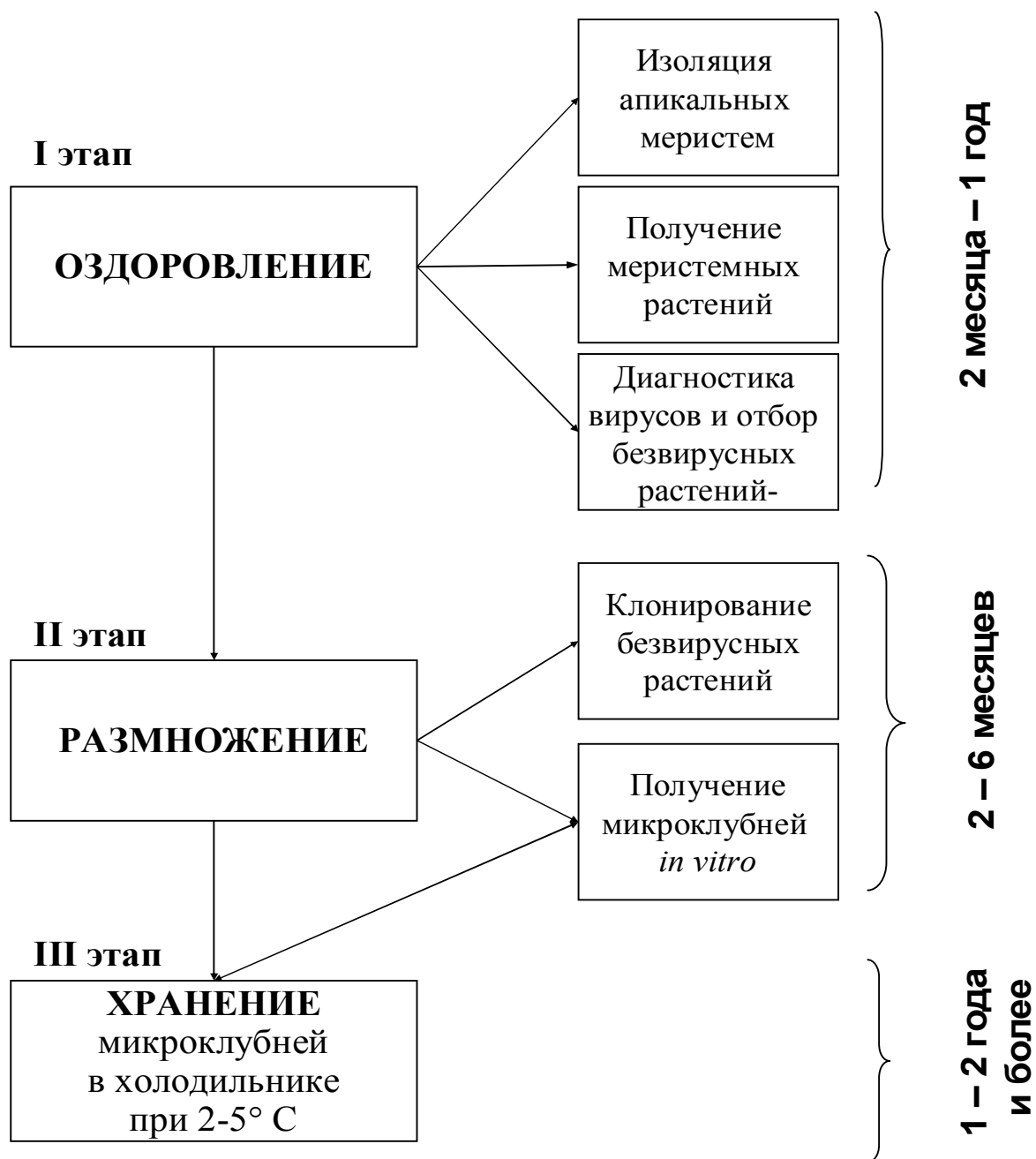
патогенов, в частности вирусов, поддерживаемых и сохраняемых в стерильной, чистой культуре для проведения определенных иммунологических и оценочно селекционных работ. Всего по такому подбору образцов коллекция картофеля *in vitro* в ВИРе не должна составлять более чем 500 образцов. С учетом необходимой как минимум 10-кратной повторности по каждому хранимому образцу, вся коллекция включала бы не менее 5000 единиц хранения, из которых каждая представляла бы собой одну пробирку с микроклубнями. Это то, к чему надо стремиться и что реально можно создать в улучшенных условиях хранения подобной коллекции.

Наконец, нельзя не коснуться еще одной из самых существенных проблем коллекций *in vitro* в настоящее время. Это вопрос их генетической стабильности. В прошлом этого вопроса как бы не было, ибо считалось, что культура меристемной ткани обеспечивает ее полностью и потому годится для элитного семеноводства, тогда как культура каллусной ткани наоборот является источником соматональной изменчивости и поэтому нашла в свое время широкое применение в селекционной работе. В последние годы взгляды эти претерпевают все более обоснованные изменения. Так накопились данные о возможности появления в меристемном материале не только обычно выявляемой фенотипической изменчивости, но и часто скрытой генотипической [1]. Отсюда возникает необходимость тестировать образцы не только на патогены, но и на гены. Причем генотипирование этих образцов должно стать неотъемлемым и рутинным звеном всей системы их поддержания и хранения. Для этого существуют вполне адекватные методы молекулярной генетики на уровне белков, а теперь и ДНК (модификации ПЦР). Длительное хранение образцов в культуре *in vitro* повышает вероятность возникновения такой изменчивости. Вместе с тем в ходе длительной работы с коллекциями *in vitro* не исключены случаи чисто механического спутывания образцов. Такое нередко бывает и с полевыми коллекциями. Вот почему образцы *in vivo*, вводимые в культуру *in vitro* должны апробироваться особенно тщательно и быть подлинными ботаническими эталонами при сравнении их с производными от них меристемными аналогами, генотипирование которых можно производить уже на растениях *in vitro*.

Выводы

1. Наиболее оптимальным и вполне апробированным нами способом хранения коллекции картофеля *in vitro* является получение от коллекционных образцов микроклубней и содержание их в холодильнике при 2-5°C. Беспересадочный цикл хранения удлинится при этом до 2 лет и более.
2. Образцы коллекции *in vitro* должны быть протестированы на основные вирусы картофеля ХВК, СВК, МВК, УВК и ВСЛК, а также вириод (ВВКК). Учитывая обнаружение в коллекции карантинного андийского латентного вируса картофеля (АЛВК), следует проводить тестирование также и на него. Растения с УВК, ВСЛК, АЛВК и ВВКК должны быть устранены, образцы с остальными вирусами могут быть сохранены с соответствующей вирусной маркировкой.
3. В коллекцию *in vitro* картофеля ВИР следует включать в основном селекционные сорта, гибриды и клоны отечественного происхождения. Зарубежный материал лучше получать по выписке и обмену, и сохранять его в коллекции *in vitro* выборочно, по его востребованности и реальной ботанической и селекционной ценности. Из видовой коллекции в культуру *in vitro* надо вводить виды, формы и образцы, плохо или совсем не образующие семян, а также отобранные ценные клоны.
4. Для мировой коллекции картофеля ВИР оптимальной по назначению и объему является коллекция *in vitro* примерно в 500 коллекционных образцов с 5000 единицами хранения.
5. В настоящее время необходимо налаживание молекулярного генотипирования всех образцов коллекции *in vitro* при наличии ботанически подлинных и типичных их аналогов в коллекции *in vivo*. Схема этапов работы по созданию оздоровленной от вирусов коллекции картофеля *in vitro* прилагается ниже.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ОЗДОРОВЛЕННЫХ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*



ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова О.Ю., Трускинов Э.В., Фролова Д. В., Гавриленко Т.А.. Анализ генетической стабильности образцов картофеля, сохраняемых в условиях *in vitro*. Аграрная Россия. 2004. № 6. С.25-29.
2. Трускинов Э.В. Клубнеобразование в культуре тканей картофеля как фактор его размножения и длительного хранения. Бюл. ВИР. 1980. вып.105. С. 77-79.
3. Трускинов Э.В. Хранение оздоровленной коллекции картофеля. Тезисы докладов 4 Всесоюзн. конф. «Культура клеток растений и биотехнология». Кишинев. 1983. С. 207-208.
4. Трускинов Э. В. Поддержание и хранение коллекционных образцов картофеля в условиях *in vitro*. Методические указания. Л. 1987. 40 с..
5. Трускинов Э.В., Фролова Д.В. Каталог мировой коллекции ВИР. Образцы картофеля *in vitro*. 2000. вып. 705. СПб. 22 с.
6. Трускинов Э.В., Фролова Д.В., Козлов Л.П., Солянкина Л.В., Якуткина Т.А. Использование метода молекулярной гибридизации с меткой дигоксигенином (ДИГ) при диагностике вириода веретеновидности клубней картофеля (ВВКК) в меристемном материале. Вестник защиты растений. СПб-Пушкин. 2003. 2. С. 58-60.
7. Трускинов Э.В., Фролова Д.В. Андийские вирусы картофеля. Защита и карантин растений. 2001. 3. С.34-35.
8. Collin J. Jeffries. FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm. Potato. 1998. № 19. 177 с.
9. Morel G., Martin C. Guerison de pomme de terre atteinte de maladies a virus. C.R. Acad. Agric. France. 1955. V. 41. № 10. P. 472-475.
10. Morel G. Meristem culture techniques for the long-term storage of cultivated plants. Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge. 1975. P. 327-332

E. V. TRUSKINOV

CREATION IN VITRO POTATO COLLECTION: RESULTS, PROBLEMS, PERSPECTIVES

Summary

The article consists of data about creation, qualitative and quantitative structure of potato collection *in vitro*. At last time collection contained 246 specimens including 171 cultivars, the rest – potato selective hybrids and clones, cultured, primitive and wild species. Potato specimens store without transplantation by microtubers in refrigerator at 2-5°C in during 2 years and more. General and separate questions and problems are discussed in connection with such method of storage. About 500 specimens *in vitro* may to store on base potato fundamental collection reproduced vegetative by tubers.

УДК 635.21:632.938+575.1

ГЕНЕТИЧЕСКИ РАЗЛИЧНЫЕ УСТОЙЧИВЫЕ К ФИТОФТОРОЗУ ГИБРИДЫ КАРТОФЕЛЯ – ЦЕННЫЙ ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Канд. с.-х. наук **Е. В. Рогозина**,
ГНУ ГНЦ РФ ВНИИР.

Канд. биол. наук **М. П. Бекетова**, д-р биол. наук **Э. Е. Хавкин**
ГНУ ВНИИСХБ.

Для создания отечественных фитофтороустойчивых сортов картофеля, начиная с первых работ в этом направлении, выполненных в 30-х годах И.И. Пушкаревым и А.С. Филипповым (ИКХ), непременно привлекаются образцы мировой коллекции ВНИИ

растениеводства имени Н.И. Вавилова (ВИР). На основе видов *Solanum demissum* Lindl., *Solanum vallis-mexici* Juz., *Solanum stoloniferum* Schlecht. в группе межвидовой гибридизации картофеля под руководством А. Я. Камеразы получали межвидовые гибриды и сорта, которые передавались в Государственное сортоиспытание, были районированы или использованы другими селекционерами в качестве родительских форм. Позднее работу по вовлечению диких видов картофеля в селекцию продолжили К. З. Будин и др.

Проблема устойчивости картофеля к фитофторозу актуальна сегодня в связи с возникновением новых популяций возбудителя *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, высоко вариабельных и состоящих из более вирулентных генотипов патогена [4, 10]. Селекция на фитофтороустойчивость в современных условиях требует привлечения генетически разнообразного исходного материала — еще не использованных или слабо использованных природных источников [13, 19].

При межвидовой гибридизации с участием диких родичей картофеля один цикл скрещивания, последующего изучения и отбора длится не менее пяти лет. Формы, сочетающие высокую устойчивость к заболеванию с комплексом хозяйственно-ценных признаков, обычно получают после трех-четырех возвратных скрещиваний. Селекционер не имеет столь продолжительного периода времени, необходимого для работы с источниками фитофтороустойчивости из числа диких видов картофеля. Сегодня проведению практической селекционной работы предшествует реализуемый в отделе генетических ресурсов картофеля ГНЦ РФ ВИР этап предварительной селекции по выделению источников и созданию доноров устойчивости картофеля к фитофторозу. В ВИРе на примере мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) разработана принципиальная схема генетического изучения исходного материала для селекции с целью поиска и создания доноров ценных признаков [9]. Первый этап этой программы, посвященный созданию коллекций внутривидового разнообразия картофеля по признаку устойчивости к фитофторозу, выполнен для значительной части мировой коллекции картофеля ВИР. Результаты фенотипической оценки образцов диких, культурных видов и сортов картофеля регулярно публикуются в соответствующих каталогах [5, 6, 7, 8]. С участием диких видов рода *Solanum* L., секции *Petota* Dumortier, подсекции *Potatoe* G. Don. в отделе генетических ресурсов картофеля создана клоновая коллекция сложных межвидовых гибридов картофеля. Среди них выделены формы, обладающие устойчивыми к фитофторозу листьями и клубнями на протяжении длительного периода изучения [12].

Для выяснения степени генетического родства образцов-источников ценных признаков рекомендуют несколько подходов [9]. Однако наиболее информативный способ – скрещивание образцов источников между собой и последующий анализ гибридов в сравнении с родительскими формами – сопряжен с рядом ограничений, обусловленных биологией разных видов картофеля. Пшеница, в отличие от культурного картофеля, является самоопылителем и аллополиплоидом с дисомическим типом расщепления в потомстве. Многим диплоидным диким видам картофеля присуща самонесовместимость, затрудняющая проведение гибридологического анализа. Сорта культурного картофеля относят к автотетраплоидам. Большинство признаков у них наследуются по тетрасомному типу, хотя отмечены случаи и дисомного наследования. В гибридном потомстве возможны случаи хромосомного или хроматидного расщепления в зависимости от расположения генных локусов по отношению к центромере.

Современные ДНК-технологии позволяют получать точную генетическую характеристику отдельного индивидуума. С появлением молекулярных маркеров стало возможным создание карт сцепления с высоким разрешением. Наиболее информативная карта для картофеля включает более чем 10000 AFLP-маркеров, расположенных по всему геному (840 Mb) с интервалом около 100 kb [15]. Успехи, достигнутые в области изучения генома картофеля, являются основой для ускорения процесса селекции (селекция с помощью молекулярных маркеров), в частности на устойчивость к фитофторозу. Выявлены ДНК-маркеры различного типа (RLFP, AFLP, RAPD, STS), фланкирующие локусы генов

качественной и количественной устойчивости к фитофторозу, которые были интродуцированы из различных источников [20]. Клонированы два доминантных гена *R1* и *R3* из вида *S. demissum* [14, 17, 18] и аллели гена *RB*, определяющего фитофтороустойчивость вида *Solanum bulbocastanum* Dup. [21, 22]. Наглядно показана диагностическая ценность метода ПЦР, позволяющего обнаружить ген *R1*, который локализован на хромосоме V вблизи локусов количественной устойчивости к фитофторозу и позднеспелости. С помощью данного метода установлена статистически значимая связь между присутствием гена *R1* и фенотипической устойчивостью листьев и клубней европейских сортов картофеля [16]. Сходные результаты получены в нашей стране на сортах картофеля отечественной и зарубежной селекции [1].

Для определения генетических различий по устойчивости к фитофторозу у межвидовых гибридов картофеля, созданных в ВИР, нами использован комплексный подход, основанный на применении традиционных селекционных методов и современной ДНК-технологии. Результаты фитопатологической оценки гибридных клонов в различных географических пунктах, изучение их генеалогии и анализ методом ПЦР позволили выявить образцы, наиболее перспективные для селекционного использования.

Материалы и методы

Изучены 24 образца из клоновой коллекции созданных в ВИРе устойчивых к фитофторозу гибридов картофеля (табл. 1). Межвидовые гибриды картофеля получены в системе скрещивания и/или самоопыления перспективных форм с последующим отбором на устойчивость к фитофторозу в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками (правильной формой клубней с мелкими глазками, достаточной продуктивностью). Для гибридизации использованы образцы диких видов *Solanum berthaultii* Hawkes, *Solanum microdontum* Bitt., *S. stoloniferum*, *S. bulbocastanum*., *Solanum acaule* Bitt., *Solanum alandiae* Card., сорта картофеля и их дигаплоиды, вторичные дигаплоиды культурных видов *Solanum andigenum* Juz. et Buk., *Solanum rybinii* Juz. et Buk. Нами исследованы клоны межвидовых гибридов картофеля, выведенные в 1989-1997 гг. К.З. Будиным [2, 3], и новые образцы – источники признака устойчивости к фитофторозу.

Оценка устойчивости межвидовых гибридов картофеля к фитофторозу листьев проведена в период их вегетации в различных регионах России: Северо-Западном (Пушкинская опытная станция ВИР), Центральном (НИИКХ), Северо-Кавказском (Майкопская опытная станция ВИР), Дальневосточном (Сахалинский НИИСХ). Степень развития заболевания оценивали по общепринятой 9-балльной шкале¹.

Геномную ДНК выделяли из молодых листьев или глазков клубней картофеля в присутствии цетилтриметиламмоний бромидом. Для идентификации в гибридном материале генов устойчивости *R1* и *RB* были использованы два маркера. Маркер *R1* соответствует распознающему патоген рецепторному LRR-домену киназы *R1*. Для его амплификации использовали праймеры 5'-CACTCGTGACATATCCTCACTA-3' и 5'-CAACCCTGGCATGCCACG-3' и протокол, описанный в совместной публикации немецких и американских исследователей [14]. На основе последовательности гена *RB*, определяющего устойчивость к фитофторозу вида *S. bulbocastanum*, создан маркер *RB* (Э.Е. Хавкин, М. П. Бекетова, неопубл.).

¹ результаты оценки межвидовых гибридов картофеля по устойчивости к фитофторозу предоставили И. М. Яшина, М.Н. Горковенко, З. Ф. Брыкина

Результаты

Испытание клонов межвидовых гибридов картофеля в четырех географических пунктах выявило существенные различия между ними по характеру выраженности признака устойчивости к фитофторозу в зависимости от агроклиматических условий. Стабильно высокая устойчивость к заболеванию, независимо от условий произрастания, отмечена только у двух гибридных клонов – 97-162-5 и 13-1 (табл. 2). У остальных образцов, как показали результаты испытаний в разных географических пунктах, устойчивость к фитофторозу варьирует от средней до высокой (13 клонов), от низкой до высокой (7 клонов) или оценена как не выше средней (2 клон).

При смене агроклиматических условий изменяются ранговые значения некоторых гибридов картофеля по признаку фитофтороустойчивости. Так, высоко устойчивые к заболеванию по результатам многолетних наблюдений в условиях Северо-Западного региона клоны 90-7-7 и 97-155-1 проявляют низкую устойчивость к фитофторозу при выращивании на Сахалине. Напротив, клон 159-31, высоко устойчивый к заболеванию при выращивании на Сахалине, уступает клонам 90-7-7 и 97-155-1 в условиях Северо-Западного региона, а в условиях Сибири все три клона обнаруживают сходный уровень устойчивости к фитофторозу.

Анализ генеалогии, выполненный после составления родословных 24 клонов межвидовых гибридов картофеля, показывает, что 22 испытанных образца характеризуются сходным происхождением и имеют ряд общих родительских форм (табл. 3, схема 1). Для создания устойчивых к фитофторозу гибридов картофеля помимо источников фитофтороустойчивости из числа диких видов использованы сорта картофеля – демиссоиды (Гибридный 14, Anco, Bobr, Sunia), а также сорта, выведенные без привлечения *S. demissum*. Наиболее часто использованная в гибридизации форма В получена на основе сорта – демиссоида Sunia, а также образца высокоустойчивого к фитофторозу вида *S. stoloniferum*. Объединением благоприятных аллелей исходных форм, по-видимому, и объясняется высокий уровень фитофтороустойчивости, сохраняемый в ряду дальнейших поколений.

Два клона картофеля – образцы 24-1 и 24-2 не связаны своим происхождением с ранее привлекавшимися в гибридизацию формами. Данные образцы выделены в первом поколении от скрещивания дигаплоида сорта Atzimba и впервые использованного в селекции южноамериканского дикорастущего вида *S. alandiae* [11].

Анализ ДНК указывает на присутствие маркера R1 в геноме шести гибридных клонов картофеля, у которых при электрофоретическом разделении продуктов амплификации отчетливо выделяется соответствующая фрагменту гена полоса длиной около 1400 п.н. Еще у шести гибридных клонов картофеля праймеры, специфичные для маркера R1, инициировали синтез менее четко выраженного фрагмента, который обозначен нами как «следы маркера R1». Маркер RB найден в геноме шести межвидовых гибридов (рис.). Два гибридных клона картофеля - 190-4 и 90-7-7 содержат оба маркера (табл. 4).

Сопоставление результатов молекулярного анализа и данных агробиологического изучения межвидовых гибридов картофеля подтверждает наличие хорошо известной связи между присутствием гена *R1* и позднеспелостью (у 9 из 11 гибридных клонов). Поэтому особый интерес для селекции представляет стабильно устойчивый к фитофторозу (не ниже 5 баллов) раннеспелый образец 97-80-1, геном которого предположительно содержит ген *R1*. К средней группе спелости относятся гибридные клоны 190-4 и 159-3, в геномах которых также найден маркер R1 (табл. 1, 4).

Анализ генеалогии 12 клонов межвидовых гибридов, предположительно содержащих ген *R1*, показывает, что 11 из них созданы с участием сортов - демиссоидов. Однако клон 24-1 не связан своим происхождением с *S. demissum*, поскольку он отобран в гибридном потомстве боливийского вида *S. alandiae* и дигаплоида сорта Atzimba. Сорт Atzimba по результатам ранее проведенных исследований не содержит гена *R1* [1]. Возможное присутствие гена *R1* или его структурных гомологов у *S. alandiae* ранее не исследовалось.

Анализ генеалогии шести клонов межвидовых гибридов картофеля, в геноме которых выявлен маркер RB, показывает, что только образец 91-19-3 создан с участием вида *S. bulbocastanum*. Установить источник (или источники) маркера RB для других гибридных клонов в настоящее время не является возможным, поскольку клоновая репродукция большинства исходных родительских форм (табл. 3) не сохранилась. Следует подчеркнуть, что все гибридные клоны, содержащие маркер RB, получены на основе генетического материала *S. demissum*.

Сопоставление результатов ПЦР-тестов и анализа генеалогии клонов межвидовых гибридов картофеля дает основание предположить, что маркеры R1 и RB не являются строго видоспецифичными. Известно, что ген *R1* встречается у *S. stoloniferum* [16]. Ранее уже

было отмечено присутствие структурных гомологов *R1* в геномах *S. tuberosum* и *S. nigrum* (К. Гебхардт, устное сообщение). Вопрос о структурном полиморфизме и видовой принадлежности генов, контролирующих признак устойчивости к фитофторозу у представителей *Solanum* до настоящего времени остается открытым, поскольку большинство этих генов еще не охарактеризовано. Соответственно, вопрос о видовой специфичности ДНК маркеров, созданных на основе этих генов, нуждается в дальнейшем изучении.

Результаты ПЦР-теста подтвердили сложную генетическую природу признака устойчивости картофеля к фитофторозу. Так, некоторые гибридные клоны (24-2, 93-5-30, 159-31) при выращивании в разных агроклиматических условиях проявляли достаточно высокую степень устойчивости к заболеванию (не ниже средней), но маркеры *R1* и *RB* в их геномах не обнаружены (табл. 4). В отсутствие гена *R1*, устойчивость клонов 93-5-30 и 159-31 к фитофторозу могут обеспечивать другие гены вертикальной устойчивости, подобно генам *R2* - *R4*, уже введенным в сорта картофеля от вида *S. demissum* или малым генам горизонтальной устойчивости. Высокую степень горизонтальной устойчивости гибридного клона картофеля 93-5-30 подтверждают результаты неоднократных тестов по искусственному заражению отделенных листьев этого образца сложной высоковирулентной расой *Ph. infestans* (Е. В. Рогозина, М. В. Патрикеева, неопубл.). Для проверки гипотезы об отличии клонов 93-5-30 и 159-31 от сортов картофеля и межвидовых гибридов ВИР по другим генам, контролирующим устойчивость к фитофторозу, необходимо проведение дополнительных исследований.

Происхождение гибридного клона 24-2 отличается от происхождения сортов и ранее созданных в ВИРе межвидовых гибридов картофеля, поэтому можно предположить присутствие в геноме данного образца новых аллелей генов фитофтороустойчивости. Этот клон 24-2 является ценным исходным материалом для селекции. Дальнейшее изучение генетических факторов, контролирующих устойчивость этого клона к фитофторозу, необходимо для выяснения характера их наследования.

Агробиологическое изучение клонов межвидовых гибридов картофеля выявило наличие у некоторых из них, наряду с положительными признаками, ряда отрицательных в селекционном отношении качеств. Комплекс хозяйственно-ценных признаков характерен для тетраплоидных клонов межвидовых гибридов. Все они формируют компактное гнездо клубней правильной округлой или округло-овальной формы с мелкими или средними глазками. Триплоидные клоны межвидовых гибридов картофеля отличаются разбросанным гнездом клубней и длинными (до 30 см) столонами. Наблюдения за образованием ягод в естественных условиях (от свободного опыления) выявили женскую фертильность у всех тетраплоидных гибридов. Клоны 190-4, 90-7-7, 97-155-1, 24-2 могут быть вовлечены в гибридизацию также в качестве отцовского компонента скрещивания.

Обобщив сведения, полученные в результате комплексного подхода к изучению образцов источников признака фитофтороустойчивости из числа клонов межвидовых гибридов картофеля, можно рекомендовать для использования в селекции образцы 97-80-1, 24-2, 190-4, 159-31. Эти гибридные клоны картофеля характеризуются сочетанием нескольких ценных признаков (устойчивость к фитофторозу, ранний или средний срок созревания, фертильность). Наиболее перспективно включение в селекцию клона 24-2, генотипически отличного от ранее использованного исходного материала.

Таблица 1. Образцы клоновой коллекции устойчивых к фитофторозу межвидовых гибридов картофеля ВИР

Гибрид картофеля	Год создания	Число хромосом, 2n	Продуктивность, кг/м ²	Группа спелости
190-4	1990	48	2,0	Средняя
89-1-12	1989	“	2,2	Поздняя
90-7-7	1990	“	1,8	“
91-19-3	1991	“	2,7	“
93-5-30	1993	“	2,3	“
97-155-1	1997	“	3,0	“
97-80-1	1997	“	1,6	Ранняя
97-162-2	“	“	1,9	“
97-162-5	“	“	3,0	Поздняя
122-29	2000	“	3,1	Среднеранняя
159-1	2001	“	3,0	Поздняя
159-3	“	“	3,5	Средняя
159-31	“	“	2,2	“
160-1	“	“	3,7	Поздняя
160-17	“	“	4,0	“
160-34	“	“	1,9	Средняя
160-36	“	“	1,6	“
160-40	“	“	2,4	“
11-1	2003	36	3,4	Поздняя
11-2	“	48	3,6	“
12-2	“	36	2,7	“
13-1	“	48	1,2	“
24-1	“	“	1,4	“
24-2	“	“	2,5	Средняя

Таблица 2. Дифференциация гибридов картофеля по стабильности проявления признака устойчивости к фитофторозу

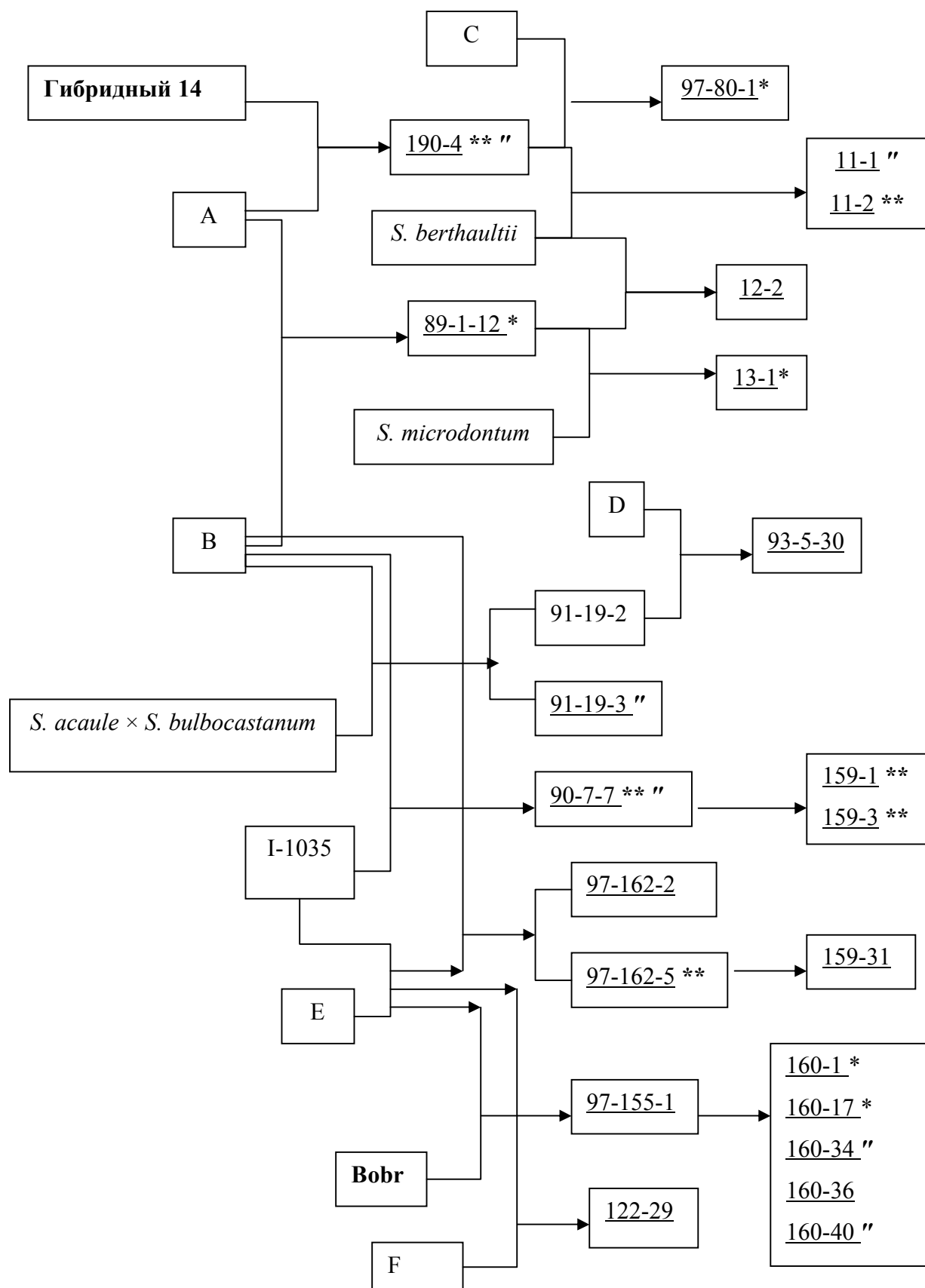
Устойчивость к фитофторозу, баллы			
стабильно высокая (7-8)	от средней до высокой (5 -8)	от низкой до высокой (3-8)	от низкой до средней (3-5)
13-1, 97-162-5	97-80-1, 97-162-2, 160-1, 160-17, 160-34, 24-1, 24-2, 190-4 , 91- 19-3, 93-5-30, 11- 1,159-1,159-31	97-155-1, 11-2, 12-2, 160-36, 160-40, 122-29, 90-7-7	89-1-12, 159-3

Таблица 3. Происхождение родительских форм использованных для создания фитофтороустойчивых гибридов картофеля ВИР

Родительская форма	Происхождение ¹
A	Прикульский ранний × F2 (Wilja × вд)
B	F2 [(Primrose × вд) × (Sunia × <i>S. stoloniferum</i>)]
C	[F2 (Saranac × <i>S. vernei</i>) × (вд × Anco)] × (Saranac × <i>S. vernei</i>)
D	(Kufri Naveen × <i>S. phureja</i>) × (вд × Anco)
E	(вд × Atzimba) × (вд × Tunika)
F	(<i>S. spegazzinii</i> × <i>S. microdontum</i>) × F3 (вд × Atzimba)

¹ вд – вторичный дигамплоид культурных видов картофеля (*S. andigenum* × *S. rybinii*)
Sunia и др. - сорта картофеля выведенные при участии вида *S. demissum*

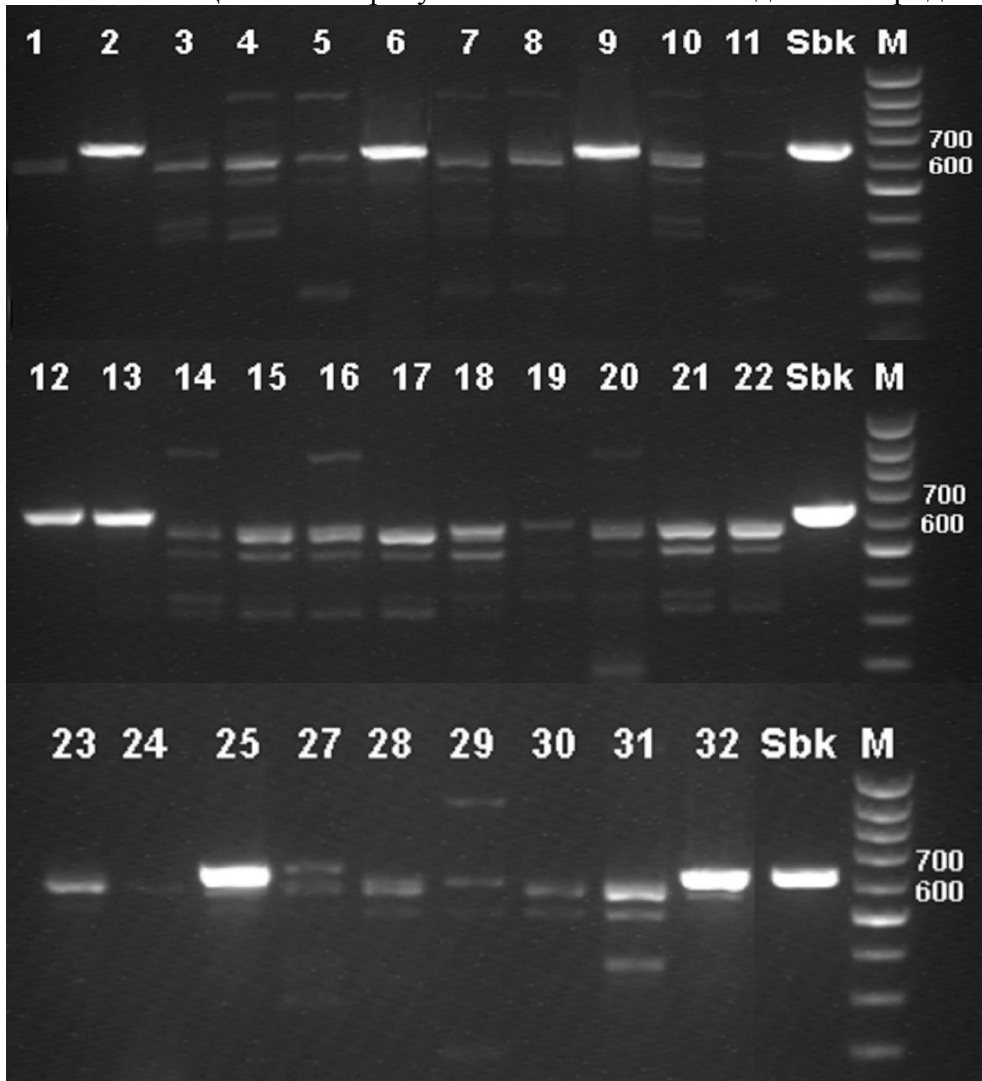
Схема родословных межвидовых гибридов картофеля.



Примечание: 190-4 и др. – гибридные клоны картофеля, обследованные методом ПЦР
 ** - выявлен маркер R1, * - выявлены следы маркера R1, " - выявлен маркер RB

Рисунок

ПЦР-тест на присутствие гена *RB* в межвидовых гибридах картофеля



1 – неустойчивый образец, 2 – 190-4, 3 – 97-155-1, 4 – 97-80-1, 5 – 93-5-30, 6 – 160-34, 7 – 97-162-2, 8 – 24-1, 9 – 91-19-3, 10 – неустойчивый образец, 11 – 11-2, 12 – 11-1, 13 – 160-40, 14 – 97-162-5, 15 – 89-1-12, 16 – 160-17, 17 – неустойчивый образец, 18 – 160-36, 19 – 122-29, 20 – 159-1, 21 – 159-31, 22 и 23 – неустойчивый образец, 24 – 24-2, 25 – 160-40, 27 – 12-2, 28 – 13-1, 29 – 93-5-30, 30 – 160-17, 31 – 160-1, 32 – 90-7-7, Sbk – *Solanum bulbocastanum*, M – маркер молекулярной массы Gene Ruler 100 bp DNA Ladder Plus.

Таблица 4 Присутствие маркеров R1и RB в гибридных клонах картофеля.

Гибрид картофеля	RB	R1	Устойчивость к фитофторозу, балл
190-4	1	1	5-8
89-1-12	0	сл	3-5
90-7-7	1	1	3-8
91-19-3	1	0	5-8
93-5-30	0	0	5-8
97-80-1	0	сл	5-8
97-155-1	0	0	3-8
97-162-2	0	0	5-8
97-162-5	0	1	7-8
122-29	0	0	3-8
159-1	0	1	5-8
159-3	0	1	3-5
159-31	0	0	5-8
160-1	0	сл	5-8
160-17	0	сл	5-8
160-34	1	0	5-8
160-36	0	0	3-8
160-40	1	0	3-8
11-1	1	0	5-8
11-2	0	1	3-8
12-2	0	0	3-8
13-1	0	сл	7-8
24-1	0	сл	5-8
			5-8
24-2	0	0	

Примечание: 0 - отсутствие ПЦР фрагмента, 1 - присутствие ПЦР фрагмента, сл - следы.

Литература

1. Бекетова М. В., Хавкин Э. Е. Ген R1 устойчивости к фитофторозу у восприимчивых и устойчивых сортов картофеля // С.-х. биология, 2006. 3: 109-114.
2. Будин К. З. Генетические основы создания доноров картофеля. СПб.: ВИР, 1997. 40 с.
3. Будин К. З., Рогозина Е. В. Доноры и источники устойчивости к патогенам картофеля // Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 691. СПб.: ВИР, 1998. 24 с.
4. Еланский С. Н., Смирнов А.Н., Кравцов А. С., Дьяков Ю. Т. Козловская И. Н., Козловский Б. Е., Морозова А. В., Аманханова Ф. Х. Популяции *Phytophthora infestans* в европейской части России // Первая Всерос. конф. по иммунитету раст. к болезням и вредителям. СПб., 2002. С. 81-82.
5. Зотева Н. М. Устойчивость образцов диких видов картофеля к болезням и вредителям // Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 761. СПб.: ВИР, 2004. 88 с.
6. Киру С. Д., Бавыко Н. Ф., Палеха С. В., Евстратова Л. П. Культурные виды картофеля // Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 738. СПб.: ВИР, 2002. 74 с.
7. Костина Л. И., Фомина В. Е. Сорта картофеля России и стран СНГ// Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 721. СПб.: ВИР, 2000. 32 с.

8. Костина Л. И., Фомина В. Е. Селекционные сорта картофеля // Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 563. Л.: ВИР, 1990. 76 с.
9. Мережко А. Ф. Проблема доноров в селекции растений. СПб.: ВИР, 2002. 128 с.
10. Патрикеева М. В. Популяция гриба *Phytophthora infestans* в Ленинградской области // Первая Всерос. конф. по иммунитету раст. к болезням и вредителям. СПб., 2002. С. 109-110.
11. Рогозина Е. В. Южноамериканские дикорастущие виды картофеля. Особенности онтогенеза и перспективы использования в селекции // С.-х. биология, 2005. 5: 33-41.
12. Рогозина Е. В., Киру С. Д. Доноры устойчивости картофеля к патогенам и качества продукции // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. С. 443-470.
13. Яшина И. М. Генетические и методические аспекты селекции картофеля на устойчивость к болезням и вредителям // Вопросы картофелеводства. Москва, ВНИИКХ, Россельхозакадемия, 2002. С. 1-10.
14. Ballvora A., Ercolano M., Weiß J., Meksem K., Bormann C., Oberhagemann P., Salamimi F., Gebhardt C. The *R1* gene for potato resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) belongs to the leucine zipper/NBS/LRR class of plant resistance genes // The Plant Journal. 2002. V. 30 (3). P. 361-371.
15. Brugmans Bart, Ronald G. B. Hutten, Nico A., Rookmaker O., Richard G. F. Visser, Herman J. van Eck. Exploitation of a marker dense linkage map of potato for positional cloning of a wart disease resistance gene. // Theor. Appl. Genet. 2006.112: 269–277.
16. Gebhardt C., Ballvora A., Walkemeier B. et al Assessing genetic potential in germplasm collections of crop plants by marker-trait association: a case study for potatoes with quantitative variation of resistance to late blight and maturity type // Mol. Breeding. 2004. V. 13. P. 93-102.
17. Huang S., Vleeshouwers V.G.A.A., Werij J.S., Hutten R.C.B., van Eck H.J., Visser R.G.F., Jacobsen E. The *R3* resistance to *Phytophthora infestans* in potato is conferred by two closely linked *R* genes with distinct specificities.// Mol. Plant-Microbe Interact., 2004. 17: 428-435.
18. Huang S., Vossen E.A.G., Kuang H., Vleeshouwers V.G.A.A., Zhang N., Borm T.J.A., van Eck H.J., Baker B., Jacobsen E., Visser R.G.F. Comparative genomics enabled the isolation of the *R3a* late blight resistance gene in potato.// Plant J. 2005. 42: 251–261.
19. Jansky S. Overcoming hybridization barriers in potato.//Plant Breed. 2006. 125:1-12.
20. Sliwka J. Genetic factors encoding resistance to late blight caused by *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary on the potato genetic map // Cellular & Molecular Biology Letters. 2004. V. 9. P. 855-867.
21. Song J., Bradeen J.M., Naess S.K., Raasch J.A., Wielgus S.M., Haberlach G.T., Liu J., Kuang H., Austin-Philips S., Buell C.R., Helgeson J.P. and Jiang J. Gene *RB* cloned from *Solanum bulbocastanum* confers broad spectrum resistance to potato late blight // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2003. V. 100. P. 9128-9133.
22. Van der Vossen, E., Sikkema A., Hekkert B. te Lintel, Gros J., Stevens P., Muskens M., Wouters D., Pereira A., Stiekema W., and Allefs S. An ancient R gene from the wild potato species *Solanum bulbocastanum* confers broad spectrum resistance to *Phytophthora infestans* in cultivated potato and tomato // Plant J. 2003. V. 36. P. 867-882.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КАРТОФЕЛЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ СЕЛЕКЦИИ

д. б. н. **Н.М.Зотеева**

ГНУ ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И. Вавилова

Во всем мире картофель является очень важной продовольственной культурой. Выращиваемые сорта картофеля обычно сильно поражаются грибными, вирусными и бактериальными болезнями, атакуются многими опасными вредителями. Главными болезнями картофеля остаются те же, что и много лет тому назад – фитофтороз (возбудитель *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), вирусные болезни; среди вредителей доминирует колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say). В южных районах появилась опасность распространения картофельной моли (*Phthorimaea operculella* Zell.), являющейся для нашей страны карантинным объектом.

Из-за узости генетического пула современных сортов картофеля существует высокая степень риска преодоления существующей устойчивости широкого ряда вредными организмами, многие из которых обладают высокой адаптивной способностью.

Приоритетным направлением в селекции картофеля является выведение сортов, устойчивых к наиболее вредоносной болезни культуры – фитофторозу. Фитофтороз наносит большой ущерб урожаю картофеля и является первостепенной проблемой во всех картофелепроизводящих странах мира. Дикие виды картофеля, в том числе образцы, сочетающие высокую устойчивость к фитофторозу с другими ценными признаками, способны расширить генофонд культурных сортов и внести целый ряд желаемых признаков.

В настоящее время в большинстве стран с развитой селекцией картофеля широко используют источники устойчивости к фитофторозу, выделенные среди диких видов картофеля [11, 12, 17, 18, 19, 21, 29, 33].

Большинство этих исследований посвящено изучению межвидовых гибридов, полученных с участием диких видов картофеля. Для создания исходного материала необходимо изучение возможно более широкого ряда признаков у возможно более широкого разнообразия образцов.

Аккумуляция нескольких желаемых признаков в одном сорте сказывается на эффективности его выращивания. В случае, когда возделываемые сорта картофеля не обладают необходимым набором полезных признаков, дикие виды могут быть использованы для интрогрессии генов, обуславливающих эти признаки. Использование диких видов картофеля уже обогатило генетическую основу многих селекционных сортов [15]. Богатое разнообразие диких видов и современные технологии делают вовлечение полезных признаков достижимым в относительно короткие сроки [26]. Они позволят более полно использовать выделенные источники, сочетающие в себе несколько признаков, что повысит адаптивность новых сортов к зонам возделывания, где условия местного климата способствуют распространению разного рода инфекций и вредителей.

Первым шагом на пути селекционного процесса является изучение исходного материала. Образцы, собранные в природе либо полученные из других коллекций мира, в процессе поддержания коллекции не подвергаются искусственному отбору, и поэтому в большой мере сохраняют свой генетический потенциал. Мы изучили большое число образцов из коллекции диких и культурных видов картофеля в целях дальнейшего использования этого материала в селекционных программах.

Полевое и лабораторное изучение образцов культурных и диких видов из коллекции картофеля ВИР, проходившее с 1982 по 1985 гг. и с 1995 по 2002 гг. было посвящено выявлению коллекционных образцов, устойчивых к ряду болезней и вредителей. Основное внимание было уделено исследованию устойчивости к наиболее вредоносной болезни –

фитофторозу. Работа проведена в Пушкинском филиале ВИР и в Отделении НИИ селекции и акклиматизации растений (ИНАР) в Млохове. Часть результатов получена в совместных исследованиях с проф. М. Хжановской (ИНАР), д.с.х. наук Л.П. Евстратовой (Петрозаводский гос. Университет), к.б.н. С.Р. Фасулати и к.б.н. Т.М. Юсуповым (Всероссийский НИИ защиты растений).

Изучение коллекционного материала по устойчивости к вирусам X и Y, серебристой парше, колорадскому жуку и картофельной моли позволило дать комплексную характеристику образцам коллекции диких видов картофеля. В годы с ранними заморозками оценена холодоустойчивость коллекционных образцов. Помимо этих признаков был изучен ряд хозяйственно-ценных свойств, таких как: способность к клубнеобразованию в условиях длинного светового дня, размер клубней, прорастание их в период хранения и устойчивость к потемнению сырой мякоти.

В полевых сезонах 1982, 1985, 1995 и 1998 гг. распространение фитофтороза носило характер эпифитотий. Параллельно с оценкой образцов, в сотрудничестве с Ботаническим Институтом им. Комарова и Всероссийским институтом защиты растений, проведен анализ местной популяции фитофторы [1]. Широкий ряд генов вирулентности в изолятах *P. infestans*, относящихся к двум типам совместимости (A1 и A2), определяет наличие высокого инфекционного фона при изучении коллекционных образцов в поле Пушкинского филиала ВИР.

Высокую полевую устойчивость в течение 3-х и более полевых сезонов проявили образцы южноамериканских видов: *S. albornzii* Corr., *S. avilesii* Hawk. et Hjert., *S. berthaultii*, *S. brachycarpum* Corr., *S. capsicibaccatum* Card., *S. immite*, *S. microdontum*, *S. ruiz-ceballosii* Card., *S. simplicifolium* Bitt., *S. vernei* Hawk. et Hjert. и североамериканских: *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. hougasii* Corr., *S. iopetalum* Bitt., *S. neoantipoviczii* Buk., *S. oxycarpum* Schiede, *S. papita* Rydb., *S. pinnatisectum* Dun., *S. polyadenium* Greenm., *S. polytrichon* Rydb., *S. stoloniferum*, *S. verrucosum*.

В полевом изучении 1982 – 1985 гг. у более 1000 образцов 76 диких видов картофеля у большинства из них установлен высокий внутривидовой и внутрипопуляционный полиморфизм по устойчивости листьев и стеблей к фитофторозу [5, 6]. Этот вывод был подтвержден дальнейшими лабораторными исследованиями устойчивости популяций центрально- и южноамериканских видов картофеля [34, 35]. Исследования показали, что для многих видов также характерен высокий уровень внутривидового и внутрипопуляционного полиморфизма по устойчивости к болезни клубней.

Результаты полевых наблюдений, проведенных в разные годы на образцах коллекции диких видов картофеля, в том числе в годы эпифитотий, а также методами лабораторной оценки с использованием высокоагрессивных изолятов фитофторы показывают, что коллекция ВИР содержит богатый исходный материал, характеризующийся высокой степенью устойчивости к фитофторозу листьев и клубней.

Данные, полученные при инокулировании *P. infestans* отделенных долей листа, подтвердили устойчивость видов, выделившихся в полевом изучении. Наиболее стабильной и высокой устойчивостью характеризовались все образцы *S. demissum*. Высокой долей устойчивых образцов в полевых условиях и в тестах заражения листьев характеризовались образцы *S. stoloniferum* и *S. papita*. Среди множества исследованных образцов выделили лишь немногие, сочетающие устойчивость к фитофторозу листьев и клубней. Среди них: *S. berthaultii* к-23047, *S. cardiophyllum* к-16828, *S. neoantipovichii* к-8505, *S. ruiz-ceballosii* к-7370.

Результаты полевого и лабораторного изучения также показали, что коллекция включает образцы, сочетающие устойчивость к фитофторозу с устойчивостью к вирусам X и Y, а также к колорадскому жуку и картофельной моли [9].

Для более полной характеристики материала, предлагаемого к использованию в селекции, нами исследованы некоторые признаки клубней диких видов картофеля. Товарным продуктом являются именно клубни, а они обладают рядом важных особенностей, значительно влияющих на качество посадочного материала (прорастание в период

хранения), на урожайность (нейтральная реакция на длину светового дня) и пригодность клубней к переработке (потемнение мякоти клубня).

Большинство диких видов картофеля характеризуются правильной формой клубней. Отсутствие потемнения сырой мякоти отмечено у клубней образцов *S. cardiophyllum*, *S. polytrichon*, *S. stoloniferum* и *S. spgazzinii*. Сильно темнеющая сырая мякоть клубней характерна для образцов *S. pinnatisectum*.

В селекции сортов, создаваемых для северных районов, помимо устойчивости к болезням и вредителям важным свойством является нейтральная реакция на длину светового дня. Длительным периодом непрерывного поддержания клонами (20 лет и более) в горшечной культуре в условиях длинного светового дня обладают южноамериканские виды *S. microdontum*, *S. oplocense* Hawk., *S. pamiricum* Perl., *S. maglia* Schlecht., *S. molinae* Juz., *S. spgazzinii* Bitt., *S. commersonii* Dun., *S. kurtzianum* Bitt. et Wittm., *S. chacoense* Bitt., *S. tarijense* и североамериканские – *S. cardiophyllum* Lindl., *S. jamesii* Torr., *S. pinnatisectum*, *S. sambucinum* Rydb. и *S. stenophyllidium* Bitt.

Наиболее крупные клубни в условиях Северо-Запада РФ формируют растения видов *S. vernei* spp. *balsii*, *S. cardiophyllum* spp. *ehrenbergii* Bitt., *S. polytrichon*, *S. nayaritense* (Bitt.) Rydb., *S. stenophyllidium*, *S. brachistotrichum* (Bitt.) Rydb., *S. bulbocastanum*. Способностью к формированию клубней в полевых условиях Северо-Запада РФ обладают растения *S. bulbocastanum*, *S. cardiophyllum*, *S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. jamesii*, *S. oplocense*, *S. polytrichon*, *S. pinnatisectum* и ряда других видов.

Важным свойством для растений картофеля, выращиваемых в районах с более поздними сроками посадки, является отсутствие прорастания клубней в период хранения. Прорастание клубней задолго до посадки сильно снижает качество как столового, так и семенного картофеля. Этот признак связан с длительностью периода их покоя. Длительность и глубина состояния физиологического покоя клубней является как сортовым, так и видовым признаком. Данный признак не изучается так же широко, как другие, но имеет большое значение в производстве картофеля. В зависимости от целей использования, предпочтительными могут быть как образцы с коротким периодом покоя, используемые в селекции сортов картофеля для двуурожайной культуры, так и образцы с продолжительным его периодом. Для селекции сортов для районов с поздними сроками посадки картофеля следует использовать виды, имеющие слабое прорастание клубней: *S. commersonii*, *S. gandarillasii* Card., *S. gourlayi* Hawk., *S. hjertingii* Hawk., *S. incamayoense* Okada et Clausen, *S. kurtzianum*, *S. matehuale* Hjert. et Tarn., *S. mochicense* Ochoa, *S. pamiricum*, *S. spgazzini* и *S. pinnatisectum*.

Мексиканский гексаплоидный *S. demissum* чаще всего использовался в селекции на фитофтороустойчивость. Образцы *S. demissum* могут послужить полезным материалом для усиления признаков устойчивости к заморозкам, фитофторозу, вирусу Y и колорадскому жуку. Растения *S. demissum* имеют клубни небольшого размера, правильной формы с тонкой светлой кожурой. Однако растения этого вида обладают повышенной фотопериодической реакцией. Растения *S. demissum* слабо образуют клубни в условиях С.-Петербурга, но при выращивании их в зоне с более короткой продолжительностью дня (Млохов, Польша) формирование клубней, как в теплице, так и в поле, было значительно лучшим.

Помимо образцов *S. demissum*, устойчивость к низким температурам наблюдали также у растений вида *S. acaule*, *S. megistacrolobum* Bitt. и *S. commersonii* при выращивании в поле Пушкинского филиала ВИР. В наших исследованиях часть образцов вида *S. acaule* Bitt. (к-9786, к-10678, к-18021, к-18522) сочетала устойчивость к фитофторозу с устойчивостью к вирусу X, к холоду и слабым прорастанием клубней в период хранения. Часть образцов этого вида проявляла устойчивость клубней к фитофторозу. При оценке клубней по заражаемости серебристой паршой, большинство образцов этого вида имело незначительные симптомы поражения болезнью. Растения *S. acaule* характеризуются мелкими клубнями, правильной округлой формы, с белой мякотью и тонкой кожурой, лишенной антоциана.

Высокой устойчивостью к низким температурам отличаются растения диплоидного вида *S. commersonii*. Они сохраняли не поврежденные морозом листья и ягоды при $t^{\circ} -5^{\circ} \text{C}$. Растения этого вида хорошо образуют клубни в условиях продолжительного светового дня в горшечной культуре, а в годы с жаркой погодой в августе также и в поле. По данным Л. Е. Горбатенко с соавторами [2], клубни этого вида имеют повышенное содержание крахмала. М. Huarte упоминает *S. commersonii* среди аргентинских видов, устойчивых к фитофторозу [20]. По его данным, образцы этого вида были выделены как перспективные для использования в селекции на длительную устойчивость к фитофторозу. Растения *S. commersonii*, находившиеся в нашем изучении, не проявили устойчивости к фитофторозу. По нашим данным, клубни *S. commersonii* устойчивы к картофельной моли.

При создании сортов картофеля для выращивания в южных районах, использование в селекции диких видов проводится, в основном, с целью придания сортам устойчивости к вирусам, поскольку теплый климат способствует распространению насекомых-переносчиков вирусных инфекций, и к вредителям, распространенным в этих зонах – колорадскому жуку и картофельной моли. Устойчивостью сразу к трем штаммам вируса Y (PVY) обладают образцы диких видов картофеля *S. stoloniferum*, *S. neoantipovichii*, *S. chacoense*, *S. dolichostigma*, *S. pinnatisectum*, *S. polytrichon*. Сочетание устойчивости к PVY и фитофторозу было найдено нами у растений *S. stoloniferum*, *S. neoantipovichii*, *S. pinnatisectum* и *S. polytrichon*, а к фитофторозу и вирусу X – у отдельных образцов *S. acaule* и *S. berthaultii*. Среди исследованных образцов устойчивость к фитофторозу в сочетании с устойчивостью к наиболее распространенному в районах производства картофеля вирусу Y обнаружена у образцов *S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. neoantipovichii*, *S. polytrichon*, *S. pinnatisectum* и *S. guerreroense* Corr., причем отдельные образцы были устойчивы сразу к трем штаммам этого вируса. Устойчивость к колорадскому жуку обнаружена у всех исследованных образцов *S. chacoense*, часть образцов которого проявила высокую устойчивость к вирусу Y. Устойчивыми к колорадскому жуку в полевом изучении были также растения видов *S. demissum*, *S. guerreroense*, *S. microdontum* и *S. pinnatisectum* [8]. При лабораторном изучении, помимо перечисленных выше видов, отмечена слабая повреждаемость личинками колорадского жука листьев растений, относящихся к видам *S. acaule*, *S. avilesii*, *S. bulbocastanum* и *S. immite* [10]. Клубни образцов, не повреждаемых картофельной молью, которая наносит большой ущерб в южных районах, обнаружены среди видов *S. cardiophyllum*, *S. commersonii*, *S. hjertingii*, *S. incamayoense*, *S. jamesii*, *S. kurtzianum*, *S. pinnatisectum*, *S. michoacanum* Rydb., *S. sambucinum*, *S. spagazzinii* и *S. trifidum* Corr. [9].

Высокая температура воздуха в сочетании с осадками способствует распространению серебристой парши. В результате трехлетнего изучения поражаемости серебристой паршой широкого разнообразия видов (50 видов) и образцов (347 образцов) диких видов картофеля выявлено, что клубни только единичных образцов видов *S. cardiophyllum*, *S. jamesii*, *S. pinnatisectum*, *S. stenophyllidium* и *S. tarijense* не имели симптомов поражения. Слабые симптомы болезни отмечены на клубнях образцов *S. cardiophyllum*, *S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. fendleri* Asa Gray, *S. gourlay*, *S. infundibuliforme* Phil., *S. jamesii*, *S. kurtzianum*, *S. megistacrolobum*, *S. papita*, *S. pinnatisectum*, *S. spagazzinii*, *S. stenophyllidium*, *S. stoloniferum*, *S. tarijense* и *S. vernei* [3, 4]. При использовании в селекции диких видов картофеля с тетраплоидным набором хромосом растения большинства из них непосредственно вовлекаются в скрещивания с сортами *S. tuberosum* L. Виды с диплоидным числом хромосом скрещивают с дигиплоидами *S. tuberosum* [14, 16], либо с диплоидными культурными видами. Эффективным методом получения гибридов с диплоидными видами является соматическая гибридизация [17, 32].

Данные мировой литературы показывают, что дикие виды картофеля с диплоидным набором хромосом широко используются в селекционной практике. Они составляют большинство всех дикорастущих видов картофеля и являются такими же важными элементами селекции, как примитивные виды и дигиплоиды *S. tuberosum* [15, 27, 30].

Изучению способности диплоидных видов к скрещиванию с сортами посвящены исследования, проведенные в разные годы [13, 22, 24, 25, 28, 31].

Среди диплоидных видов картофеля несомненный интерес для селекции представляет *S. cardiophyllum*, часть образцов которого проявляла высокую устойчивость при искусственном заражении листьев, и часть – при заражении клубней. Клубни отдельных образцов *S. cardiophyllum* обладали повышенной устойчивостью к картофельной моли и характеризовались не темнеющей мякотью клубней. Растения этого вида обладают нейтральной реакцией на длину светового дня – большинство его образцов имеют продолжительный период поддержания клубнями в горшечной культуре (до 23 лет), а также способны формировать клубни в поле. Клубни *S. cardiophyllum* имеют правильную форму и тонкую, светлую кожуру. Сырая мякоть клубней всех изученных образцов этого вида не темнела на 6 - часовой световой экспозиции.

Широко используется в мировой селекционной практике диплоидный мексиканский вид *S. bulbocastanum* [23, 33]. В экспериментальном поле ВИР под С.-Петербургом растения *S. bulbocastanum* образуют клубни относительно крупного размера и правильной формы. Устойчивость растений *S. bulbocastanum* к фитофторозу в течение длительного периода полевого изучения была очень высокой и отличалась высокой однородностью. В тестах искусственного заражения отделенных долей листа образцов *S. bulbocastanum*, проведенных в Пушкинском филиале ВИР, высокую устойчивость (балл 8-9) проявляло около 80%. Среди образцов этого вида была также найдена устойчивость к фитофторозу клубней.

Одним из диплоидных видов картофеля, обладающих полевой устойчивостью к фитофторозу, является *S. pinnatisectum*. Клубни всех испытанных образцов этого вида были высоко устойчивы к этому патогену. Устойчивость к фитофторозу образцов этого вида сочетается с устойчивостью к трем патотипам вируса Y, к колорадскому жуку и к картофельной моли. Растения *S. pinnatisectum* отличаются многоклубневостью и правильной округлой формой клубней. Период непрерывного клубнеобразования у ряда образцов этого вида составил около 20 лет. Растения *S. pinnatisectum* также способны образовывать клубни в полевых условиях под С.-Петербургом.

При полевом изучении растения диплоидного вида *S. spgazzinii* в массе поражаются фитофторозом, однако некоторые из них выделяются повышенной полевой устойчивостью. В тестах искусственного заражения клубни ряда образцов этого вида были высоко устойчивы к фитофторозу. Образцы *S. spgazzinii* устойчивы также к серебристой парше, картофельной моли и к потемнению сырой мякоти клубней. Клубни этого вида имеют поздние сроки прорастания. Вид характеризуется длительным периодом клубнеобразования в условиях длинного дня. Среди диплоидных видов, где встречаются образцы с высокой устойчивостью к фитофторозу, следует также назвать *S. vernei*, *S. capsicibaccatum*, *S. immite*, *S. polyadenium*, *S. trifidum* и *S. tarnii* Hawk. et Hjert.

К диплоидным видам, обладающим целым рядом ценных признаков, но при этом имеющим слабую устойчивость к фитофторозу, относится *S. chacoense*. Образцы *S. chacoense* характеризовались высокой устойчивостью к колорадскому жуку и альтернариозу (Зотеева, 2000). Отдельные растения этого вида проявляли повышенную устойчивость к фитофторозу в полевых условиях. Образцы *S. chacoense* характеризуются способностью к длительному непрерывному клубнеобразованию в условиях длинного дня (до 23 лет) и включают разнообразие форм как с умеренным прорастанием клубней в период весенних наблюдений, так и с отсутствием проростков на клубнях. Растения этого вида отличаются многоклубневостью и ранними сроками формирования клубней в горшечной культуре. Близкородственный *S. chacoense* вид *S. dolichostigma* Вук. был устойчив сразу к трем патотипам вируса Y, а в полевых условиях имел высокую полевую устойчивость к колорадскому жуку.

Высокая устойчивость клубней к картофельной моли была установлена у некоторых образцов диплоидного аргентинского вида *S. kurtzianum*. Растения этого вида имеют клубни правильной формы, сырая мякоть клубней части образцов не подвергалась потемнению на 4

- часовой световой экспозиции. Образцы *S. kurtzianum* отличаются длительным периодом клубнеобразования в горшечной культуре в условиях длинного дня. Большинство образцов характеризуется длительным периодом покоя клубней. Часть образцов *S. kurtzianum* слабо поражалась серебристой паршой. У ряда образцов найдена устойчивость клубней к фитофторозу.

В качестве материала для селекции сортов, создаваемых для возделывания в южных районах, интерес могут представить образцы близкородственных диплоидных видов *S. microdontum* и *S. simplicifolium*, характеризующиеся коротким периодом покоя клубней. Процентное соотношение между устойчивыми и неустойчивыми растениями у гибридов F₁, полученных от скрещивания устойчивого *S. microdontum* с частично устойчивым образцом *S. tarijense*, а также устойчивого образца *S. simplicifolium* с неустойчивым образцом *S. phureja* Juz. et Buk. показало, что оба вида эффективно передают устойчивость гибридному потомству [7]. Помимо высокой устойчивости к фитофторозу, в полевом и лабораторном изучении растения *S. microdontum* обладали повышенной устойчивостью к колорадскому жуку.

Среди фитофтороустойчивых тетраплоидных видов, обладающих несколькими ценными для селекции признаками, – виды из серии *Longipedicellata* Buk.: *S. polytrichon*, *S. stoloniferum* и *S. papita*. Среди этих трех видов наиболее частую встречаемость высокоустойчивых образцов в полевых условиях наблюдали у *S. stoloniferum*. В годы с сильным развитием фитофтороза устойчивость части образцов *S. polytrichon* преодолевается патогеном. В то же время часть из них слабо или совсем не повреждается фитофторозом. Образцы *S. polytrichon* формируют относительно крупные клубни, с нетемнеющей сырой мякотью и быстро прорастающие при переносе весной в теплое помещение. Для этих образцов характерно стабильное клубнеобразование и способность продуцировать клубни в поле в условиях продолжительного светового дня. Некоторые образцы этого вида проявляли высокую устойчивость к вирусу Y. Помимо этого, листья и стебли этого вида снабжены волосками, препятствующими посещению растений насекомыми. Часть растений *S. polytrichon* проявляла устойчивость к низким температурам в поле.

Растения вида *S. stoloniferum* высоко устойчивы к фитофторозу как в полевых условиях, так и при искусственном заражении с использованием инокулюма высокой концентрации. Некоторые из них сочетали высокую устойчивость к фитофторозу с устойчивостью к вирусу Y с частичной устойчивостью к вирусу X. Устойчивость к фитофторозу части образцов близкородственного *S. stoloniferum* вида *S. papita* была достаточно высокой как в поле, так и при искусственном заражении. Клубни части растений этого вида были также устойчивы к картофельной моли. Показатели периода непрерывного клубнеобразования у обоих видов близки и составляют 12-13 лет. В отличие от *S. stoloniferum*, растения многих образцов *S. papita* формировали клубни в условиях экспериментального поля ВИР.

Полученные данные свидетельствуют о высоком иммунологическом потенциале образцов диких видов картофеля, представленных в коллекции ВИР. Проблема обогащения генофонда культурных сортов картофеля ценными признаками диких видов картофеля, связанная с их плохой скрещиваемостью, с течением времени перестает быть неразрешимой. Представляется, что с дальнейшим развитием методов биотехнологии реализация потенциала диких видов картофеля станет возможной в более полной мере. В этой связи исходный материал, хранящийся в коллекции ВИР и объединяющий в себе многие полезные признаки, представляет несомненную ценность.

Литература

1. Веденяпина Е.Г., Зотеева Н.М., Патрикеева М.В. *Phytophthora infestans* в Ленинградской области: гены вирулентности, типы совместимости и жизнеспособность ооспор. Микология и фитопатология. М., 2002. Т. 36, вып. 6. С. 77-85.

2. Горбатенко Л.Е., Турулева Л.М., Шинкарев В.И. Виды картофеля Южной Америки и их значение для селекции. Каталог Мировой коллекции ВИР, вып. 634, СПб. 1992. 208 с.
3. Евстратова Л.П., Николаева Е., Зотеева Н.М. Иммунологический анализ устойчивости образцов дикорастущих видов картофеля к патогенам. Вестник РАСХН, №3, 2005. С. 50-52
4. Зотеева Н.М., Евстратова Л.П. Реакция диких видов картофеля на заражение серебристой паршой (*Helminthosporium solani*). Вестник защиты растений. СПб., ВИЗР, 2004, вып. 1. С. 76-80.
5. Зотеева Н.М. Автореферат дисс....канд. с.х. наук "Выделение источников устойчивости к *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary среди дикорастущих и культурных видов картофеля" на соискание ученой степени кандидата с.х. наук Л., ВИР. 1986. 16 с.
6. Зотеева Н.М. Турулева Л.М. Дикорастущие виды картофеля – генетические источники устойчивости к фитофторозу. Сб. науч. тр. по пр. бот., ген. и сел. Т.115, Л., 1987. С. 27–34.
7. Зотеева Н.М., Турулева Л.М. Значение видов серии *Simpliciora* Вук. для селекции картофеля на устойчивость к болезням и вредителям в условиях нечерноземья. Науч.-тех. бюлл. ВИР: Вып. 184, Л. 1988. С. 23-26.
8. Зотеева Н.М. Дикорастущие виды картофеля – источники комплексной устойчивости к колорадскому жуку, фитофторозу и альтернариозу. Тезисы докладов II Съезда ВОГИС, т. 1, СПб., изд.-во СПбГУ, 2000. С. 312.
9. Зотеева Н.М., Хжановска М., Евстратова Л.П., Фасулати С.Р., Юсупов Т.М. Устойчивость образцов диких видов картофеля к болезням и вредителям. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. № 761. ВИР, 2004. 88 с.
10. Зотеева Н.М., Фасулати С.Р. Устойчивость диких видов картофеля к колорадскому жуку. Вестник РАСХН. 2006, №1. С. 51 – 55.
11. Bradshaw E.J., Stewart H.E., Mackay G.R. New approaches to breeding for Late Blight resistance: objectives, sources and technology. Proceedings of the Global Initiative on Late Blight Conference. March 16-19. 1999, Quito, Ecuador. P. 43-48
12. Colon L. Resistance to *Phytophthora infestans* in *Solanum tuberosum* and wild *Solanum* species. Wageningen, 1994. 159 p.
13. Jacobsen E. Increase of diplandroid formation and seed in 4x x 2x –crosses in potatoes by genetical manipulation of dihaploids and some theoretical consequences. Z.Pflanzenzuchtg. 1980. V. 85. P. 110-121.
14. Jansky S.H., Yerk G.L, Peloquin S.J. The use of potato haploids to 2x wild species germplasm into usable form. Plant Breeding. 1999. V. 104. P. 290-294.
15. Hanneman R.E. The potato germplasm resources. American Potato Journal, 1989. V.66. P 655-667.
16. Hanneman R.E. Techniques to transfer germplasm from 2x (1EBN) Mexican species to 2x (2EBN) material via hybridization. American Potato Research. 1999. V.76. P. 371.
17. Helgeson, J.P., Pohlman J.D., Austin S., Herbalach G.T., Wielgus S.M., Ronis D., Zambolim L., Tooley P., McGrath J.M., James R.V., Stewenson W.R. Somatic hybrids between *Solanum bulbocastanum* and potato: A new source of resistance to late blight. Theor. Appl. Genetics. 1998. V.96. P. 738-742.
18. Helgeson J.P., Naess S.K., Bradeen J.M., Song J., Jiang J. Toward Cloning a Durable Gene for Resistance to Late Blight from *Solanum bulbocastanum*. „Potato today and tomorrow”. Abstract book of 15th EAPR Conference, Germany, Hamburg. 14-19 July 2002. P.111 .
19. Hayes R. J., Thill C.A. Co-current introgression of economically important traits in a potato-breeding program. American Journal of Potato Research, 2002, V.79, No.3. P.173-181.

20. Huarte M.A. Host durable resistance to Late Blight: some experiences under long days in Argentina. A Threat to Global Food Security V.1, Proceedings of the Global Initiative on Late Blight Conference, March 16-19.1999. Quito, Ecuador. P. 37.
21. Labouriau R., Kirk H.G., Madsen M.H., Tolstrup K. Detecting genetic resistance to *P. infestans* in crossing of *S. tuberosum* with *S. vernei* and *S. microdontum*. Proceedings of the Global Initiative on Late Blight Conference. March 16-19, 1999. Quito, Ecuador. P.122.
22. Leue E.F., Peloquin S.J. Selection for 2n gametes and tuberization in *Solanum chacoense*. Amer. Potato J. 1980. V. 57. P.189-95.
23. Lozoya-Saldaña H., A. Hernández-Vilchis, Garay-Serrano, E.; Brown, C. R.; Grünwald N., Helgeson J. P. Revista Mexicana de Fitopatología, 2001. V.19, No.2. P.253-259.
24. Mok D.W.S., Peloquin S.J. Three mechanisms of 2n pollen formation in dihaploid potatoes. Can. J. Genet. 1975. No.17. P.217-225.
25. Narkiewicz M. Ocena wybranych diploidalnych klonow ziemniaka pod wzgledem zdolnosci wytwarzania meskich gamet niezredukowanych. Hod. Roslyn. 1986. V.30, N 5/6. P. 1-9.
26. Peloquin S.J., Jansky S.H., Yerk G.L. Potato cytogenetics and germplasm utilisation. American Potato Journal. 1989. V. 66. P. 629-638.
27. Plaisted R.L., Hoopes R.W. The past record and future prospects for the use of exotic potato germplasm. Am. Potato J. 1989. V. 66. P. 603-627.
28. Quinn A.A., Mok D.W.S., Peloquin S.J. Distribution and significance of diploandroids among the diploid *Solanums*. Amer. Potato J. 1974. V. 51. P. 16-21.
29. Ramon M., Hanneman R. E. Introgression of resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) from *Solanum pinnatisectum* into *S. tuberosum* using embryo rescue and double pollination. Jr. Euphytica, 2002. V. 127. No.3. P. 421-435.
30. Sonnino A., Iwanaga M., Henostroza A. Chromosome number doubling of 2x potato lines with diverse genetic background throug tissue culture. Potato Res. 1988. V. 31. P. 627-631.
31. Strzelczyk-Zyta D., Jakuczun H., Zimnoch-Guzowska E. Zdolnosc do tworzenia meskich gamet 2n w diploidalnych klonach ziemniaka z programu syntezy diploidalnych form rodzicielskich. Biul. Instytutu Ziemniaka. 1997. V. 48. N1. P. 99-105.
32. Thieme R., Gavrilenko T., Heimbach U., Thieme T. Development and utilization of genetic diversity in *Solanum* for breeding potatoes. Abstract of Papers of EAPR Conference "Potato today and tomorrow. July 14-19, Hamburg, Germany. P.28.
33. Yakovleva G.A., Rodkina I.A., Semanyuk T.V., Monarkhovich S.V., Podobed N.I. Transgenic potato and somatic hybrids: resistance to diseases in vivo. „Potato today and tomorrow”. Abstract book of 15th EAPR Conference. Hamburg, Germany. 14-19 July 2002. P. 180.
34. Zoteyeva N.M. CEEM Progress Report. Cornell University, 1999.
35. Zoteyeva N.M. Reconstruction of potato wild species collection of the N.I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR). Potato Research. 2000. V.43. P. 441.

N.M. Zoteyeva

USING SPECIFIC DIVERSITY OF VIR POTATO COLLECTION FOR DECISION OF BREEDING PROBLEMS

Summary

The paper presents the results of the long term evaluation of wild potato species accessions from collection of N.I. Vavilov Institute of Plant Industry for resistance to diseases (late blight, silver scurf, viruses) and pests (Colorado potato beetle, potato moth). Tuber production under long day conditions, resistance to sprouting and resistance to tuber flash discoloration were also evaluated. The study was carried out in the field and in laboratory conditions. Potato species comprising the accessions combined resistance to late blight with resistance to two or more harmful organisms and with other useful traits were found out.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР В СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ И ВРЕДИТЕЛЯМ

Д-р с.-х. наук **И.М. Яшина**, канд с.-х.н. **Н.П. Склярова**, канд с.-х. н. **Е.А. Симаков**
ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха

Подведены итоги многолетней экспериментальной работы по вовлечению диких видов картофеля в селекционный процесс – от получения гибридов F_1 до создания новых сортов. Проанализированы различные варианты возвратных скрещиваний.

Основные задачи современной селекции картофеля по созданию сортов, отвечающих высоким требованиям потребительского рынка, связаны со значительным расширением числа признаков, по которым ведется подбор, гибридизация и отбор селекционного материала. Новые и перспективные направления селекции включают комплекс показателей, определяющих пригодность к переработке на различные картофелепродукты и полуфабрикаты, повышение содержания белка, антиоксидантов, каротина, витаминов, вкусовых качеств в сочетании с высоким уровнем устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам и высокой урожайностью.

Усложнение задач селекции определяется необходимостью постоянного расширения генетического разнообразия исходного материала для различных направлений селекции и повышения частоты гетерогенных генотипов в потомстве. Наличие большого числа природных источников – диких и примитивных видов картофеля и больших сортовых коллекций позволяет вводить в орбиту селекции новые формы с различными наборами новых чужеродных генов. К настоящему времени изучены причины нескрещиваемости при отдаленной гибридизации картофеля и разработаны способы их преодоления, что способствует привлечению в селекцию многих форм диких видов (Букасов, Камераз, 1972; Яшина, 1973).

Для более успешного использования видового разнообразия клубнеобразующих видов *Solanum* применяется измененная схема селекционного процесса, в которой присутствует этап предбридинговой селекции (предселекции), включающей выделение новых генисточников, проведения их генетической оценки и создание на их основе специальных родительских линий – новых исходных форм для селекции (Яшина, 2000). Однако полностью технология использования и оценки генисточников в программе селекции картофеля еще недостаточно разработана.

Наиболее достоверно селекционная ценность любого генисточника может быть определена по результатам его использования для создания исходной формы или нового сорта. Выяснение этих данных требует значительного периода времени – от скрещивания и выращивания семян до конца селекционного цикла. В представленной статье рассмотрены и проанализированы итоги работы за 40-летний период по использованию источников ВИР и некоторых поступлений из других научных учреждений за несколько селекционных циклов. Основной задачей исследований являлось выделение генисточников для селекции на устойчивость к фитофторе и вирусам и создание на их основе новых исходных форм для селекции.

Вовлечение генисточников в селекцию путем получения беккроссов B_1 и B_2 было проведено в 1965-1983 гг. В последующий период наиболее ценные беккроссы использовали для создания родительских форм, из которых формировали признаковые коллекции и включали их в скрещивания по программе селекции.

Анализ результатов многолетних исследований позволил определить селекционную ценность использованных в работе генисточников и уточнить методы создания родительских линий (исходных форм). Полученные экспериментальные данные могут служить основой

для разработки технологии использования различных форм диких видов картофеля в программе селекционной работы.

Материал и методика исследований

Для выделения источников устойчивости в 1965-1968 гг. использовали коллекцию диких и примитивных видов картофеля, которая постоянно поддерживалась в тот период в НИИКХ. Основу коллекции составляли образцы, полученные в разные годы из ВИР и ежегодно пополняемые новыми поступлениями в виде клубней и ботанических семян. Образцы коллекции выращивали в горшечной культуре в парниках.

В качестве источников использовали растения из семян от самоопыления (поколения S_1 и S_2), межвидовых скрещиваний (F_1 и F_2) и беккроссов ($B_1 - B_n$). Такой подход обеспечивал использование более здоровых растений, возможность проведения искусственного заражения сеянцев и определения по его результатам способа наследования признака устойчивости. В 1965 г. были высеяны семена 8 различных видов, включающих *S. demissum* (11 форм) *S. stoloniferum* (6 форм, в том числе 3-иммунные к вирусам Y и A), и по одному образцу видов *S. vernei*, *S. acaule*, *S. stenotomum*, *S. multidissectum*, *S. chacoense f. garciae*.

От межвидовых скрещиваний в этот же год были посеяны семена 18 гибридных комбинаций, в том числе гибриды F_1 от скрещивания сортов с видами *S. demissum* (3 комбинации) и *S. semidemissum*, (4 комбинации), гибриды F_2 (*S. acaule* 2п=96 x *S. tuberosum*); трехвидовые гибриды, условно обозначенные $3F_1 - (S. acaule \times S. chacoense) \times S. \times tuberosum - 4$ комбинации, (*S. acaule* x Катадин) x *S. simplicifolium* - 1 комбинация, однократные беккроссы $B_1 S. demissum \times S. tuberosum^2 - 5$ комбинаций.

Выделенные источники устойчивости (дикие виды, межвидовые гибриды и в некоторых случаях беккроссы B_1 и B_2) выращивали в горшечной культуре в пленочно-марлевых теплицах. Начиная с сеянцев, в каждом поколении от самоопыления или скрещивания изучаемое потомство оценивали по форме клубней, типу гнезда, длине столонов, урожайности, устойчивости к болезням и проводили отбор лучших генотипов. Уровень показателей отбора был неодинаковым в разных потомствах, зависел от происхождения образцов и повышался по мере беккроссирования.

Все межвидовые скрещивания проводили на срезанных стеблях, установленных в проточную воду. В возвратных скрещиваниях использовали сорта разных групп спелости, уделяя особое внимание зарубежным сортам, обладающим иммунитетом к вирусам X (Аннет, Сако, Сафир) и Y (Фанал, Бизон, Пирола, Хейдрун) для создания гибридов с комплексной устойчивостью к вирусам.

В полевых условиях испытывали образцы, сеянцы которых формировали 5 и более относительно крупных клубней (не менее 10-20 г). Такие образцы были в основном представлены беккроссами $B_2 - B_3$, в отдельных случаях - B_1 . Полевое испытание проводили в Коренево на супесчаной почве в условиях высокого инфекционного фона. В первый год оценку образцов проводили на 5-клубневых делянках, в дальнейшем отобранные гибриды высаживали на 10-клубневые делянки.

Выделенные генисточники использовали для получения беккроссов, а первые исходные формы для селекции, отобранные в потомстве B_1 в пределах полевых испытаний, сразу включали в скрещивания. В последующем для создания эффективных родительских линий, сочетающих устойчивость к нескольким биотическим факторам с хозяйственно-ценными признаками, применяли методы синтетических и накапливающих скрещиваний. Для усиления комплексной устойчивости скрещивали беккроссы, происходящие от разных генисточников. С целью повышения урожайности на всех этапах возвратных скрещиваний использовали генетически разнообразные компоненты, полученные в результате межвидовой гибридизации, радиационных воздействий, инбридинга, включая также отечественные сорта других учреждений и зарубежной селекции.

Результаты исследований

За период проведения работ по выделению, оценке и последующему использованию генетических источников в селекции, начиная с 1965 г. и по настоящее время, изучено более 700 потомств межвидового происхождения в горшечной культуре и более 3000 комбинаций беккроссов разной сложности – в полевых условиях, в которых материал испытывали в течение нескольких клубневых репродукций.

Для использования в качестве новых генисточников в 1965 г. путем колхициновой обработки проростков были получены экспериментальные автотетраплоиды *S. chacoense* f. *garciae*, (2п=48), октоплоиды *S. stoloniferum* и *S. acaule* (2п=96). В 1966 г. на основе их создали гибриды F₁ - *S. chacoense* × Агра (33э) и *S. stoloniferum* × Агра (38э).

В 1967–1968 гг. при использовании стандартной методики проведена оценка коллекции диких видов по устойчивости к вирусам X, Y, M путем искусственной инокуляции семян. Испытано потомство 40 образцов, в числе которых наиболее широко были представлены разные формы диплоидного вида *S. chacoense* (9 форм) и гибридов с его участием, включающих 3 комбинации трехвидовых гибридов от скрещивания (*S. acaule* × *S. chacoense*) × *S. tuberosum* и одну комбинацию F₁ (*S. acaule* × *S. chacoense*).

Происхождение изученных популяций межвидовых гибридов F₁, 3F₁ и беккроссов поколений В₁ – В₃, а также сравнительные результаты отбора исходных форм и новых сортов, представлены в таблице 1.

К 1969 г. путем механической инокуляции и последующей инокуляцией прививкой была выделена группа ценных генисточников для использования в селекции на вирусоустойчивость. По наличию иммунитета к вирусу X выделены 3 образца: *S. acaule* (30d), гибрид F₁ от скрещивания *S. acaule* × *S. chacoense* (41d) и *S. chacoense* f. *commersonii* 58d. Группа иммунных к Y-вирусу включала 4 формы *S. chacoense* (селекционные номера 54d, 55d, 56d и также иммунный к X-вирусу 58d), из которых в дальнейшей работе наиболее широко использовали два образца – 55d и 58d. Это было связано с тем, что на основе диплоида 55d еще до проведения оценки на устойчивость были индуцированы автотетраплоиды (2п=48) и получены гибриды F₁ (33э), а ценность диплоида 58d определяло наличие устойчивости к вирусам X+Y. У всех выделенных источников иммунитет к этим вирусам контролировался независимым доминантным геном R_у_{chc}, о чем свидетельствовали данные расщепления потомства при искусственном заражении (Яшина, Складорова, 1997; Яшина, 2000).

Диплоид *S. chacoense* 58d был вовлечен в селекцию в 1973–1977 гг. через индуцирование амфидиплоидов (2п=48) путем колхицинирования гибридных семян от скрещивания *S. vernei* × *S. chacoense* 58d. К этому времени была установлена его устойчивость к картофельной нематоде. Полученные амфидиплоиды (селекционные номера 71dd – 74dd) после оценки по иммунитету к вирусам X и Y использовали в разных вариантах скрещивания с сортами для создания трехвидовых гибридов. Первые гибридные семена поколения 3F₁ были испытаны в 1978 в объеме 47 различных комбинаций (селекционные номера 414m – 448m и 467m – 479m).

Уже на этапе получения межвидовых гибридов F₁ были выявлены значительные различия в селекционной ценности используемых источников. Гибриды от скрещивания видов *S. acaule* и *S. stoloniferum* с сортами имели много дикарских признаков – мелкие клубни, длинные столоны и слабо повышали урожайность при беккроссировании. Поэтому они возделывались в горшечной культуре продолжительный период, включая поколения В₂, а иногда и В₃. В то же время межвидовые гибриды F₁ от скрещивания сортов с видами *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. semidemissum*, *S. vernei* в поколении В₁ характеризовались высокой урожайностью и окультуренностью гнезда, имели в потомстве много гибридов с ровными клубнями и сравнительно короткими столонами. При использовании этих видов для создания исходных форм в горшечной культуре возделывали только поколения F₁ и 3F₁. Однократные беккроссы этих видов успешно возделывали во все годы исследований в полевых условиях.

Существенные различия в селекционной ценности выделенных генисточников особенно четко проявились на этапе полевого испытания беккроссов В₁ и В₂, в популяциях которых осуществлялся отбор исходных форм для использования по программе работ. При отборе кроме основного признака, ради которого проводили выделение генисточников, учитывали полевую устойчивость к комплексу болезней и стрессовым факторам, а также урожайность, форму клубней и гнезда. Испытание поколений 3F₁, В₁ и В₂, начиная с оценки сеянцев, проведенное в 1968–1979 гг., позволило уточнить комплекс основных показателей, наиболее важных для селекционного отбора.

По результатам оценки потомства F₁, 3F₁, В₁ и В₃ выделенных генисточников наиболее высокую селекционную ценность имели два образца – автотетраплоид *S. chacoense* f. *garciae* 55d (2n=48) и амфиплоид *S. vernei* × *S. chacoense* 58d (2n=48). Первый из них отличался иммунитетом к вирусу Y, второй – комплексным иммунитетом к вирусам X + Y и устойчивостью к патотипу Ro1 картофельной нематоды.

Оценка 9 популяций поколения В₁, полученных на основе образца *S. chacoense* 55d (селекционные номера 328, 172m – 179m), показала, что в полевых условиях большинство форм в потомстве отличаются высокой устойчивостью к альтернариозу, ризоктониозу и стрессовым факторам – жаре и засухе. Эти положительные признаки отчетливо проявились в условиях супесчаной почвы опытных участков, на которых проводилось испытание. Они были свойственны также беккроссам поколения В₂ (301m – 308m, 592-597, 710-724). Браковка гибридов в популяциях В₁ и В₂ проводилась в основном по поражённости фитофторозом в годы распространения болезни. Уровень устойчивости зависел от фитофтороустойчивости компонентов, применяемых в возвратных скрещиваниях. Вторая группа беккроссов, происходящих от амфидиплоида *S. vernei* × *S. chacoense* 55d, также характеризовалась устойчивостью к перечисленным выше болезням и неблагоприятным факторам среды. Поскольку исходные амфидиплоиды были неустойчивы к фитофторозу, полученные трехвидовые гибриды и беккроссы В₁ варьировали по этому признаку в зависимости от устойчивости сортов, применяемых в возвратных скрещиваниях. Благодаря отмеченной закономерности, анализ родословных новых сортов, полученных на основе формы *S. chacoense*, позволил в последующем определить наиболее оптимальные варианты беккроссирования.

Характерно, что обе группы беккроссов, происходящих от автотетраплоида и амфидиплоида, отличались высокой урожайностью. Об этом свидетельствуют данные таблицы 2, в которой представлены результаты оценки популяций В₁ и В₂. По средней урожайности и по широте ее варьирования беккроссы двух оцениваемых источников были на уровне популяций F₁ от межсортовых скрещиваний и популяций многократных беккроссов. По сравнению с урожайностью стандартных сортов отобранные наиболее урожайные гибриды в популяциях беккроссов характеризовались равными, или более высокими показателями, особенно при оценке второго клубневого поколения.

Данные таблицы показывают, что испытание нескольких популяций беккроссов В₁ и В₂ не привело к успеху. Гибриды, отобранные по комплексу ценных признаков в 1 клубневом поколении в популяциях беккроссов В₂ и В₃ *S. demissum* и *S. semidemissum*, отличались слабой устойчивостью к вирусным болезням, особенно к вирусу Y, и в последующих клубневых поколениях постепенно были забракованы. Аналогичные причины объясняют отсутствие отобранных форм в популяциях видов *S. leptostigma* и *S. curtilotum*, которые были включены в эксперименты как источники крахмалистости.

Гибриды популяций В₂ и В₃ вида *S. stoloniferum* характеризовались низкой урожайностью и наличием дикарских признаков и это свидетельствовало о том, что для их использования в селекции требуется увеличение числа возвратных скрещиваний (до получения поколений В₅ – В₇). Для введения этого вида в селекционный процесс были обеспечены условия, способствующие объективной оценке: использовали два различных образца вида (полиплоиды 2n=96), высевали достаточно большие партии семян для анализа

поколения В₂ (комбинации 153m, 156m, 216m) и особенно В₃ (комбинации 289m – 292m, 303m и 385m – 396m).

В результате было оценено 4 комбинации поколения В₂ и 17 комбинаций поколения В₃, однако ценных гибридов, сочетающих иммунитет к вирусу Y с хозяйственно-ценными признаками, отобрать на этом этапе не удалось. Были выделены только промежуточные гибриды, которые не были использованы в селекционном процессе из-за слабой окультуренности клубней и гнезда. По этой причине из числа форм, происходящих от *S. stoloniferum*,

в работе были использованы многократные беккроссы, выделенные в потомстве от самоопыления Y-иммунных гибридов английской селекции поколения F₂V_n*. После двух возвратных скрещиваний гибридов F₂V_n с сортами Агрономический и Березка были выведены исходные формы, сочетающие иммунитет к Y-вирусу с хозяйственно-ценными признаками (табл.1).

Они широко использовались в селекции, особенно гибрид 128-6, отличающийся также высокой фертильностью, который стал родоначальником многих сортов селекции ВНИИКХ (Голубизна, Брянский ранний, Эффект и другие). Использование отселектированных беккроссов зарубежной селекции позволило существенно сократить сроки создания исходного материала.

В процессе возвратных скрещиваний точно так же слабо реагировал на беккроссирование X-иммунный образец *S. acaule* 30d, включенный в программу селекции через получение амфидиплоидов *S. acaule* 30d × *S. chacoense* 58d (2n=48).

Гибриды популяции В₂ (комбинации 402m – 404m) имели много дикарских признаков и возделывались в горшечной культуре.

Поэтому в качестве источника иммунитета к вирусу X для получения гибридов с комплексной устойчивостью к вирусам X+Y в нашей работе стал использоваться сорт Сафир, а в последующем X-иммунные и более урожайные гибриды комбинации 350 (Сафир × Катадин). В скрещиваниях для этих целей применялся также устойчивый к вирусу X сорт Аннет.

Таким образом, данные оценки популяций беккроссов В₁ и В₂ подтвердили высокую селекционную ценность использования автотетраплоида *S. chacoense* 55d и амфидиплоида (*S. chacoense* × *S. vernei* 58d) в качестве генисточников для селекции на иммунитет к вирусам X и Y, устойчивость к другим болезням и урожайность. Комплекс этих качеств обеспечивает проведение комбинационной селекции для разных направлений селекционной работы. При использовании этих двух источников высокие показатели отбора были достигнуты уже при проведении 2-3 возвратных скрещиваний.

В потомстве автотетраплоида *S. chacoense* 55d большое число исходных форм (потенциальных родительских линий) были выделены среди одно- и двукратных беккроссов (табл. 1).

Из их числа успешно использованы для целей селекции однократные беккроссы 328-22, 328-49, 172m-7, 173m-142, 174m-156, 174m-45, 178m-85 и другие. Из двукратных беккроссов в скрещивания были введены: Пересвет (328-22 × Декама), 15-26m (Любимец × 172-7m), 190(14) (Анна × 173m-142), 790-4 (173m-45 × Аннет), 707-4 (350-77 × 173m-45), 753-9 (350-68 × 172m-7), 754-3 (Аннет × 172m-7), 78.8/13 (174m-156 × 128-6) и другие.

Первые внесенные в Госреестр сорта были выведены путем отбора в популяциях трехкратных беккроссов В₃: Никулинский (Мавка × Пересвет), Красноярский ранний (753-9 × ДТО-33), Горянка (707-4 × Анока), Утенок (Адретта × 15-26m). Родословные этих сортов опубликованы (Яшина, Склярова, Симаков, 1998).

В последний период из полученных нами популяций беккроссов, рассылаемых в виде клубневых наборов (одноклубневок) различным НИИ и опытным станциям,

* семена от самоопыления были получены от доктора Н.У. Симмондса (N.W. Simmonds) в 1965 г.

соисполнителями программы селекционных работ в поколении В₃ были отобраны сорта Якутянка (Пензенская скороспелка × Пересвет), Зольский (754-3 × Гранола). В поколении В₄ от скрещивания среднепозднего сорта Никулинский с гибридами 946-3, 480-43, 807-11 отобраны сорта Брянский юбилейный, Дебрянск, Мустанг и Свенский. Сорт Брянский надежный от скрещивания Зарево × Пересвет отселектирован на Брянской опытной станции.

При использовании амфидиплоидов *S. vernei* × *S. chacoense* 58d (71dd-73dd) исходные формы для создания родительских линий выделены на более раннем этапе – в популяциях трехвидовых гибридов, из которых с наибольшей частотой использованы: 425m-21 (71dd-23 × Аннет), 425m-61 (71dd-29 × Хейко), 426m-7 и 426m-17 (71dd-24 × Московский ранний), 445m-22 (73dd-25 × Московский ранний), 535m-257 и 535m-322 (71dd-43 × Анока). На основе этих гибридов создана следующая группа однократных беккроссов: 504m-39 от скрещивания 190(14) × 425m-21; 512m-45 (445m-28 × Дружный), 591m-29, 591m-46 (426m-7 × Сотка), 596m-279 (Бизон × 535m-257), 593m-52 (535m-322 × Сотка) и другие.

Первые сорта на основе амфидиплоидов отселектированы путем отбора из популяций беккроссов поколения В₂, т.е. на самом начальном этапе процесса беккроссирования – после трех возвратных скрещиваний амфидиплоида с сортами. Двукратными беккроссами, внесенными в Госреестр, являются сорта Брянский деликатес (Биния × 591m-29), Мастер (Айстес × 591m-46), Накра (596m-279 × Зарево).

Эффективный отбор продуктивных гибридов на ранних этапах беккроссирования связан, по-видимому, с гибридной природой амфидиплоидов *S. vernei* × *S. chacoense*, содержащих хромосомные наборы двух различных видов. Последующее получение трехвидовых гибридов еще более увеличивает гетерозиготность исходного материала, что, вероятно, обуславливает ускоренное развитие потомства.

Н.И. Вавилов в 1934 г. в своей известной работе «Селекция как наука» отмечал, что при скрещивании различных форм, в особенности разных эколого-географических типов, в потомстве появляются более скороспелые формы, чем родительские. Из трех сортов, поколения В₂, происходящих от амфидиплоида, один (Брянский деликатес) относится к числу среднеранних, два других – среднеспелые, хотя при их получении в возвратных скрещиваниях использовали среднепоздние и поздние сорта (Сотка, Бизон, Зарево).

Результаты селекционного отбора в отдельных популяциях двукратных беккроссов, полученных на основе амфидиплоида *S. vernei* × *S. chacoense* 58d, подтверждают появление среднеранних и среднеспелых гибридов.

Из числа трехкратных беккроссов *S. chacoense* 58d, по комплексу ценных признаков выделяются сорта Никулинский и Брянский надежный. Оба сорта имеют сходное происхождение (они - полусибсы) и относятся к группе среднепоздних. Наиболее ценные признаки - иммунитет к вирусу Y, устойчивость к альтернариозу, ризоктониозу и относительная устойчивость к колорадскому жуку, а также к стрессовым факторам - жаре и засухе. Все эти ценные признаки переданы сортам от источника 55d. Примечательно, что какая-то часть полигенов, контролирующая устойчивость к колорадскому жуку, передалась сорту Никулинский от Пересвета, а сорту Брянский надежный полигены передалась от обоих родителей, так как сорт Зарево относится к числу устойчивых к этому вредителю (Шпаков, 1993). Однако оба сорта характеризуются также высокой полевой (горизонтальной) устойчивостью к фитофторозу, отсутствующей у источника. Гибрид F₁ от скрещивания с неустойчивым сортом Агра также характеризовался низкой устойчивостью к этому распространенному заболеванию. Следовательно, высокий уровень устойчивости к фитофторозу оба сорта приобрели в процессе беккроссирования, варианты применения которого представляют интерес для использования в селекции на фитофтороустойчивость.

Родословные сортов, представленные на рис.1, показывают, что в возвратных скрещиваниях на всех этапах их проведения (В₁ – В₃) использованы среднеспелые и среднепоздние относительно устойчивые к фитофторе сорта – Камераз, Декама, Мавка (для второго сорта в последнем скрещивании применялся сорт Зарево). Таким образом, возвратные скрещивания проведены по типу накапливающих, позволяющих

концентрировать полигены, ответственные за проявление полевой устойчивости к фитофторозу. Скрещивания типа устойчивый х устойчивый и устойчивый х среднеустойчивый приводят к повышению уровня устойчивости в потомстве по аддитивно наследуемым полигенным признакам, к числу которых относится полевая устойчивость к фитофторозу.

Такой же схеме соответствуют варианты беккроссирования, использованные при выведении фитофтороустойчивого сорта Накра. Для возвратных скрещиваний были взяты два среднепоздних сорта, устойчивые к фитофторозу – Бизон и Зарево. Генисточник *S. vernei* × *S. chacoense* 58d, использованный при выделении этого сорта, также неустойчив к фитофторозу и первое скрещивание амфидиплоида проведено с неустойчивым сортом Анока (рис. 1). В потомстве от неустойчивого к фитофторе источника после двух возвратных скрещиваний выделен среднеспелый сорт с относительно высокой полевой устойчивостью к фитофторе. Уровень этой устойчивости немного ниже, чем у сортов Никулинский и Брянский надежный, но он сочетается с более ранним сроком созревания.

Все отмеченные скрещивания по типу накапливающих были проведены по программе работ на иммунитет к вирусу Y, устойчивость к картофельной нематоды и колорадскому жуку. Однако полученные результаты по значительному повышению уровня полевой устойчивости к фитофторе путем накапливающих скрещиваний при беккроссировании сразу стали использоваться в нашей работе для всех направлений селекции, поскольку наличие этого признака является одной из важных характеристик сорта.

Проведение накапливающих скрещиваний при беккроссировании для повышения фитофтороустойчивости требует привлечения среднеспелых и среднепоздних сортов, в потомстве которых выделяется от 81,3 до 83,4% фитофтороустойчивых гибридов с баллами 7-9, в отличие от 16,6-18,5% выделенных при скрещивании среднеранних форм (Яшина, 2003). В предшествующий период использование среднеспелых и среднеранних родителей при беккроссировании имело ограниченное применение из-за опасения получить позднеспелые гибриды. Однако экспериментальные данные анализа многих популяций беккроссов поколений $B_1 - B_2$ показали, что в потомстве беккроссов расщепление по полигенному признаку созревания проявляется в виде вариационного ряда от среднеранних до очень поздних форм и возможен отбор более ранних гибридов.

Частота устойчивых и относительно ранних форм повышается в потомстве от скрещивания беккроссов, имеющих различное происхождение. Эта закономерность подтверждается результатами нашей работы по созданию сложных гибридов путем скрещивания беккроссов $B_1 - B_2$, происходящих от автотетраплоида *S. chacoense* 55d, с беккроссами амфидиплоида *S. vernei* × *S. chacoense* 58d, и скрещивание беккроссов от двух форм *S. chacoense* с многократными беккроссами *S. stoloniferum*. К настоящему времени многие из этих гибридов использованы в практической селекции, и с их участием получена группа новых сортов, внесенных в Госреестр или переданных в Госиспытание, что подтверждает их высокую селекционную ценность.

К числу использованных в селекции сложных гибридов, созданных путем скрещивания беккроссов различного происхождения поколений B_1 и B_2 между собой и последующих скрещиваний с сортами относятся 9к-29, 653m-15, 653m-3, 655m-30. Происхождение гибридов приведено в табл. 3, родословные двух из них (9к-29, 655m-30) представлены на рис. 2.

С участием гибридов 9к-29 выделено три сорта - среднеранний Лакомка (1387 х 9к-29), среднеранний Русский сувенир (281m-2 × 9к-29), созданный совместно с Пензенским НИИКХ, и среднепоздний Ветеран (Эффект × 9к-29), который является результатом совместной работы с ДальНИИСХ. Все три сорта отличаются устойчивостью к вирусным болезням, альтернариозу, жаре и засухе и высокой устойчивостью ботвы к фитофторозу. Сорта Лакомка и Ветеран имеют повышенное содержание крахмала в клубнях. Эта группа сортов отселектирована путем скрещивания беккроссов B_1 *S. chacoense* 55d и многократных

беккроссов *S. stoloniferum*. Сорт Эффект, содержащий ген R_Y , происходит от гибрида 128-6 (*S. stoloniferum*), что увеличивает долю влияния этого вида.

От скрещивания среднепозднего сложного гибрида 653m-15 со среднеранним гибридом 733-65 (Дезире х Смена) создан ранний сорт Фрегат, отличающийся крупноклубневостью и урожайностью. При скрещивании гибрида 653m-3 с гибридом 1610-17 выделен среднеранний сорт Свяжский, отличающийся высокой урожайностью и хорошими вкусовыми качествами. Опылителем служил гибрид 1610-17, происходящий от образца 289/92-3, который был получен с использованием метода радиационной селекции.

От скрещивания Y-иммунного сорта Ресурс со сложным гибридом 655m-30, обладающим геном R_{Ychc} и устойчивостью к картофельной нематоде, выделен среднеспелый сорт Слава Брянщины (совместно с Брянской опытной станцией). Сорт отличается высокой урожайностью, пригодностью к переработке на картофелепродукты и устойчивостью к вирусам, картофельной нематоде, альтернариозу и стрессовым факторам среды.

Таким образом, из 6 сортов, выведенных на основе скрещивания беккроссов различного происхождения, 1 сорт относится к группе ранних, 3 – к группе среднеранних, 1 – среднеспелый и 1 – среднепоздний, т.е. большинство (4 сорта из 6) относятся к группе ранних – среднеранних. Генетическое разнообразие взятых для скрещивания форм обеспечивает ускоренное развитие потомства.

Присутствие чужеродных генов в генотипе беккроссов поколений $B_1 \times B_2$ и $B_2 \times B_3$ усиливает процессы рекомбиногенеза и частоту появления ценных трансгрессивных рекомбинантов, что в конечном итоге повышает интенсивность формообразовательных процессов в популяциях. Переданные от диких видов гены являются важным источником генетической изменчивости картофеля. Через механизм мейоза они влияют на конъюгацию хромосом, и это может вызвать случайное нарушение отрицательной корреляции между важными полигенными признаками, такими как раннеспелость – фитофтороустойчивость, раннеспелость – крахмалистость. В результате увеличивается широта расщепления потомства по этим признакам и частота появления более ранних форм.

Из 4-х сложных гибридов, родословные которых представлены в табл. 3, только номер 9к-29 в отношении фитофтороустойчивости был использован по схеме накапливающих скрещиваний типа среднеустойчивый \times устойчивый. Поэтому все три сорта (Ветеран, Лакомка и Русский сувенир), созданные на основе 9к-29 ($B_2 \times B_n$), характеризуются повышенным уровнем полевой устойчивости листьев к фитофторозу. Остальные три сорта (Свяжский, Фрегат и Слава Брянщины) имеют среднюю степень полевой устойчивости к фитофторе. Для ранних и среднеранних сортов, которые созданы в результате использования сложных беккроссов ($B_2 \times B_2$), такой уровень полевой фитофтороустойчивости в сочетании с высокой урожайностью, иммунитетом к вирусам X+Y, устойчивостью к картофельной нематоде и пригодностью к переработке обеспечивает экономически рентабельное возделывание в производстве.

Для комбинирования ранних сроков созревания с устойчивостью к вредителям и болезням эффективным является применение в возвратных скрещиваниях чередования среднепоздних и ранних компонентов. По такой схеме (использование в первом беккроссе среднепозднего сорта Сотка, во втором – раннего Биния) создан среднеранний сорт Брянский деликатес. В процессе беккроссирования этому сорту переданы от источника *S. chacoense* 58d все ценные качества – иммунитет к вирусам X+Y, устойчивость к картофельной нематоде, альтернариозу и ризоктониозу. Хорошие вкусовые качества и пригодность к переработке Брянский деликатес получил от компонентов возвратных скрещиваний.

В результате многолетних исследований по вовлечению диких видов картофеля в программу селекции на протяжении многих этапов от получения межвидовых гибридов F_1 до получения нового сорта, были выяснены важные методологические аспекты селекции, позволяющие управлять формообразовательными процессами в популяциях беккроссов. К ним относится использование в скрещиваниях генетически разнообразных родителей, повышающих в потомстве частоту форм с более ранним сроком созревания.

Исключительно важным является выяснение роли накапливающих скрещиваний для повышения уровня полевой устойчивости к фитофторозу. Использование этого приема на всех этапах возвратных скрещиваний позволило создать группу гибридов с высокой полевой устойчивостью к фитофторе (по листьям и клубням), значительно превосходящей по уровню устойчивости стандартные сорта.

Полученные в процессе исследования гибриды-беккроссы в настоящее время распределены по признаковым коллекциям для использования в качестве исходных родительских форм в селекции:

- на полевую устойчивость к фитофторозу по результатам искусственного заражения и в условиях естественного распространения болезни;
- на иммунитет к вирусам X и Y в сочетании с полевой устойчивостью к вирусам M и L, при проведении постоянной диагностики методом ИФА;
- на повышенную крахмалистость (19-24%) в сочетании с фитофтороустойчивостью;
- на пригодность к переработке на картофелепродукты с низким уровнем редуцирующих сахаров (0,1-0,3%) и содержанием сухого вещества до 22%.

В гибриды всех признаковых коллекций введены гены иммунитета к вирусу Y, они отобраны также по устойчивости к альтернариозу и ризоктониозу, адаптивности к жаре и засухе. Около 80% гибридов в коллекциях содержат ген R_{Ychc} от использования форм *S. chacoense*, остальные гибриды обладают геном R_{Ysto} , иногда в сочетании с R_{Ychc} .

Гибриды коллекции на пригодность к переработке созданы на основе высококрахмалистых гибридов, происходящих от скрещивания беккроссов поколений B_2 – B_3 между собой, с разными сортами и радиационными рекомбинантами (289/82-3, 260/82-8, 621/83-7), обладающими сочетанием высокой крахмалистости и урожайности (Симаков, Яшина, 1985).

По экспериментальным результатам использования различных генетических источников для выделения исходных форм и новых сортов уточняются критерии подбора и отбора при беккроссировании. Анализ этих данных позволит разработать технологию использования генетических ресурсов в селекции картофеля и повысить эффективность селекционного процесса по созданию нового поколения сортов с улучшенными показателями хозяйственно-ценных признаков.

Таблица 1 Результаты использования диких видов картофеля в качестве генетических источников для селекции на устойчивость к вирусам и фитофторозу

Год выращива ния сеянцев	Селекционный номер	Поколение	Источник и полученное от него потомство	Направление селекции ^{х)}	Объем испытания (количество)		Использование источника в селекции	
					Образцо в	Семян	Родительских линий	Сортов ^{хх)}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1969	142m–152m	B ₂	<i>S. demissum</i>	ф	10	1382	-	-
«»	171m	B ₃	<i>S. demissum</i>	«»	1	66	-	-
«»	146m	B ₂	(<i>S. acaule</i> × <i>S. chacoense</i>) 41d	«»	1	257	-	-
«»	155m–157m, - 166m	B ₂	<i>S. semidemissum</i>	ф+к	11	1594	-	-
«»	153m–156m	B ₂	<i>S. stoloniferum</i>	ф+в	3	606	-	-
«»	144m	B ₁	<i>S. leptostigma</i>	к	1	360	-	-
«»	170m	B ₁	<i>S. curtilobum</i>	к	1	290	-	-
	33э	F ₁	<i>S. chacoense</i> 55d (2n=48) x Агра	PVY	3	15	3	Промежуточный гибрид
«»	172m	B ₁	33э-70 x Камераз		1	150	B ₂ 15-26m	Промежуточный гибрид
«»	173m	B ₁	33э-38 x Камераз	«»	1	246	173m-142	Промежуточный гибрид
«»	174m	B ₁	33э-29 x Камераз	«»	1	387	174m-156 174m-45 174m-10	Промежуточные гибриды
«»	175m	B ₁	33э-38 x Катадин	«»	1	184	175m-51	-
«»	176m	B ₁	33э-38 x Олев	«»	1	195	176m	-
«»	177m	B ₁	33э-38 x Аквила	-«»-	1	75	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«»	178m	B ₁	33э-29 х Олев	-«»-	1	291	178m-85	Промежуточный гибрид
«»	179m	B ₁	33э-39 х Аквила	-«»-	1	337	-	-
«»	328	B ₁	33э-38 х Камераз	-«»-	1	125	328-22 328-49	Пересвет, Никулинский, Брянский надежный
1970	350	F ₁	Сафир х Катадин	PVX	1	211	350-77, 350-68	-
1974	700-709	B ₁	350 х (173m-45, 172m-7)	X+Y	2	390	B ₂ 707-4	Горянка
1975	670,814-830	B ₁	174m-60,174m-75,178m-85	PVY	17	5080	B ₂ 816-46	-
1976	753,754-799	B ₁	172m-7, 173m-45, 328, 174m-60	-«»-	29	12494	B ₂ 753-9 B ₂ 754-3 B ₂ 790-4	Красноярский ранний Зольский Промежуточный гибрид
«»	875-894	B ₁	328-50, 175-51, 174m-156	-«»-	19	6555	B ₂ 889-99	-
1978	78.5-78.	B ₁	174m-156, 174m-10, 328-49	-«»-	25	2836	B ₂ 78.8, 78.3, 78.37	Промежуточные Гибриды
1978	385m-396m	B ₃	<i>S. stoloniferum</i> f. <i>longipedicellatum</i>	Φ PVY	12	3556	-	-
«»	402m-404m	B ₂	<i>S. acaule</i> 30d × <i>S. chacoense</i> 58d	XYN	3	650	-	-
«»	414m-447m	3F ₁	<i>S. vernei</i> × <i>S. chacoense</i> 58d	XYN	32	2243	425-21	Промежуточные трехвидовые гибриды
-«»-	467m-479m	3F ₁	-«»-	XYN	12	163	426m-7 445m-28	-«»-
1979	520m-535m	3F ₁	-«»-	-«»-	16	1227	535m-257 535m-322	-«»-
1979	504m-518m	B ₁ 3F ₁	190(14) х 425m-21 445m-28 х Дружный	-«»-	15	4114	B ₂ 504m-39 B ₂ 512m-45	Промежуточные гибриды

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	589m	B ₂	512m-45 x Гидра	-«»-	6	479	589m-48 589m-7	-«»-
1981	591m,598m	B ₁ B ₁	426m-17 x Сотка 535m-322 x Сотка Бизон x 535-257	-«»-	18	2977	591m-29 591m-46 591m-31 596m-279 593m-52	Брянский деликатес Мастер Серебряный шар Накра -
1982	625m-638m	B ₃	589m-48 x Омега	-«»-	14	3500	633m-31	-
1983	650m-662m	B ₃	589m-7 x 790-4	-«»-	13	3762	655m-15 655m-30 653m-3 653m-15	- Слава Брянщины Свияжский Фрегат
1988	88.10	B ₂	591m-38 x Адретта	-«»-	18	8120	88.10-32	Промежуточные гибриды
	88.16		173m-142 x Белорусский 3			500	88.16-20	-«»-
	88.34		-«»-			150	88.34-14	-«»-
	88.17		Белорусский 3 x 173m-142			500	88.17-34	-«»-

х) ф – устойчивость к фитофторозу; к – крахмалистость; PVY – иммунитет к Y-вирусу;
PVX – иммунитет к X-вирусу; X+Y – иммунитет к двум видам;
XYN – комплексная устойчивость (иммунитет к X+Y и устойчивость к картофельной нематоде).

xx) Промежуточные гибриды – входят в родословную сорта на ранней стадии его создания или интенсивно используются в скрещиваниях селекционерами и гибриды с их участием проходят селекционный процесс.

Таблица 2 Результаты оценки потомства автотетраплоида *S. chacoense* 55d и амфидиплоида *S. vernei* x *S. chacoense* 58d по урожайности и показателям селекционного отбора

Год оценки	Поколение	Происхождение изучаемого потомства	Количество изученных		Вегетативное поколение	Урожайность г/куст		% отбора ценных форм
			комбинаций	гибридов		варьирование min-max	средняя	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1975-76	B ₁	<i>S. chacoense</i> 55d × <i>S. tuberosum</i> ³	24	3429	1	100-3200	700	5,37
1982-83	B ₁	<i>(S. vernei</i> × <i>S. chacoense</i> 58d) × <i>S. tuberosum</i> ²	42	1890	1	500-1170	760	0,69
					2	100-3400	1023	1,98
-<>-	B ₂	<i>(S. vernei</i> × <i>S. chacoense</i> 58d) × <i>S. tuberosum</i> ³	15	1200	1	-	-	-
					2	736-1059	753	2,18
1975-76	F ₁	Межсортовые скрещивания	5	479	1	100-3200	716	1,96
-<>-	F ₂ B _n	Множественные беккроссы <i>S. stoloniferum</i>	20	2029	2	-	-	-
					1	100-3000	650	5,4
-<>-	F ₁	Районированные сорта	3	3	1	500-850	680	0,59
					2	900-1210	966	-
1982	F ₁	Стандартный сорт Любимец	-	-	-	450-650	553	-
						-	715	-

Таблица 3. Генисточники и полученные на их основе беккроссы, использованные при создании сложных гибридов для селекции на комплексную устойчивость

№ п/п	Селекционный номер	Поколение	Данные ^{х)}	Происхождение	Созданные сорта	Этап использования
1	9к-29 R _Y	B ₁ x B _n	1	B ₁ <i>S. chacoense</i> f. <i>garciae</i> 55d (R _Y) x B _n <i>S. stoloniferum</i> F ₂ B _n (R _Y)	Русский сувенир(R _Y) Лакомка (R _Y) Ветеран (R _Y)	Внесены в Госреестр
2	653m-15	B ₁ x B ₂	2	(B ₁ 174m-156 R _Y x B ₂ 128-6) R _Y =78.8/13 x Зарево	Фрегат	Передан в Госиспытание
			1	[B ₃ <i>S. chacoense</i> 55d R _Y x (3F ₁ <i>S. vernei</i> R _Y x B ₁ <i>S. chacoense</i> 58d R _Y) x B ₂ <i>S. chacoense</i> 55d R _Y]		
3	653m-3	-<>-	2	{[(190-14 x 425m-21) x 504m-39] x 790m-4}	Свияжский	Передан в Госиспытание
			1	Те же генисточники и гибриды		
4	655m-30 R _Y N	B ₁ x B ₂	1	B ₂ <i>S. vernei</i> x <i>S. chacoense</i> 58d(R _Y) x B ₂ <i>S. chacoense</i> 55d (R _Y)	Слава Брянщины R _Y N	Внесен в Госреестр
			2	B ₂ 589m-7 x B ₂ 790m-4		

^{х)} 1 – происхождение по первоначально использованным генисточникам

2 – происхождение по полученным на разных этапах гибридам

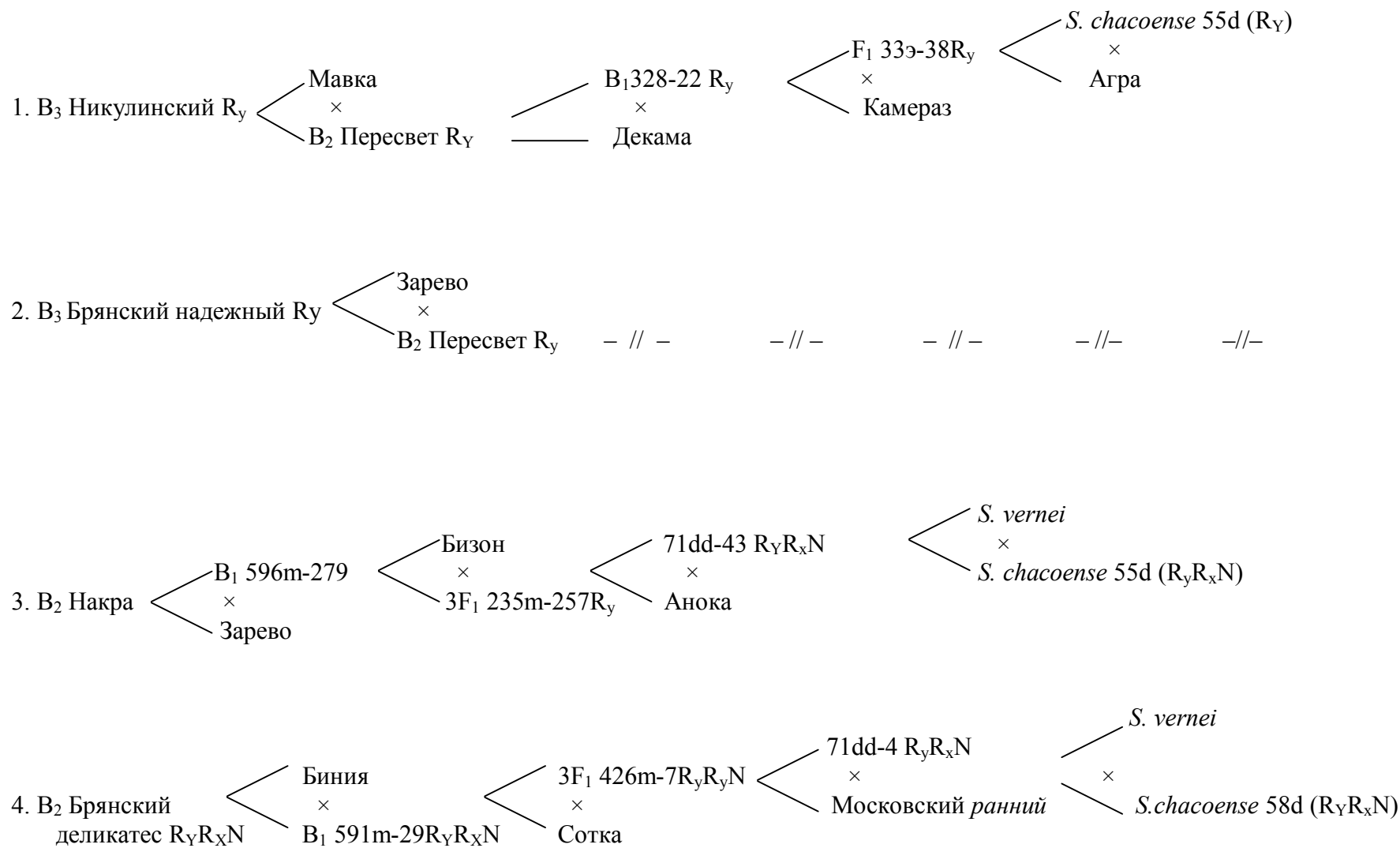


Рис.1. Родословные созданных сортов беккроссов

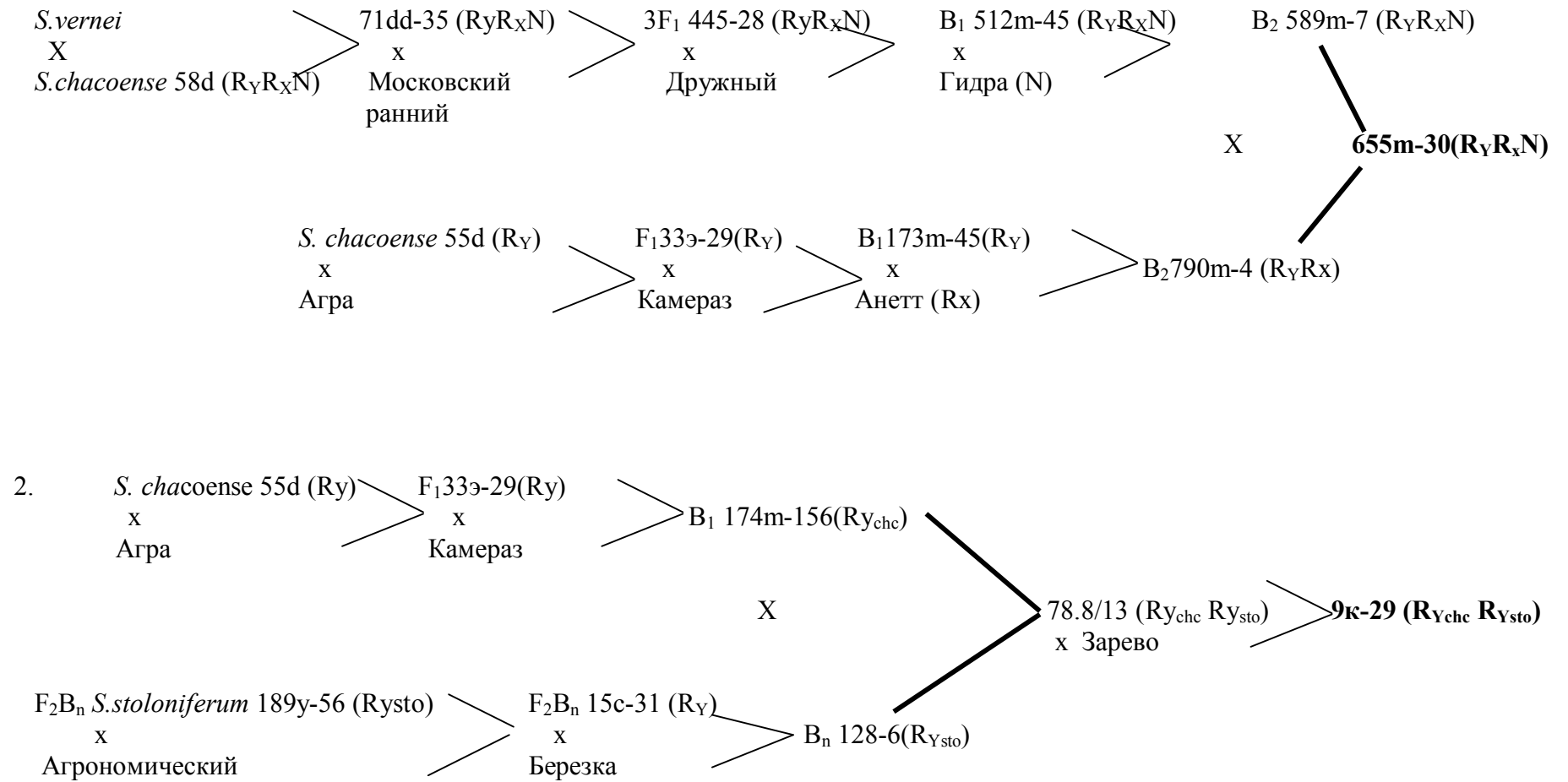


Рис. 2. Родословные сложных гибридов 655m-30 и 9k-29

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Букасов С.М., Камераз А.Я. Селекция и семеноводство картофеля. Л.: Колос, 1972. 257с.
2. Вавилов Н.И. Селекция как наука // Теоретические основы селекции. – М.: Наука, 1987, С.7-68.
3. Симаков Е.А., Яшина И.М. Гамма-излучение в сочетании с гибридизацией для целей селекции картофеля. Тезисы докл. второй Всерос. конф. по прикл. радиобиологии. – Киев. 1985. Ч. 1. С. 44.
4. Складорова Н.П., Яшина И.М. Наследование устойчивости к вирусу Y у диких видов картофеля // Цитология и генетика. 1973. № 2. С.132-135.
5. Шпаков Л.Т. Подбор и оценка гибридов-беккроссов межвидового происхождения для селекции картофеля на устойчивость к колорадскому жуку: Диссерт. на соиск. уч. степени канд. с.-х. наук. М.: 1993. 177 с.
6. Яшина И.М. Цитологические основы скрещиваемости видов картофеля с разным уровнем ploидности // Генетика картофеля. М.: Наука, 1973. С.121-131.
7. Яшина И.М. Создание и генетическая оценка нового исходного материала картофеля и эффективные пути его использования в селекции: Диссерт. (научный доклад) на соискание уч. ст. доктора с.-х. наук. М. 2000. 65 с.
8. Яшина И.М. Методические указания по технологии управления процессом интрогрессии ценных генов от диких видов картофеля в селекционные сорта и гибриды // Научные труды ВНИИКХ. М. 2000. 21 с.
9. Яшина И.М., Складорова Н.П., Симаков Е.А. Оценка эффективности исходного материала картофеля по результатам селекционной работы на устойчивость к вирусам и фитопторе // Доклады РАСХН. 1998. № 5. С.5-9.

I.M. Yashina,
N.P. Skljarova,
E.A. Simakov

RESULTS OF USAGE GENETIC SOURCES FROM VIR IN POTATO BREEDING FOR RESISTANCE TO PESTS AND DISEASES

Summary

The results of experimental works of wild potato species inculcation in selectional process from getting hybrids F₁ to creating new varieties were sum up. Different variants of reciprocal crossing were analised.

УДК 635.21:631.526:631.527.5:632.411.4

СОЗДАНИЕ ДОНОРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ФИТОФТОРОЗУ, СОЧЕТАЮЩИХ ГЕНЫ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ РОДА *SOLANUM*

д.б.н. Колобаев В.А.
ГНУ ВНИИЗР

Фитофтора, всегда признаваемая самым вредоносным патогеном для картофеля, стала в последние 15 лет еще более опасной по ряду показателей. Появление в России и в странах Западной Европы А-2 типа совместимости гриба *Phytophthora infestans* (Mont) de

Вагу способствовало превалированию в природных популяциях сложновирулентных рас, имеющих по 5-10 генов вирулентности (Воробьева, 1991; Асеева, 1993; Агатканова, 2004). При такой ситуации утрачивается защитное действие R-генов реакции сверхчувствительности, позволявших ослаблять поражение сортов картофеля фитофторозом на протяжении 1930–1980 гг. (Ван дер Планк, 1966). Недаром интрогрессия в культурные сорта различных по расоспецифичности R-генов от *S. demissum* и некоторых других видов дикорастущего картофеля признавалась основным направлением в селекции картофеля на фитофтороустойчивость (Букасов, Камераз, 1959). На этой основе было создано большое число сортов, составивших половину всего мирового ассортимента культурного картофеля (Росс, 1989). Однако в настоящее время предохранить картофель от сильного поражения фитофторозом может лишь устойчивость горизонтального типа, эффективно действующая против всех рас патогена, способная существенно ослабить поражение природными популяциями фитофторы, содержащими широкий спектр генов вирулентности. Горизонтальная устойчивость не предотвращает полностью возможность заражения растений картофеля фитофторой, но может его существенно затруднять и делать поражение фитофторозом маловредоносным. Современная селекция картофеля должна ориентироваться на создание сортов с сильно выраженной горизонтальной устойчивостью к фитофторе, более высокого уровня, чем признавалось достаточным в 1950–1980 гг., когда защита от фитофтороза могла обеспечиваться совокупным действием горизонтальной устойчивости и R-генов расоспецифического иммунитета.

Большинство существующих сортов картофеля достаточным уровнем устойчивости к фитофторе не обладают. Даже наименее поражаемые нуждаются в химической защите, хотя бы при сокращенном числе опрыскиваний ботвы фунгицидами. Достичь более высокого уровня горизонтальной устойчивости, повысив тем самым рентабельность картофелеводства, можно путем использования в скрещиваниях высокоустойчивых образцов дикорастущих видов рода *Solanum*. Одним из первых успешных опытов в этом направлении можно признать мексиканские сорта Atzimba, Rosita, Tollocan, высокая горизонтальная устойчивость которых обеспечивает почти полную защиту от фитофтороза в условиях интенсивного инфекционного фона и при наличии у патогена широкого спектра генов вирулентности. При создании этих сортов в качестве источника устойчивости был использован образец *S. demissum*, обозначенный как Decierto Reddick (Schick, Klinkowski, 1962). При посещении опытной станции в долине Толуко, накануне уборки картофеля в конце октября 1978 г., мы отмечали у этих сортов единичные пятна фитофтороза. Они давали одинаковый урожай как без химической защиты, так и с делянок, обработанных фунгицидами, тогда как для сохранения урожая восприимчивых сортов в тех же условиях приходилось проводить 15-18 опрыскиваний ботвы фунгицидами.

Сильно выраженную горизонтальную устойчивость к фитофторе отмечали и у образцов ряда других видов рода *Solanum*, а также у некоторых гибридов от скрещиваний дикорастущего картофеля с культурными сортами (Колобаев, Житлова, 1995; Зотева, 2005). Есть все основания полагать, что создание на основе этого исходного материала доноров горизонтальной устойчивости позволит выводить сорта картофеля, практически не страдающие от фитофтороза. Чтобы служить донорами устойчивости, получаемые от скрещиваний с дикорастущими формами картофеля гибридные образцы должны не только проявлять высокий уровень горизонтальной устойчивости, но и передавать это свойство в последующих скрещиваниях с культурными сортами, а также должны обладать достаточной продуктивностью и хорошим качеством клубней. Сказанное выше согласуется с критериями, сформулированными по этой проблеме (Мережко, 1994).

Мы приступили к созданию доноров горизонтальной устойчивости в 1990 г. В качестве исходного материала использовали сеянцы от самоопыления слабо поражаемых в поле фитофторозом гибридов от скрещивания культурных сортов с образцами ряда

видов рода *Solanum*, которые были получены в ВИР Наталией Антоновой Житловой. В работе были использованы гибриды следующих образцов: *S. polytrichon* Rydb (ск 53 45-2), *S. simplicifolium* Bitt (к 5400), *S. verrucosum* Schlechtd (к 8473), *S. berthaultii* Hawkes (к-8510), *S. pinnatisectum* Dun (к 17464).

Сеянцы от самоопыления устойчивых гибридов заражали в фазе рассады сложновирulentными расами фитотфоры, используя высокую инфекционную нагрузку. Осуществляли это путем опрыскивания сеянцев суспензией, содержащей свыше 20 конидий в поле зрения микроскопа при x120. Использование инокулюма, имевшего широкий спектр генов вирулентности (v1, v2, v3, v4, v5, v6 - v10) исключало возможность защиты от заражения за счет каких-либо R- генов, которыми могли бы обладать некоторые растения. При таких условиях инокуляции предохранить отдельные сеянцы от заражения могла лишь горизонтальная устойчивость, при том достаточно высокого уровня (Колобаев, 2001). Действительно, сеянцы, сохранившиеся здоровыми после инокуляции, при последующем выращивании на инфекционном фоне в большинстве своем (более 80%, а в некоторых популяциях даже все сеянцы) проявляли высокую устойчивость к фитотфорозу — для них были характерны баллы 8 и 9. Инфекционный фон создавали высадкой рядом с испытуемым материалом восприимчивых сортов Латона и Изора. В природной популяции фитотфоры выявляли гены вирулентности 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 и даже 9, обычно редко встречаемый. Таким образом, популяции сеянцев, подвергнутые отбору при искусственном заражении, проявляли высокий уровень устойчивости горизонтального типа. Хорошим источником горизонтальной устойчивости проявил себя вид *S. simplicifolium*. Во всех 20 испытанных гибридных популяциях, полученных с его использованием, мы выявляли устойчивые к фитотфоре сеянцы. В некоторых случаях их количество достигало 70%. Успешность передачи гибридам устойчивости от *S. polytrichon* варьировала в зависимости от свойств второго компонента скрещивания. Сеянцы от самоопыления гибридов *S. verrucosum* заражались при инокуляции более чем на 50%, но сохранившиеся здоровыми проявляли высокую устойчивость на инфекционном фоне. Отмеченные различия можно расценивать как указание на неравнозначность генов, определяющих устойчивость к фитотфоре у этих видов *Solanum*. При этом следует подчеркнуть, что при искусственном заражении потомств от самоопыления гибридов от скрещиваний с указанными видами рода *Solanum* могли сохраняться здоровые сеянцы в таком количестве, какое не отмечалось при испытании популяций от самоопыления даже наиболее устойчивых культурных сортов. В потомстве сорта Петербургский здоровыми оставалось менее 5% сеянцев при той же методике заражения. Даже в потомстве сорта Atzimba мы отмечали не более 27% незаразившихся сеянцев. Тем самым продемонстрирована значимость использования генофонда дикорастущих форм картофеля для создания гибридного материала, проявляющего высокую горизонтальную устойчивость к фитотфоре. Эти сеянцы мы использовали для закладки клонов, большая часть которых при последующих испытаниях проявила высокую устойчивость к фитотфорозу. При испытании клонов мы использовали шкалу оценки, позволяющую в основном дать качественную характеристику клонов:

- балл 9 – отсутствие поражения;
- балл 8 – единичные пятна фитотфороза;
- балл 7 – многочисленные пятна фитотфороза;
- балл 6-5 – пятна сливаются, поражая полностью отдельные доли листа;
- балл 4 – отдельные листья полностью поражены;
- балл 3 – полностью поражены все листья;
- балл 2 и 1 – гибель и засыхание всех побегов.

Учитывая варьирование поражения фитотфорозом по годам, мы испытывали выделенные клоны в течение трех лет, а некоторые и на протяжении пяти лет. Основной задачей нашей работы являлось создание доноров сильно выраженной горизонтальной устойчивости, пригодных для использования в практической селекции картофеля.

Поэтому мы ежегодно выбраковываем не только клоны с симптомами фитофтороза, оцениваемые баллом 7 и ниже, но и низкопродуктивные клоны. Выбирали хорошо развитые здоровые клоны с хорошим качеством клубней. Многие из них к тому же оказались фертильными, что позволило оценить их потомства от самоопыления, а также использовать в последующих скрещиваниях.

Клоны, характеризующиеся по устойчивости к фитофторе в течение ряда лет баллом 8, в большинстве своем происходили от скрещиваний с *S. polytrichon*, *S. simplicifolium* и *S. verrucosum*. Мы выявили также два слабо поражаемых (балл 8) клон, имеющих своим источником устойчивости *S. berthaultii*, и один устойчивый к фитофторе клон, получаемый от скрещивания с *S. vernei*. Поражаемость клонов, полученных на основе скрещиваний с *S. pinnatisectum*, варьировала по годам от 8 до 6 баллов. Тем не менее, удалось выявить один стабильно устойчивый (балл 8) клон в поколении F₂ от скрещивания *S. pinnatisectum* × Gitte и один клон с такой же характеристикой в F₂ от скрещивания этого дикорастущего вида с сортом Fausta.

Многие выделенные клоны проявили хорошую донорскую способность по устойчивости к фитофторе, дав потомства от самоопыления с преобладанием семян, сохранившихся здоровыми после искусственного заражения и слабо поражаемых на инфекционном фоне (табл. 1). Наибольшее количество популяций с преобладанием устойчивых семян было получено от самоопыления гибридов *S. polytrichon*, а также от гибридов *S. simplicifolium*. Сеянцы гибридов *S. verrucosum* в большинстве случаев хотя и заражались почти наполовину при искусственном заражении, но те, что сохранялись здоровыми, проявили полевую устойчивость к фитофторозу. Подобные результаты получены и при испытании семян от самоопыления гибридов *S. pinnatisectum*. Самоопыление гибридов *S. berthaultii* дало лишь небольшое количество устойчивых семян. В случае гибридов *S. stoloniferum* было отмечено большое количество устойчивых семян лишь при повторном инцухтировании гибрида одной из комбинаций скрещивания. Устойчивые семена отсутствовали в потомстве гибридов *S. megistacrolobum*. Можно отметить, как общую тенденцию, наличие больших количеств незаразившихся семян в потомствах от беккроссов гибридов различных видов *Solanum*. Устойчивость к фитофторе, унаследованная гибридами от дикорастущих видов, не утрачивалась при последующих скрещиваниях с культурными сортами. Инцухтирование устойчивых гибридов способствовало увеличению количества непоражаемых фитофторозом семян.

По совокупности ряда ценных качеств мы выделили несколько клонов, которые затем использовали для конвергентных скрещиваний, то есть скрещиваний между собой гибридов, унаследовавших устойчивость от разных видов рода *Solanum*.

Горизонтальная устойчивость имеет полигенную основу. Различия в интенсивности и формах ее проявления, наблюдаемые у образцов картофеля, зависят от количества и характера экспрессии генов, определяющих этот признак. Мы рассчитывали, что путем конвергентных скрещиваний, способствующих комбинированию в получаемых гибридах генов от разных видов, можно достичь усиления горизонтальной устойчивости и большого разнообразия форм ее проявления. Действительно, при скрещивании между собой гибридных образцов, унаследовавших устойчивость от разных видов рода *Solanum*, в ряде комбинаций мы отмечали большее количество устойчивых к заражению семян, чем в потомствах от самоопыления их родителей (Колобаев, 1998). По этому показателю особо выделилась гибридная комбинация, при которой в полученных гибридах достигалось сочетание генов *S. simplicifolium* и *S. polytrichon*, то есть двух видов, сформировавшихся в разных генцентрах происхождения картофеля: [(*S. polytrichon* × Гатчинский) × Umbra] × Fausta × [(*S. simplicifolium* × UPJ 50-140/5) × Gitte] × Hera.

Некоторые гибриды, полученные от такого скрещивания, проявили более высокую устойчивость к заражению фитофторой, чем их родительские формы, что выявилось при испытании методом дозированной инфекции. Они не заражались при нанесении на их

листья каплей суспензии, содержащей 40 конидий в поле зрения микроскопа при $\times 120$, то есть при инфекционной нагрузке, оказавшейся достаточной для заражения каждого из их родителей. Положительный результат, хотя и менее выраженный, был достигнут при скрещивании гибридов, полученных при сочетании генов *S. polytrichon* и *S. verrucosum*.

Устойчивые гибриды от таких 1-кратных конвергентных скрещиваний с использованием различных источников устойчивости мы скрестили между собой, то есть провели 2-кратные конвергентные скрещивания, получив образцы, имеющие в своей генеалогии 3 вида рода *Solanum*. Кроме того, гибриды 1-кратных и 2-кратных конвергентных скрещиваний скрестили с устойчивым гибридом *S. pinnatisectum* и с гибридом *S. berthaultii*. Затем с использованием такого сложного гибридного материала провели 3-кратные конвергентные скрещивания, получив гибриды, сочетающие в своей генеалогии 5 видов рода *Solanum*: *S. simplicifolium*, *S. polytrichon*, *S. verrucosum*, *S. berthaultii*, *S. pinnatisectum*. При этом, в процессе 1-3-кратных конвергентных скрещиваний в получаемых гибридах происходило последовательное комбинирование генов устойчивости различного видового происхождения. Среди не пораженных фитотрофой гибридных семян, полученных от разного типа конвергентных скрещиваний, мы выделили клоны, которые испытали на инфекционном фоне. В таблице 2 показаны результаты их испытания в условиях эпифитотийного развития фитотрофы в 2004 году. Для сравнения представлены данные по оценке клонов, полученных при повторном инкубировании устойчивых гибридов от скрещивания с каким-либо одним видом *Solanum*. Прежде всего, отметим, что многие клоны вообще не имели поражения фитотрофозом (балл 9) при выращивании на инфекционном фоне, где на них попадало большое количество конидий фитотрофы с соседнего рядка – инфектора. Но это не означает, что они полностью иммунны к фитотрофозу, а лишь указывает на их сильно выраженную относительную устойчивость к этому патогену. Такие клоны удавалось заразить искусственно при высокой инфекционной нагрузке и обеспечении оптимальных условий для инфицирования. Это достигалось при нанесении на листья каплей суспензии, содержащей 60–80 конидий в поле зрения микроскопа и помещением инокулированных листьев во влажную камеру. Природное поражение высокоустойчивых клонов происходит на грани возможного. Поэтому на протяжении испытаний в течение ряда лет они либо сохраняются здоровыми, либо имеют незначительное поражение в виде единичных пятен фитотрофоза, отмеченных в конце вегетации. Проявление такой, сильно выраженной устойчивости особо часто отмечалось у клонов, полученных на основе 3-кратных конвергентных скрещиваний, с использованием нескольких источников устойчивости, относящихся к пяти различным видам рода *Solanum*. Созданные с помощью такого скрещивания клоны в массе своей превосходили по уровню полевой устойчивости образцы, полученные при 1 и 2-кратных конвергентных скрещиваниях, при которых в гибридах сочетались гены от двух и трех источников устойчивости. Высокоустойчивые клоны удалось получить и в результате повторного инкубирования гибридов от скрещивания с *S. simplicifolium* и *S. polytrichon*, чего не отмечено в случае использования в скрещиваниях *S. berthaultii* и *S. pinnatisectum*. Гибриды этих двух видов уступали по уровню устойчивости гибридам от 1- и 2-кратных конвергентных скрещиваний, сочетающих гены *S. simplicifolium*, *S. polytrichon* и *S. verrucosum*. Однако вовлечение их в скрещивание с более устойчивыми образцами не только не ослабило устойчивость получаемых при таком 3-кратном конвергентном скрещивании гибридов, а наоборот, способствовало преобладанию высокоустойчивых образцов. Очевидно, что присущие гибридам *S. berthaultii* и *S. pinnatisectum* наборы генов, не обеспечивающие им высокой устойчивости, смогли, тем не менее, усилить проявление этого признака при взаимодействии с генами, унаследованными от других трех видов *Solanum*. Таким образом, совместное использование в одной системе скрещиваний нескольких источников устойчивости, относящихся к различным видам рода *Solanum*, дало результаты, не достигавшиеся в скрещиваниях с каждым из этих видов по отдельности.

Клоны, проявившие высокую устойчивость к природному поражению фитофторозом, мы испытали и при искусственном заражении методом дозированной инфекции отделенных листьев. При этом испытуемым образцам давалась одинаковая инфекционная нагрузка и обеспечивались оптимальные условия для заражения. Таким образом, отмечаемые различия в характере поражения определялись лишь уровнем устойчивости того или иного образца и формой ее проявления. Этим способом было испытано 80 слабopоражаемых на инфекционном фоне клонов. Из них лишь у 30% клонов удалось заразить отделенные листья при нанесении на них капель суспензии, содержащей 25 конидий в поле зрения микроскопа. При использовании же суспензии, содержащей 40-60 конидий, заразились листья от 87,5% всех оцениваемых клонов. Образцы, которые оставались здоровыми при такой, достаточно высокой инфекционной нагрузке, удалось все же заразить нанесением суспензии, имевшей 80 конидий в поле зрения микроскопа. Кроме того, 28 клонов, выдержавших инфекционную нагрузку в 25 конидий, повторно испытали нанесением суспензии, имевшей 40-60 конидий. Из них заразились 71,5% образцов. Эти результаты показывают, что слабое поражение (балл 8 и 9) клонов на инфекционном фоне обусловлено в основном их высокой устойчивостью к заражению фитофторой, преодолеваемой при высокой инфекционной нагрузке в сочетании с оптимальными условиями для заражения.

У слабо поражаемых в поле клонов были выявлены опытами по искусственному заражению и другие формы проявления устойчивости. У 20 клонов отмечен длинный (5-8 дней) инкубационный период, у 36 клонов отмечен замедленный рост пятен поражения фитофторозом. Наконец, у 27 клонов выявлена способность ограничивать образование конидий у выросшей на них фитофторы. Последний показатель, ослабленное конидиообразование, определяли подсчетом числа конидий в смывах с пятен поражения инокулированных листьев. Брли по три диска диаметром 1 см и встряхивали их в 3 мл воды. Определяли среднее число конидий в пяти полях зрения микроскопа. Если в смывах с пятен поражения у сорта Наяда насчитывали до 36 конидий, то в смывах от некоторых клонов количество конидий оказывалось не более 5. Было выявлено несколько клонов, у которых отмечены все указанные формы проявления устойчивости. Для заражения некоторых клонов потребовалась пятикратно повышенная инфекционная нагрузка по сравнению с той, которая достаточна для заражения многих культурных сортов. И в то же время, выросшая на их листьях фитофтора образовывала в 6 раз меньше конидий, чем паразитирующая на культурном сорте. Такие клоны фитофтора если и поражала, то не могла на них размножиться, поскольку, развиваясь на них, была не способна образовать инокулюм в количестве, необходимом для эффективного заражения этих клонов.

Сочетание всех форм проявления устойчивости чаще всего было отмечено у клонов, полученных в результате 3-кратных конвергентных скрещиваний. При этом все 6 испытанных клонов характеризовались длинным инкубационным периодом и слабым разрастанием пятен поражения, а у четырех клонов заразившая их фитофтора образовывала ограниченное число конидий. Заметим, что свойство подавлять способность патогена к размножению заметно чаще отмечалось у гибридов, сочетающих гены пяти видов рода *Solanum*, нежели чем у образцов, полученных от скрещивания лишь с одним источником устойчивости. Полученные результаты демонстрируют, что защитное действие горизонтальной устойчивости к фитофторе проявляется не только в устойчивости к заражению, но и в способности подавлять численность популяции патогена.

Практическим итогом проведенной нами работы явилось создание пригодных для использования в селекции картофеля доноров горизонтальной устойчивости к фитофторе, превышающих по уровню устойчивости наименее поражаемые сорта. Созданные гибридные образцы сочетают высокую горизонтальную устойчивость с хорошей продуктивностью, давая средний урожай в пределах 1000-1400 г на куст. Свойство высокой устойчивости к фитофторе передавалось потомству от скрещиваний этих

гибридов с культурными сортами. Некоторые из полученных на этой основе клонов к тому же сочетали устойчивость к фитофторе и золотистой картофельной нематоды. Последнее качество было достигнуто благодаря скрещиванию с сортами Наяда, Гранола и Архидея.

Высокий уровень горизонтальной устойчивости к фитофторе у полученных нами образцов был достигнут благодаря использованию генного богатства дикорастущих видов рода *Solanum*. Развитию достигнутого успеха способствовало то, что мы не ограничились использованием одного источника устойчивости, проявившего себя как наиболее эффективный уже в начале работы (*S. simplicifolium* или *S. polytrichon*), а использовали в единой программе конвергентных скрещиваний несколько источников устойчивости, относящихся к пяти видам рода *Solanum*. Тем самым показано, что прогрессу селекции картофеля на горизонтальную устойчивость к фитофторе способствует возможно более широкое использование видового разнообразия рода *Solanum*. Хорошими источниками горизонтальной устойчивости проявили себя и образцы двух южноамериканских видов. Очевидно, гены, определяющие свойство горизонтальной устойчивости к фитофторе, способны в качестве плеiotропного эффекта проявлять и другие ценные качества. В результате этого они смогли закрепиться в процессе многовековой эволюции и при отсутствии фитофторы на континенте Южной Америки. Полученные нами результаты, кроме того, указывают на большую значимость расширения испытаний на устойчивость к фитофторе и выявления источников устойчивости среди образцов различных видов рода *Solanum*.

Таблица 1. Гибридные популяции с преобладанием устойчивых к фитофторе сеянцев, полученных с использованием различных источников устойчивости.

Источники устойчивости	Поколение	Число испытанных популяций	Число популяций с преобладанием устойчивых сеянцев	
			При искусст. заражении	На инфекц. фоне
<i>S. polytrichon</i>	F1	2	1	0
	F2	4	4	2
	B1F2	7	3	3
	B2F2	5	2	5
<i>S. verrucosum</i>	F2	2	1	2
	B1F2	5	1	5
<i>S. pinnatisectum</i>	F2	1	1	0
	B1F2	3	0	3
<i>S. simplicifolium</i>	F1	3	1	2
	B1F1	6	6	2
	B1F2	7	4	5
	B2F1	4	1	2
<i>S. berthaultii</i>	F2	3	1	0

Таблица 2. Выявление высокоустойчивых к фитофторе клонов на инфекционном фоне в 2004 году.

Происхождение	Источники устойчивости	Поколение	Имели баллы поражения (%)				
			Число клонов				
				9	8	7	6
1- кратное конвергентное скрещивание	<i>S. simplicifolium</i> + <i>S. polytrichon</i>	F2	10	20	50	30	0,0
2- кратное конвергентное скрещивание	<i>S. simplicifolium</i> + <i>S. polytrichon</i> + <i>S. verrucosum</i>	F1	16	18,6	50	12,5	18,5
		F2	28	17,9	35,7	32,1	14,3
3- кратное конвергентное скрещивание	<i>S. simplicifolium</i> + <i>S. polytrichon</i> + <i>S. verrucosum</i> + <i>S. berthaultii</i> + <i>S. pinnatisectum</i>	F1	6	83,3	16,7	0,0	0,0
Повторное инцухтирование гибридов с отдельными видами	<i>S. polytrichon</i>	F3	5	40	60	0,0	0,0
	<i>S. simplicifolium</i>		3	100	0,0	0,0	0,0
	<i>S. berthaultii</i>		3	0,0	33,4	66,6	0,0
	<i>S. pinnatisectum</i>		3	0,0	30,0	70,0	0,0

Литература

1. Аमतханова Ф. Х. Характеристика популяций *Phytophthora infestans* на картофеле в некоторых регионах Северного Кавказа. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М., 2004. 18 с.
2. Асеева Е.А. Иммунологическое обоснование селекции картофеля на устойчивость к фитофторозу и бактериозу. Автореф. дисс. канд. биол. наук. СПб - Пушкин, 1993. 17 с.
3. Букасов С.М., Камераз А.Я. Основы селекции картофеля. М. Л., 1959. 525 с.
4. Ван дер Планк. Болезни растений. М., 1966. 280 с.
5. Воробьева Ю. В. Изменение состава популяции возбудителя фитофтороза. Защита растений. 1991, № 1. С. 23-24.
6. Зотеева Н.М. Виды рода *Solanum* L. селекции *Petota* Dumort как источники обогащения генофонда культурного картофеля. Автореф. дисс. докт. биол. наук. СПб – Пушкин, 2005.
7. Колобаев В.А. Использование конвергентных скрещиваний при создании доноров горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторозу. Метод. рек. по защите растений. СПб, 1998. 6 с.
8. Колобаев В.А. Принципы и методы создания доноров горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторозу. Метод. рек. ВИЗР, СПб, 2001. 16 с.
9. Колобаев В.А., Житлова Н.А. Создание доноров горизонтальной устойчивости к фитофторозу картофеля с использованием различных видов

- рода *Solanum*. Труды Всеросс. съезда по защите растений, СПб, 1995. 203-210. Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений, СПб, 1994. 128 с.
11. Росс.Х. Селекция картофеля – проблемы и перспективы. М., 1989. 187 с.
12. Schik R., Klinkowski M. Die Kartoffel. band 2, 1962, 1013-2112 s.

Kolobayev V.A.

CREATION OF DONORS OF HORIZONTAL RESISTANCE TO LATE BLIGHT, COMBINING GENES OF FEW *SOLANUM* SPECIES

Summary

The donors of late blight (*Phytophthora infestans* Mont.de Bary) with high horizontal resistance were created using crosses of potato cultivars with *Solanum simplicifolium*, *S. polytrichon*, *S. verrucosum*, *S. pinnatisectum*, *S. berthaultii*. They are highly resistant to infection and in the same time they make weaker pathogen ability to sporulation. Utilization of these five sources of resistance in convergent crosses promotes increasing of resistance. The samples combining genes of five *Solanum* species surpassed for resistance hybrids receiving from crosses with each separate species.

УДК 635.21::631.523:632.38

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАРТОФЕЛЯ КОЛЛЕКЦИИ ВИР В УСЛОВИЯХ ЮГО- ВОСТОКА КАЗАХСТАНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ

Красавин В.Ф., д-р биол. наук,
ИЦКОХ, Республика Казахстан

Отсутствие определенного стандарта или эталона, содержащего основные параметры (критерии) необходимого набора признаков, обеспечивающих жизнеспособность сорта картофеля при его длительном репродуцировании в условиях предгорной зоны региона, затрудняло работу селекционеров в выборе родительских форм для скрещиваний и оценку гибридного потомства. Поэтому выведенные сорта картофеля, как правило, не достигали желаемого результата.

Примером могут служить относительно засухоустойчивые сорта Богарный, Бульба, Карагандинский, Полевка и Рекорд, созданные в пятидесятые годы известными селекционерами В.П. Кузьминым и С.А. Архангельским, пользовавшиеся большим спросом не только в республике, но и за её пределами. Однако эти сорта, как и сорта завозимые из стран ближнего и дальнего зарубежья, вырождались в третьей- четвертой репродукциях в условиях предгорной зоны юго- востока Казахстана. Относительно жаростойкий и засухоустойчивый сорт Шортандинский (селекции КазНИИКОХ и ВНИИЗХ), районированный в республике с 1976 года, в условиях предгорной зоны данного региона сильно поражается ржавой пятнистостью мякоти клубня.

В этой связи стала очевидной необходимость проведения исследований по изучению влияния стрессовых факторов внешней среды на рост и развитие картофеля в условиях юго- востока Казахстана. Исследования проводились в двух основных почвенно- климатических зонах возделывания картофеля- горной и предгорной. Горная зона- неполивная (1800- 2000 м.н.у.м.) характеризуется умеренно- континентальным, мягким климатом. Почвы представлены выщелоченным черноземом, тяжелосуглинистым по механическому составу. Зона наиболее благоприятная для возделывания картофеля.

Предгорная зона (900-950 м. н. у. м.) характеризуется резко- континентальным климатом, лето жаркое и сухое. Почвы опытного участка темнокаштановые, среднесуглинистые, развитые на лессовидных суглинках. Структура почвы рыхлая, слабовыраженная, заплывает при поливе и от ливневых дождей, образуя плотную корку, которая нарушает её водный и воздушный режимы. Реакция почвы слабощелочная. Зона подвержена сильному вырождению картофеля.

В качестве объектов изучения использовали 483 сорта отечественной и зарубежной селекции из коллекции ВИР. Изучение селекционного материала проводилось на основе методик ВНИИКС и ВИРа [16,17,18,19, 20,21,22]. Дополнительно для диагностики жаростойкости использовали методы В.Ф. Мацкова [15] и М.Д. Кушниренко [10]. Определение реакции проросших клубней на воздействие высоких температур делали по В.Ф. Альтерготу [1], Н.Н. Иванову [8], П.А. Генкелю и др. [4]. Работу устьичного аппарата листьев определяли по методике Г. Молиша [23]. Изучение водообмена у растений проводили с использованием методик Н.Н. Иванова [8], М.Н. Гончарика [5]. Засухоустойчивость сортов определяли по Ф.А. Новикову [27] и Г.В. Удовенко [30].

В полевых условиях определение жаростойкости сортов проводили с использованием пластикового изолятора, усовершенствовав методику О.П. Зубкуса [7] применительно к растениям картофеля. В солнечные дни с наступлением жары (примерно в 12⁰⁰ часов) на кусты картофеля в фазе цветения надевали полиэтиленовые мешочки. После того, как температура воздуха в мешочке достигала 45- 50⁰С куст выдерживали 30 минут без притока свежего воздуха (мешочек завязывали). По истечении времени мешочек не снимали с растения, а только развязывали и проводили осмотр через каждый час. Учет поврежденности листьев делался после появления бурой окраски погибшей ткани.

Кроме того испытание образцов картофеля на жаростойкость и засухоустойчивость проводили на отдельном, незатененном участке без полива (полевой засушник), в процессе вегетации картофеля учитывали быстроту и интенсивность увядания, подсыхание ботвы, время оправления растений после засушливого периода, а также их продуктивность.

Учет повреждения ржавой пятнистостью мякоти клубня проводили по методике В.Г. Рейфмана [29]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по В.Г. Вольфу [3] и Б.А. Доспехову [6].

Проведенные нами исследования показали, что сроки появления всходов картофеля не зависят от сортовых особенностей и в основном находятся в прямой зависимости от температуры окружающей среды во время посадки и прорастания клубней. Так, при сравнительно низкой среднесуточной температуре воздуха в этот период (11-12⁰С) появление всходов наблюдалось только на 28-30 сутки после посадки картофеля, а при среднесуточной температуре воздуха 15⁰С всходы появлялись на 7 суток раньше.

По продолжительности таких периодов, как от всходов до бутонизации и от бутонизации до цветения растений картофеля существенной разницы по годам исследований не наблюдалось и полностью зависело от сортовых особенностей. Разница между сортами по наступлению фенофаз составляла 7-15 суток. Исключением является период от бутонизации до цветения у сортов поздней группы созревания, который в жаркие и засушливые годы сокращался до 10 суток, что способствовало ускорению физиологического старения растений. Продолжительность цветения также зависела от перечисленных выше факторов и у большинства сортов составляла 15- 25 суток.

Однако наиболее сильное воздействие стрессовые факторы внешней среды оказывают на процессы формирования генеративных органов и в частности на образование бутонов, пыльцы и ягод.

В условиях жаркого и сухого климата предгорной зоны (таблица 1) растения значительного числа сортов коллекции (20,5- 28,6%) не цвели в результате опадения еще

недоразвитых бутонов. В наиболее засушливые годы опадение бутонов наблюдалось почти у половины сортов коллекции (49,5%). Из-за недоразвитости пыльцевых зерен 5-9,3% сортов имели стерильные пыльники цветка. Лишь до 40% сортов коллекции обладали вполне жизнеспособной пылью, но её способность к оплодотворению (наличие пыльцевых трубочек) отмечалось не более чем у 27,3% сортов. Кроме того из-за сухости воздуха при опылении пыльца чаще всего не могла прорасти и оплодотворить завязь цветка. Поэтому число сортов с завязавшимися ягодами было незначительное 4,3-9,9%, а в наиболее засушливые годы ещё меньше- до 1,7%.

Условия умеренного климата горной зоны оказались более благоприятными для процессов формирования генеративных органов у растений картофеля. Так, опадение бутонов отмечалось не более чем у 17,4% сортов, а со стерильными тычинками цветка -не превышало 6,6%. Подавляющее большинство сортов коллекции (74,4-83,3%) имели жизнеспособную пыльцу, однако только у 52,2- 62,4% сортов пыльца была способна к оплодотворению завязи. Еще меньше число сортов, у которых завязались ягоды (38,5-50,4% сортов). Тем не менее показатели жизнеспособности пыльцы и ягодообразования довольно высокие в горной зоне, позволяющие проводить гибридизацию в поле даже в засушливые годы.

Проведенными исследованиями в стране и за рубежом [2,12,26,31] установлено, что на урожай клубней в большей степени влияют количество стеблей в кусте и высота растений. Доказано также, что продуктивность картофеля взаимосвязана с интенсивностью ростовых процессов на начальных этапах органогенеза [13,14]. В этой связи необходимо было выяснить воздействие стрессовых факторов внешней среды на формирование стеблей и рост растений картофеля при длительном репродуктивном периоде сортов в условиях региона.

Таблица 1. Влияние стрессовых факторов внешней среды на формирование генеративных органов у растений картофеля

	Сорта коллекционного питомника, %									
	предгорная зона					горная зона				
	Опадение бутонов	пыльца			образование ягод	опадение бутонов	пыльца			Образование ягод
не выделяется		жизнеспособная	способная к прорасти	не выделяется			жизнеспособная	способная к прорасти		
1977	49,5	9,3	25,4	9,1	1,7	17,4	6,6	74,4	52,2	38,5
1978	28,6	5,1	31,5	16,8	4,3	10,3	2,4	78,1	59,1	41,3
1979	25,6	6,7	35,8	12,5	4,3	11,1	5,3	80,0	59,6	47,6
1980	20,5	5,0	40,0	27,3	9,4	12,9	2,6	83,3	62,4	50,4

По урожайности сорта коллекционного питомника условно были разделены на 3 группы- превосходящие, на уровне и уступающие стандартам. В качестве стандартов использовались районированные в регионе сорта – Искра (среднеранний), Прикульский ранний и Столовый 19 (среднепоздний).

Большинство сортов коллекции составили вторую группу, поскольку по урожайности были на уровне стандартов. Около 30% сортов в сильной степени поражались распространенными болезнями картофеля и значительно уступали стандартам по урожайности. Практический интерес в селекционной работе представляет первая группа, для которой характерны устойчивое цветение, высокая продуктивность, средние сроки продолжительности вегетации и генетически обусловленная полевая

устойчивость к наиболее распространенным вирусам. Группа малочисленная и составляет 10% сортов коллекции.

Репродуцирование сортов первой группы в течение 4 лет в двух почвенно-климатических зонах Алматинской области позволило выявить некоторые закономерности, связанные с формированием стеблей и ростом растений картофеля. Так, у среднепозднего сорта Столовый 19 при среднем числе глазков на клубне- 7 в 1977-1978гг в предгорной зоне при воздействии высоких температур и низкой влажности почвы в период посадки и появления всходов (апрель- май) в среднем сформировалось только 2 стебля на куст. При тех же условиях, но при внесении в 1980 году в почву 60 т/га полупревшего навоза, сформировалось уже 4 стебля. В горной зоне при низких температурах воздуха в период формирования (май- июнь) в 1978 году образовалось также только 2 стебля, а в благоприятном по метеоусловиям 1979 году сформировалось максимальное число стеблей в кусте- 5. В среднем за 4 года репродукции имеющийся потенциал клубня (7 глазков) на формирование числа стеблей и растений сорта Столовый 19 был использован лишь на 39,3% в предгорной зоне и на 57,1% в горной.

У сорта Приекульский ранний высокие температуры в период посадки и появления всходов в предгорной зоне, наоборот, стимулировали пробуждение наибольшего числа глазков клубня- 6 из 9 возможных (63,9%), а в горной зоне лишь- 5 (58,3%). По среднераннему сорту Искра имеющийся потенциал клубня (7 глазков) был использован на 51,7% в двух зонах.

Воздействие высоких температур предгорной зоны ощущалось при формировании стеблей у растений и на сортах высокопродуктивной группы. Сортами Gydra и Meise имеющийся потенциал клубня был использован лишь на половину. Однако у большинства сортов этот показатель был высоким и в среднем по группе составил 62,6% и значительно превысил показатель стандартов. Значительное превышение сортов высокопродуктивной группы наблюдается и по горной зоне.

Из вышеизложенного следует, что на процесс формирования стеблей у растений картофеля в сильной степени влияют сортовые особенности и температурный режим окружающей среды. При высоких или низких температурах воздуха в период посадки и появления всходов картофеля у большинства сортов формируется меньше стеблей, чем при оптимальном температурном режиме, исключением является сорт Приекульский ранний, у которого высокие температуры воздуха в этот период оказывали стимулирующее действие на пробуждение наибольшего числа глазков клубня, что способствовало формированию большего числа стеблей у растений данного сорта. На формирование стеблей влажность почвы и условия питания оказывают менее заметное влияние, чем температурный режим окружающей среды. При длительном репродукции картофеля в условиях Алматинской области четко прослеживается превосходство сортов высокопродуктивной группы над районированными по числу сформированных стеблей у растений и проценту использованного потенциала глазков клубня.

Высота растений картофеля также в сильной степени зависит от всех перечисленных выше факторов. Особенно ярко эта взаимосвязь прослеживается на районированных сортах Искра, Приекульский ранний и Столовый 19. Так, несмотря на жаркий климат, растения сортов предгорной зоны на орошаемом участке превосходили в росте растения сортов горной зоны в засушливые годы, а при внесении 60 т/га навоза и в благоприятные по метеоусловиям годы, разница составляла 14 – 20 см.

Дефицит влаги и условия питания сказались на росте растений также и на сортах высокопродуктивной группы, в особенности на сортах Alma, Pirat, Poet и Tamara, но в среднем за годы репродукции по группе высокопродуктивных сортов значительного превышения по высоте растений в предгорной зоне по отношению к горной не наблюдалось (64 см, против 61см). Данный показатель свидетельствует о

высокой стабильности сортов высокопродуктивной группы по отношению к районированным сортам, что подтверждается данными урожайности клубней картофеля. В среднем по группе высокопродуктивных сортов урожайность клубней в предгорной зоне составила 31,2 т/га, а в горной – 22,1 т/га, тогда как по группе стандартов – 23,6 т/га и 14,7 т/га.

Высота растений при сравнении сортов между собой не может служить критерием для выделения более ценного образца. Например, сорт Alma в среднем за 4 года репродукции в предгорной и горной зонах по высоте растений уступал сорту Столовый 19 (60-49 см, против 73-50 см), но в то же время по урожайности клубней намного его превзошел (29,1- 21,1 т/га, против 20,0- 13,2 т/га).

Вместе с тем, при оценке какого-либо сорта по годам репродукций и почвенно-климатическим зонам прослеживается прямая связь между высотой растения и урожайностью. В этой связи высота растений может служить хорошим индикатором обеспеченности картофельного поля комплексом условий для формирования высокого урожая.

Трудность решения задачи создания или подбора сортов, пригодных для длительного репродукции, в условиях засушливости, повышенных температур воздуха и почвы связана с отсутствием заметных отличительных морфологических признаков между группами устойчивых и неустойчивых к этим факторам сортов. По мнению С.А. Лежепекова, О.И. Онищенко и Ф.А. Новикова [11,27,28], наиболее важными показателями отличия таких сортов являются: мощность корневой системы, степень увядания листьев и быстрота восстановления ими тургора, температура свертывания белка в молодых листьях во время цветения.

Работа по изучению жаростойкости и засухоустойчивости растений была начата в отделе Е.И. Ившиным и А.Н. Терехиной в 1979 году на гибридах картофеля [9], а затем продолжена нами на сортах коллекционного питомника в 1985- 1987 гг [24]. Так как устойчивость растений формируется под влиянием условий среды в процессе онтогенеза на основе генетических возможностей вида, показатели жаро – и засухо- устойчивости определяли по фазам роста и развития- массовые всходы, бутонизация, цветение и клубнеобразование.

Как показали исследования, различия между сортами по показателям полевых и лабораторных тестов оказались весьма существенными. В полевых условиях под колпаком из пленки (таблица 2) листья растений у сортов Алатау и Vevi проявили высокую стойкость к жаре, повреждения в 1-2 балла у них появились через 5-7 часов испытания.

Высокая жаростойкость сортов подтверждается и результатами лабораторного теста- белок листа начал свертываться при воздействии водой, нагретой до 70⁰С. Тогда как у нежаростойких сортов Зорька и Нета листья растений повреждались под колпаком из пленки в 4-5 баллов (сильное повреждение) уже через 4 часа наблюдений, а свертывания белка у листа отмечалось при температуре + 50⁰ С.

В полевых условиях на участке без полива у жаростойких сортов в фазу цветения увядших растений насчитывалось в пределах 0-6%, а у нежаростойких- до 40%. Различия наблюдаются и при оценке мякоти сырого и вареного картофеля, у нежаростойких сортов мякоть клубня темнеет быстрее, чем у жаростойких. При воздействии высокими температурами на проросшие клубни (лабораторный тест), у нежаростойких сортов клубни с потемневшей мякотью достигают 65% от общего числа, а у жаростойких лишь до 9%. У среднежаростойких сортов Невский и Rosna показатели промежуточны между высоко- и низко устойчивыми. У них небольшой процент увядших растений – до 17%, побурение листьев до 2-3 баллов происходит за 4-5 часов, клубней с потемневшей мякотью до 33%. Отрицательное влияние высоких температур усиливается при ухудшении обеспеченности корневой системы кислородом, т.е. при образовании почвенной корки от ливневых дождей.

Таблица 2. Показатели жаростойкости сортов картофеля

Сорт	Год испытания	Температура свертывания белка, °С	Полевой тест под колпаком		Увядших растений на участке без полива, %	Устойчивость к потемнению сырой мякоти клубня, балл	Клубни с потемневшей мякотью от высокой температуры, %
			время образования бурых пятен, час	повреждение листа, балл			
Алатау	1985	70	5	2	6	9	0
	1986	75	6	1	0	9	0
	1987	70	5	2	6	8	0
Vevi	1985	70	7	2	0	9	0
	1986	70	7	2	0	9	0
	1987	70	6	2	6	9	9
Невский	1985	60	4	4	11	7	23
	1986	60	5	3	13	9	18
	1987	60	4	4	17	7	33
Posna	1985	60	4	3	3	9	11
	1986	70	5	3	0	9	6
	1987	70	4	3	7	9	13
Зорька	1985	50	3	5	23	5	60
	1986	60	4	5	11	7	50
	1987	50	3	5	40	5	65
Heta	1985	50	3	5	27	5	29
	1986	60	4	4	10	7	29
	1987	50	3	5	37	5	41

По данным определения водообмена и интенсивности транспирации у растений различных сортов (таблица 3), самая низкая интенсивность транспирации отмечена у сортов в 1985- 1986гг – не более 97 г/м²/ час (сорт Posna), тогда как в 1987 году интенсивность транспирации у большинства сортов резко возросла от 110 до 166 г/м²/ час. Наиболее устойчивый показатель по этому признаку наблюдается у сорта Алатау- от 62 до 78 г/м²/ час и у него же лучший показатель по годам водоемкости и обводненности, т.е. растения имеют в тканях и органах на единицу массы наибольший запас воды. У сорта Невский этот запас минимален. В наших исследованиях листья и стебли сортов, стойких к засушливым условиям и перенесшие увядание, после поглощения ими воды принимают нормальную зеленую окраску и восстанавливают тургор. Листья и стебли среднеустойчивых сортов после перенесенного в тех же условиях и за тот же срок увядания, тургор восстанавливали на 40-50%, а неустойчивые – на 10- 20%. При более длительном увядании (более 12 часов), которое приводит к почти полному обезвоживанию, различия между устойчивыми и неустойчивыми сортами начинают стираться.

Таблица 3 Показатели засухоустойчивости сортов картофеля

Сорт	Год испы- тания	Водоем- кость, %	Обводн- енность , %	Водны й дефици- т, %	Потери тургора , час	Восста- новлен- ие тургора , час	Интенс- ивность трансп- ирации, г/м ² /час	Быстро- та водооб- мена, %
Алатау	1985	80	71	9	12	3	62	21
	1986	80	62	18	18	3	63	21
	1987	80	71	11	12	3	78	29
Vevi	1985	80	65	15	9	5	71	24
	1986	74	57	17	9	3	60	23
	1987	77	53	24	9	4	116	25
Невский	1985	78	62	16	9	6	55	20
	1986	75	58	17	9	3	55	24
	1987	78	58	20	9	6	118	24
Rosna	1985	79	60	19	9	6	96	34
	1986	78	60	18	12	3	97	30
	1987	78	62	16	9	3	126	31
Зорька	1985	78	64	14	6	9	82	22
	1986	78	63	15	9	6	76	30
	1987	75	60	15	9	9	110	29
Heta	1985	78	54	24	9	3	80	27
	1986	77	69	8	12	3	80	24
	1987	83	69	14	9	3	166	36

Сорт Алатау кроме жаростойкости, по всем показателям и засухоустойчив, как и сорт Vevi. Средне жаростойкий сорт Невский по показателям водообмена и транспирации растений является и среднеустойчивым к засухе, к этой же группе относятся сорта Rosna и Heta.

Устойчивость растений к стрессам характеризуется способностью растительных организмов полноценно осуществлять свои жизненные функции в неблагоприятных условиях внешней среды, а мера устойчивости отражает количественную сторону этой способности. Отношение урожайности на участке без полива к урожайности на орошаемом участке является в данном случае количественной стороной устойчивости к жаре и засухе. Наиболее жаро- и засухоустойчивые сорта Алатау и Vevi (таблица 4) потеряли соответственно 23 и 31% урожая на участке без полива, потеря шла за счет снижения количества клубней, чем от снижения массы товарного клубня. Средне жаро- и засухоустойчивый сорт Rosna потерял 38% урожая в большей степени за счет снижения массы клубня, чем от снижения числа клубней (32%, против 25%). У сортов, неустойчивых к жаре и засухе продуктивность растений в предгорной зоне не превышает 450 г/куст на поливе и 300г/куст на участке без полива. Потеря урожая происходит за счет уменьшения числа клубней на одно растение и увеличения доли нестандартных клубней (товарность клубней на участке без полива не превышает 75%, масса товарного клубня 57г).

Таблица 4 Изменение продуктивности сортов картофеля под влиянием стрессовых факторов (среднее за 1985- 1987гг)

Сорт	Условия выращивания	Продуктивность растений, г/куст	Количество клубней на 1 растение, шт	Масса товарного клубня, г	Товарность клубней %
Алатау	1. на поливе	835	11,0	88	93
	2. без полива	644	8,1	80	85
	3. потери урожая, %	23	26	9	8
Vevi	1. на поливе	1027	9,0	117	94
	2. без полива	707	7,2	95	88
	3. потери урожая, %	31	19	15	6
Невский	1. на поливе	499	5,7	99	94
	2. без полива	363	5,2	76	75
	3. потери урожая, %	79	13	13	19
Rosna	1. на поливе	887	93	107	96
	2. без полива	530	7,0	73	87
	3. потери урожая, %	38	25	32	9
Зорька	1. на поливе	314	7,5	69	80
	2. без полива	232	5,7	57	73
	3. потери урожая, %	27	24	17	7
Heta	1. на поливе	436	7,5	76	88
	2. без полива	268	6,5	54	75
	3. потери урожая, %	39	13	29	13

	НСР ₀₅	m%
1. На поливе	112 г/куст	5,2
2. Без полива	78 г/куст	3,9

Из вышеизложенного следует, что на основании трехлетних данных полевых испытаний образцов картофеля в предгорной зоне на орошаемом и неорошаемом участках можно с высокой степенью достоверности отобрать исходный материал для селекции картофеля на жаростойкость и засухоустойчивость. Высокие температуры и низкая влажность воздуха оказывают отрицательное воздействие на метаболизм азота у растений картофеля. По данным исследований в 1991- 1998гг было установлено, что в жаркие и засушливые годы в предгорной зоне у среднеустойчивых к экстремальным стрессовым воздействиям внешней среды сортов содержание нитратов в клубнях приближается к предельно допустимым концентрациям (243 мг/кг), тогда как у устойчивых сортов их содержание не превышает 160 мг/кг, или в 1,6 раза меньше ПДК. У неустойчивых сортов содержание нитратов в клубнях превышало предельно допустимые концентрации (ПДК больше 250 мг/ кг).

Исследования по оценке пораженности образцов картофеля в коллекционном питомнике, проведенные в 1972- 2005гг, показали, что среди патогенов возбудителей болезней наиболее вредоносными являются вирусы – ХВК, УВК, СВК, МВК и особенно ВСЛК. Широкая распространенность вирусов на юго- востоке Казахстана, особенно в предгорной зоне, и комплексное поражение ими растений сортов картофеля способствовали проявлению в питомнике различных заболеваний – аукубы- мозаики, обыкновенной или крапчатой мозаики, складчатости и курчавости (волнистости) листьев,

морщинистой и полосчатой мозаик, мозаичного закручивания верхних листьев, однако наибольшее распространение имело вирусное скручивание листьев. Так, в предгорной зоне этой болезнью поражалось от 32,1 до 40,6% сортов, другими- значительно меньше: мозаичным закручиванием верхних листьев 8,8- 13,2%, полосчатой мозаикой 0,9- 13,2%, морщинистой мозаикой 2,8- 12,3%. Пораженность сортов другими вирусными болезнями была еще меньше и суммарно составляла 3,7- 16,9%. Фон инфекционной нагрузки в предгорной зоне на порядок выше, чем в горной зоне.

В благоприятной для картофеля горной зоне нормализуются все функции организма растений после экологического вырождения, связанные с физиологическими нарушениями от отрицательного воздействия высоких температур и дефицита влаги, однако оздоравливающего эффекта от вирусного вырождения не происходит.

Многие, широко известные сорта картофеля Гатчинский, Искра, Лорх, Невский, Огонек, Приекульский ранний и другие, районированные на юго- востоке Казахстана, в условиях горной зоны в засушливые годы сильно поражались паршой обыкновенной. Клубни пораженные паршой в сильной степени теряли товарный вид и были не пригодны в пищу и на семенные цели.

Испытание образцов картофеля коллекционного питомника на естественном провокационном участке в горной зоне показало, что в засушливые годы более половины образцов (57,7%) поражаются паршой обыкновенной в сильной степени, группа сортов с незначительным поражением клубней не превышала 15,5% коллекции.

Поражение сортов картофеля ризоктониозом (*Rhizoctonia solani*) наблюдалось намного меньше, чем паршой обыкновенной. Из 420 изученных сортов коллекционного питомника, клубни 54 сортов поражались данным заболеванием, что составляет 12,9% от общего их числа. Причем поражение клубней в сильной степени отсутствовало, а в средней степени (3 балла) отмечено только у 8 сортов – Axilia, Daresa, Karsa, K 19564, K 20403, K 20422, Sonetta и Ute.

Значительные потери урожая клубней на юго- востоке Казахстана связаны с поражением растений картофеля грибным заболеванием ранняя бурая пятнистость листьев (РБПЛ), которая наиболее вредоносна в предгорной зоне. В годы эпифитотий урожайность у неустойчивых сортов резко снижается и не превышает 10-12 т/га, возбудители болезни несовершенные грибы – *Macrosporium solani* *Alternaria solani*. Проявление заболевания на растениях неустойчивых сортов наблюдается в третьей декаде июня, среднеустойчивых- во второй декаде июля, резистентных- в первой декаде августа (поражение растений незначительное). Инфекционный фон в предгорной зоне достаточно высок, что позволяет в течение 3 лет полевых испытаний образцов сделать заключение об их устойчивости к данному заболеванию.

Поражение сортов картофеля другими инфекционными заболеваниями (сухая и мокрая гнили клубней, черная ножка) носит эпизодический характер и в основном зависит от культуры земледелия и условий осенне- зимнего хранения клубней. При несоблюдении рекомендованных агротехнических мероприятий по возделыванию и уборке картофеля, а также режиму хранения клубней, потери урожая могут достигать 25% и более.

К широко распространенному на юге и востоке Казахстана неинфекционному заболеванию картофеля относится ржавая пятнистость мякоти клубня. При длительном репродуктивном в предгорной зоне неустойчивых к заболеванию сортов (Берлихинген, Шортандинский) картофель становится непригодным к употреблению в пищу, поскольку мякоть клубня сплошь покрывается ржавыми (бурыми) пятнами или чернеет.

Как показали исследования, в жаркие и засушливые годы в предгорной зоне данным заболеванием поражалось до 48% сортов коллекции, а в горной – до 27%. В благоприятные для картофеля годы в горной зоне число пораженных сортов резко уменьшается до 9-10%, а в предгорной зоне остается почти на прежнем уровне (44-46%). В горной зоне в обычные годы в слабой степени поражаются только 9-10% сортов

коллекции, а в жаркие и засушливые годы – до - 22% и в средней степени до 3%. В предгорной зоне степень поражения сортов коллекции намного выше и практически не меняется по годам – 31- 34% в слабой степени, 9% - в средней и 4-5%- в сильной степени. Разность почв и фон минерального питания не оказывают существенного влияния на развитие болезни. Кроме того, Н.А. Мошняковым [25] было установлено, что степень поражения болезнью не столько зависит от размера клубня, сколько от возраста или вызревания картофеля. Болезнь присуща только растущим клубням и при хранении не развивается. Устойчивость к заболеванию передается по наследству от родителей потомству.

Из вышеизложенного следует, что в условиях жаркого и сухого климата предгорной зоны юго- востока Казахстана, единственный способ борьбы с ржавой пятнистостью мякоти клубня- возделывание устойчивых к заболеванию сортов картофеля.

На основе проведенных лабораторно- полевых испытаний был выделен исходный материал для селекции с комплексной устойчивостью к стрессовым факторам внешней среды и распространенным в регионе болезням. К ним относятся: образцы диких и культурных видов картофеля - *S. andigenum* (К-3928), *S. berthaultii* (К-8510-5), *S. demissum* (К-2072-9), *S. tarijense* (К-4225) и *S. vernei* (К-4051-2); 10 форм и разновидностей *S. chacoense*- Д₅- 824, К –2061-35-5, К- 2718-2, К- 2735, К- 2744, СК- 2935-2-2, К- 2941-13, СК- 3062-4, СК – 3669 –1; межвидовые гибриды ВИР- 18(б), 302 (б), 359 (б), 8ж, 10ж, 14ж, 15ж, 22ж, 129ж, 138ж, ВИР 6- 1722 и ВИР 6- 1722 и ВИР 78-14; сорта – Алатау, Antares, Aula, Bola, Бородянский, Vevi, Верба, Gerlende, Gitte, Dextra, Зарев, Краснопольский, Луговской, Mira, Nena, Ronka, Sante, Tamara и Янтарный.

За годы исследований было оценено 450 комбинаций скрещиваний родительских форм, из которых по комплексу хозяйственно- ценных признаков наибольший практический интерес в селекции картофеля представляют 22 комбинации (таблица 5). Положительный эффект получен при вовлечении в скрещивания местных, перспективных сортов картофеля. С их использованием в потомстве увеличилось число клонов с желаемыми признаками. Внедрение материала для родительского питомника, проведение целенаправленной гибридизации с использованием перспективных комбинаций скрещиваний способствовали повышению результативности и качеству селекционной работы. Если до 1986 года в государственное испытание за пятилетку передавался лишь один сорт, то в 1986- 1990гг было уже передано 2 сорта, а начиная с 1991 года число передаваемых сортов в государственное сортоиспытание резко увеличилось и составило 8-12 сортов в пятилетку.

Созданные в 1990- 2005гг новые, перспективные сорта картофеля- Акколь, Аксор, Астана, Аул, Бирлик, Жанайсан, Карасайский, Мария, Мошняковский, Никитка, Нэрли, Памяти Боброва, Тамыр, Танда, Тениз, Тобол и Улан относятся к группе высокоурожайных, потенциальная урожайность составляет 36,5- 55,5 т/га. Обладают жаростойкостью, засухоустойчивостью и полевой устойчивостью к распространенным в регионе болезням, высокими биохимическими показателями, хорошими столово- кулинарными качествами и лёжкостью при хранении, пригодны к промышленной переработке в высококачественные продукты питания, выдерживают длительное репродуктивное (7-10 лет) в предгорной зоне. Из них- 7 сортов в настоящее время районированы в Казахстане (Акколь, Аксор, Жанайсан, Нэрли, Тамыр, Тениз и Улан), остальные проходят государственное сортоиспытание.

Таблица 5 Перспективные комбинации скрещиваний родительских форм

Комбинации скрещиваний	Количество гибридов		Процент отбора
	Оцененных	Отобранных	
Аксор х 554-7	101	49	48,5
Annett х Aguila	98	35	35,7
Anosta х Зарево	132	51	38,6
Arnica х Тениз	110	57	51,8
Белорусский крахмалистый х Тениз	97	44	45,4
Vevi х Gitte	77	28	36,4
Верба х Gitte	82	32	39,0
Весна левобережная х Резерв	72	27	37,5
Вир 6 – 1722 х Anett	80	38	47,5
Вир 6 – 1722 х Сенекано	51	23	45,1
Восток х Пепо	57	26	45,6
129ж х Тениз	58	29	50,0
138ж х Тениз	55	34	61,8
138ж х Fiedelio	74	28	57,8
К 19853 х Тениз	66	31	47,0
К 20460 х Нэрли	70	33	47,1
Dextra х Зарево	145	79	54,5
359(б) х Carnea	73	28	38,3
Невский х Дружный	85	38	44,7
Юбель х Апока	95	32	33,7
Юбель х Вир 6 – 1722	112	35	31,2

ЛИТЕРАТУРА

1. *Альтергот В.Ф.* Действие повышенных температур на растения. // Известия АН СССР. /Серия биологическая.-М.: 1963., №1,- С. 57-73.
2. *Баиров Т.О.* Влияние предпосадочной подготовки почвы и глубины посадки на продуктивность картофеля. // Научные достижения в картофелеводстве Казахстана (Сб.научных трудов КазНИИКОХ) – Алма-Ата: 1985.- С. 54-57.
3. *Вольф В.Г.* Статистическая обработка опытных данных.- М.: Колос.- 1966.- С. 124-162.
4. *Генкель П.А.* и др. О новом лабораторном способе диагностики жаро- и засухоустойчивости для селекции. //Физиология растений.- М.: МГУ.- 1979. Т.-17, №2.-С. 431-435.
5. *Гончарик М.Н.* Определение водообмена растений. /Биологические и агротехнические основы орошаемого земледелия.-М.: Наука,- 1983- С. 214-218.
6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта.- М.: Колос.- 1979.-С. 179-372.
7. *Зубкус О.П.* К вопросу выбора критериев оценки сортов яровой пшеницы на жароустойчивость. //Физиология адаптации растений к температурным условиям среды.- Л.: 1976.- С. 17-170.
8. *Иванов Н.Н.* Методы физиологии и биохимии растений. М.-Л.: Сельхозгиз, 1946- 78с.
9. *Ившин Е.И., Терёхина Л.Н.* Селекция картофеля на засухо- и жаростойкость в условиях юго- востока Казахстана. // Селекция и семеноводство картофеля, овощных и бахчевых культур в Казахстане. / Сб.научных трудов КазНИИКОХ.- Алма-Ата: 1981.-С. 5-10.
10. *Кушниренко М.Д.* Физиология водообмена и засухоустойчивости плодовых деревьев.- Кишинев, 1975.- С. 7-9.

11. *Лежепеков С.А.* Моя долголетняя работа по селекции картофеля. / Картофель и овощи. М.: 1962, №7.- С. 7-8.
12. *Логинов И.Я.* Изучение корреляционной зависимости между отдельными селекционными признаками у гибридов различных сроков созревания. // Селекция и семеноводство картофеля. / Сб. научных трудов НИИКОХ- М.: 1975, вып. 21.- С. 89-92.
13. *Маханько Л.А.* Временный ход ростовых процессов и формирование урожая у картофеля. Автореф. Канд. диссерт.- Белорус с.-х. академия.- Мн.: Горки.- 1972.- 25с.
14. *Маханько В.Л., Колядко И.И.* Оценка исходных форм картофеля по морфоструктуре куста и элементам продуктивности при селекции на скороспелость. // Картофелеводство. /Сб.научных трудов ВНИИК.- Мн.:1997. Вып.9.- С. 3-7.
15. *Мацков Ф.Ф.* Новый скорый метод распознавания живых, мертвых и поврежденных тканей зеленого растения. // Докл. АН СССР.- М.: 1936. Т. -1.- С. 107- 110.
16. *Методика исследований по культуре картофеля.* – М.: НИИКХ РСФСР- 1967.
17. *Методические указания по изучению мировой коллекции картофеля.*- Л.: ВИР – 1974.
18. *Методические указания по определению столовых качеств картофеля.*- Л.: ВИР.- 1975.
19. *Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля.*- М.: НИИКХ РСФСР- 1978.
20. *Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к бактериальным болезням, ризоктониозу, механическим повреждениям .*- М.: НИИКХ РСФСР – 1978.
21. *Методические указания по оценке новых сортов картофеля мирового сортименга.*- М.: 1978.
22. *Методические указания по определению иммунитета и сверхчувствительности селекционного материала картофеля к вирусам Х и У и полевой устойчивости.*
23. *Молиш Г.* Мнимая смерть растений. /Биологические очерки.- М.-Л.: Росиздат.- 1923.- С. 3-18.
24. *Мошняков Н.А., Ившин Е.И, Красавин В.Ф.* Засухо- и жаростойкость сортов картофеля в условиях Алматинской области. /Тематический сб.научных трудов по картофелеводству, овощеводству и бахчеводству в Казахстане.- Кайнар.- 1997.- С. 24-32.
25. *Мошняков Н.А.* Оценка исходного материала для селекции на жаростойкость и устойчивость к ржавой пятнистости клубней картофеля в условиях юго- востока Казахстана. /Автореф. канд. диссерт. Кайнар: 1997.- С. 10-16.
26. *Назар С.Г.* Корреляционная связь урожайности с её элементами у сортов картофеля в динамике их развития. // Перспективы развития научных исследований по картофелеводству. /Тез. докл. Научн. конф.- Мн. 1993.- С. 48.
27. *Новиков Ф.А.* Поведение различных видов и форм картофеля в засушливых условиях. /Вестник с.-х. науки.- М.:- 1940, №4.- С. 11-18.
28. *Онищенко О.И.* Селекция картофеля на Украине.- Киев: 1960.- 113с.
29. *Рейфман В.Г.* Природа ржавости картофеля.- М.: АН СССР. 1960.- 190с.
30. *Удовенко Г.В.* Характер защитно- приспособительных реакций и причины разной устойчивости растений к экстремальным воздействиям. // Тр. по прикл. бот. ген. и селекции.- 1973. Т. 49. №3.- С. 258- 268.
31. *Majty S.,Shaltryce B.N.* Growth attributes of potato and their interuaction stup with gield. /Potato Res.,- 1997, vol. 20, № 4, - P.341.

V.F. KRASAVIN

ASSESSING VIR POTATO GENETIC RESOURCES IN SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN AND THEIR USE IN BREEDING

Summary

On the basis of an evaluation of collection material of Vavilov All Russian Research Institute of Plant Industry during 1972-2005 the influence of environmental stress factors on growth and development of potato was conducted. New perspective potato varieties with complex resistance to stressful factors and widespread diseases were developed in southeast Kazakhstan maintaining long reproduction (7-10 years) in a zone of strong degeneration of potato.

УДК 635.21:631.521

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО СКРИНИНГА ГЕНОФОНДА КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ

к.с.-х. н. Горковенко М. Н.

ГНУ Майкопская опытная станция ВИР

Сорта, предназначенные для возделывания на юге России, должны быть адаптированы к конкретным условиям, обладать высокой экологической пластичностью, раннеспелостью, устойчивостью к жаре и засухе. Вместе с тем, они должны отличаться устойчивостью к вирусным, виroidным, микоплазменным, грибным инфекциям, цистообразующим нематодам, раку, обладать высокими потребительскими качествами, быть пригодными к промышленной переработке. Это задача сегодняшнего дня и обозримого будущего.

Работа с картофелем на Майкопской опытной станции ВНИИР началась в 1932 г. с изучения коллекции селекционных сортов, объем которой составлял примерно 100 образцов [16]. В дальнейшем количество образцов с каждым годом увеличивалось за счет поступления их из отдела клубнеплодов ВИР и других научно-исследовательских учреждений.

Научные исследования по картофелю проводились на станции в разные годы Н.А. Щибря, М. А. Щибря, Н. И. Зеленской, М. К. Рубашевской, Ю. А. Александровым, Л. И. Чесноковым и автором статьи.

Первоначально работа по изучению коллекции сводилась, в основном, к оценке ее по основным хозяйственно-ценным признакам. Испытание картофеля с 1936 г. ведется при двух сроках посадки - весеннем и летнем. С 1937–1939 гг. проводилось экологическое испытание одних и тех же сортов картофеля в семи пунктах (от 180 до 950 над уровнем моря). Ставилась цель не только дать оценку поведения изучаемым сортам картофеля в различных экологических условиях, но и установить микрорайоны в предгорной зоне, пригодные для семеноводства этой культуры в весенней посадке. Результаты опыта показали, что урожай от семенного материала с горных участков выше или равняется семенному материалу от летней посадки (репродукции Шунтук). Всего за довоенный период было изучено свыше 2000 образцов.

Накопленный за это время материал по изучению генофонда картофеля был уничтожен в период немецко-фашистской оккупации станции 1942–1943 гг., так что после оккупации работу фактически пришлось начать заново.

В послевоенный период ведется большая работа по восстановлению коллекции и продолжается ее агробиологическое изучение. С 1954 г. ежегодно в коллекционном питомнике изучали 300–900 образцов диких и культурных видов, сортов отечественной и зарубежной селекции, межвидовых гибридов селекции отдела клубнеплодов ВНИИР и других научно-исследовательских учреждений.

Территория станции расположена в зоне сильного распространения вирусных, виroidных, микоплазменных и грибных заболеваний. Поэтому одним из самых важных разделов, наряду с продуктивностью, становится оценка коллекции картофеля на пораженность этими болезнями и выделение устойчивых образцов.

Вредоносным и распространенным заболеванием картофеля на юге России является столбурное увядание, которое с 1937 г. приняло массовый характер. С этого времени на станции начинается изучение столбура и мер борьбы с ним. Особенно страдают от столбура весенние посадки картофеля, которые часто бывают поражены этой болезнью на 100%. В отдельные годы отмечено значительное распространение столбура даже в летних посадках. К. С. Сухов и А. М. Вовк (1945), изучая столбур пасленовых в Краснодарском крае, пришли к выводу, что основной причиной утончения ростков картофеля и связанного с ним увядания растений является поражение их этим заболеванием. Столбурный характер увядания картофеля в условиях предгорной зоны Северного Кавказа подтвердили опыты с прививками [10, 11, 12, 13, 14]. Л. Н. Трофимец изучил большую коллекцию диких и культурных видов, сортов и межвидовых гибридов на устойчивость к столбурному увяданию. Им проведено электронно-микроскопическое изучение препаратов столбурных растений. Выделены образцы, устойчивые к этому заболеванию. Результаты изучения послужили основой для публикации и защиты кандидатской диссертации [11,12].

Несмотря на высокую вредоносность, периодичность проявления столбура сильно затрудняет оценку устойчивости образцов картофеля к этому заболеванию. В южных условиях нитевидность ростков встречается гораздо чаще, чем типичные признаки столбура на растениях. Поэтому нами в качестве показателя для оценки устойчивости принята нитевидности ростков [7]. По результатам изучения 1996–2002 гг. слабо поражались нитевидностью ростков из группы ранних - Superior, Vittorini, Заря; среднеранних - *Ilse*, Зорька, Лира; среднеспелых - Синеглазка; среднепоздних и поздних - *Bartina*, *Proton* [8].

На развитие эпифитотий столбура, у возделываемых и дикорастущих растений, в большей степени влияют погодные условия. Сухая и жаркая погода с сильной инсоляцией благоприятна для размножения цикад и способствует вспышкам этой болезни. Прохладная же и сырая погода отрицательно сказывается на их развитии.

Статистическая обработка многолетних данных распространения столбура в Адыгее [7] показала, что основными прогностическими предикторами развития столбура могут служить: длительность солнечного освещения, сумма среднемесячной скорости ветра, число дней по нижней облачности и число дней с температурой 23°C и выше за период с апреля по июль. Эта зависимость выражается уравнением регрессии:

$$Y = -62,85 + 18,68 x,$$

где Y - ожидаемое распространение болезни %;

- 62,85 и 18,68 - коэффициенты регрессии;

x - суммарный индекс погоды.

К.А. Гусевой проведено изучение основных форм проявления вирусных болезней и столбурного увядания в условиях предгорной зоны Северного Кавказа. Выявлены их основные возбудители, доказан инфекционный характер этих заболеваний. Обобщенные результаты послужили материалом для публикаций, написания и защиты кандидатской диссертации [10]. В период с 1971 по 1990 гг. проводится более глубокое изучение коллекции картофеля на содержание латентных вирусов. Установлено, что в растениях примитивных культурных видов, форм *S. andigenum* преобладает вирус M, а в растениях форм *S. chilotanum*, селекционных сортов и межвидовых гибридов - вирус S. Вирус F имеет также широкое распространение среди коллекционных образцов (в среднем 60%) [4,5,6].

Проведено изучение малораспространенного, но очень вредоносного вируса мозаики люцерны на картофеле (ВМЛ). Впервые массовое проявление симптомов болезни

на картофеле было отмечено нами в 1980 г., когда коллекция диких видов была высажена по пласту многолетних трав (коллекционные питомники). Результаты визуальной оценки генофонда картофеля в количестве 157 образцов, выявили дифференциацию образцов диких видов по устойчивости к данному вирусу. Амплитуда баллов поражения от 1 до 9 баллов. Выявлено: относительно устойчивых образцов - 42 (26,7%), среднеустойчивых - 24 (15,3%), восприимчивых - 91 (58,0%). Оценка приведена по максимальному баллу поражения. Идентификацию вируса осуществляли на растениях индикаторах. Провести оценку селекционных сортов и межвидовых гибридов по устойчивости к ВМЛ не удалось из-за низкой степени проявления болезнетворного вируса (в среднем 2,4%). За 20 лет ВМЛ было поражено в разной степени 69 сортов и гибридов картофеля [9].

Вредоносность болезни изучали на 10 сортах и гибридах картофеля разных групп спелости. Потери урожая от ВМЛ на разных сортах и в разные годы составляла от 3,2 до 72,4%.

В последние годы особое внимание уделяется опасному заболеванию, распространенному в южных районах России и известному как готика. Это заболевание вызывается виридом веретеновидности клубней картофеля (ВВКК). Степень вредоносности болезни зависит от штамма вириода, погодных условий и генотипа сорта. Жаркая и сухая погода способствует ее проявлению. Во влажные и прохладные годы ВВКК может проявляться слабо, несмотря на наличие в клубнях вириода. В условиях станции в разные по метеорологическим условиям годы отмечено следующее количество больных образцов в %: 2000 – 12,6%, 2001 – 16,4%, 2002 – 17,1%, 2003 – 11,6%, 2004 – 8,2%, 2005 – 20,1%. При отборе селекционного материала на посадку ежегодно бракуются клубни веретеновидной и грушевидной формы. Таким образом, можно предположить, что на юге России патоген нашел свою экологическую нишу, тесно связанную с резервуарами в природе, и активно передается переносчиками. Климат также благоприятствует развитию болезни. Поэтому в южных районах предстоит долгая и кропотливая борьба с веретеновидностью.

Изучен видовой состав переносчиков вирусов и микоплазм [9, 10, 12]. М. А. Щибря предполагает, что цикада *Hyalestes obsoletus* Signe., является не единственным переносчиком, так как при сборах цикад на картофеле этот вид встречается единичными экземплярами среди большого количества цикад других видов [14]. Чередование засушливых периодов и периодов с избыточным увлажнением благоприятно для развития тлей-переносчиков вирусов. Миграция тлей в местных условиях на картофель начинается, в основном, с первой декады мая. Установлены два пика лета крылатых тлей: летний – во второй–третьей декадах июня (в отдельные годы в зависимости от метеорологических условий смещается на первую декаду июня или июля) и осенний - в первой–третьей декадах сентября. Последний бывает менее интенсивным, чем летний [9].

С 1948 г. широкое распространение получило грибное заболевание клубней картофеля – парша обыкновенная (возбудитель *Streptomyces scabies* (Thaxter) Jussow). Необходимо было детально изучить условия, способствующие развитию этой болезни; выявить устойчивые образцы; разработать меры борьбы. Ю. А. Александров успешно справился с этой задачей, выделив при этом образцы с комплексной устойчивостью к фитофторозу, макроспориозу и парше обыкновенной. Результаты изучения были опубликованы в печати и послужили основой для написания и защиты кандидатской диссертации [1,2].

В последние годы отмечается сильное поражение клубней картофеля паршой серебристой. Возбудителем болезни является гриб *Spondylocladium atrovirens* Harz. На поверхности клубней образуются серовато-буроватые, слегка вдавленные пятна. Симптомы заболевания особенно четко проявляются весной, так как поражение клубней и развитие болезни продолжается в период хранения. Фитопатологический анализ клубней на поражение паршой серебристой проводился в феврале. Результаты анализа свидетельствуют об отсутствии практически устойчивых образцов. Все изученные сорта

поражены этим заболеванием в средней и сильной степени. В средней степени поражаются сорта: Альпинист, Amigo, Calgary, Kardal, Tristar, Vokal и др.

В последние годы проблема вредоносности колорадского жука обострилась. Наблюдается быстрый рост его численности и вредоносности. В существующем сортименте картофеля практически нет сортов, устойчивых к колорадскому жуку. Они могли бы дать ощутимую хозяйственную и экономическую выгоду за счет сокращения больших затрат на проведение химических обработок. По нашим наблюдениям, слабо повреждались колорадским жуком сорта: Альпинист, Ариадна, Атлант, Белорусский 3, Брянский надежный, Зарево, Здабыток, Калинка, Ласунок, Луговской, Лыбидь, Накра, Наяда, Никулинский, Победа, Подарунок, Свитанок киевский, Сказка, Солист, Сузорье Успех, Barycz, Baszta, Vzura, Dunajec, Omulew, Triada, Vestulla.

На отдельном изолированном участке проведено изучение устойчивости к колорадскому жуку 66 образцов, представленных 20 видами, принадлежащими к восьми сериям по классификации С. М. Букасова [3]. На посадках картофеля химических обработок не применяли. Изучение диких видов проводилось на естественном фоне заселения растений колорадским жуком. С целью создания более жесткого провокационного фона схемой опыта предусматривалось последовательное чередование делянок селекционных сортов и диких видов. В качестве контроля взяты неустойчивый к колорадскому жуку сорт Майкопский и относительно устойчивый сорт Луговской. Результаты опыта (2002–2005 гг.) показали, что в полевых условиях совсем не поражаются и были устойчивы к этому вредителю образцы вида *S. pinnatisectum* к-18137, к-19158, к-23569, к-23571, к-23574, к-25253 и два межвидовых гибрида *S. pinnatisectum* × *S. commersonii* (к-19328 × к-18978), *S. vernei* × *S. alandiae*. Эти образцы могут представлять большой интерес в селекции, как исходный материал на устойчивость к колорадскому жуку.

Для южной зоны России, в том числе и для Адыгеи, актуальным является выведение сортов с коротким периодом покоя клубней, пригодных для двухурожайной культуры. Клубни, выращенные при ранней весенней посадке, сразу же после уборки (конец июня - начало июля) высаживают в поле с тем, чтобы собрать второй урожай. Для того чтобы добиться прорастания свежесобраных клубней, применяют различные приемы искусственного прерывания периода их покоя с помощью различных стимуляторов - тиомочевины, гиббереллина, роданистого калия, риндита и др. Эти методы сложны, громоздки и довольно дорогостоящие. Проведение их затруднительно для коллективных и фермерских хозяйств. Поэтому большое значение должно иметь использование сортов с коротким периодом покоя, у которых свежесобраные клубни способны прорасти без применения стимуляторов роста. Нами выделены сорта, у которых 65–100% клубней прорастают через месяц после уборки: Аксамит, Алмаз, Шунтукский двухурожайный Bekas, Ceza, Lena, Litina, Omulew, Prior, Uinston, Van Gogh, и др. Эти сорта можно использовать в качестве исходного материала для селекции сортов, пригодных для двухурожайной культуры или непосредственного использования в производстве.

Климатические условия юга России позволяют получать ранний картофель в конце мая – первой половине июня. Основная задача южного картофелепроизводства, по мнению Н. А. Щибри, сводится к тому, чтобы не только обеспечить продовольственным картофелем местное население, но и снабдить ранним картофелем в мае-июне промышленные центры северных районов страны и южные города курортной зоны [15]. При развитых транспортных системах доставлять картофель к местам основного и высокооплачиваемого потребления не составляет труда. При высокой цене на ранний картофель окупаются ручной труд, использование укрывных материалов и транспортные расходы.

Для получения раннего урожая пригодны очень ранние и раннеспелые сорта, способные дать урожай через 60–65 дней после посадки. Значительный интерес представляют сорта: Брянский ранний, Волжанин, Жуковский ранний, Ильинский,

Скороплодный, Снегирь, Удача, Успех, Утенок, Atica, Arosa, Cleopatra, Drop, Latona, Prior, Ukama.

За последние 10 лет нами изучено более 500 сортов картофеля. Выделены сорта по комплексу хозяйственно-ценных признаков, перспективные в качестве исходного материала для селекции. Среди них высокоурожайные и устойчивые к: вирусам и фитофторозу – Корона, Удача, Успех; вирусам, парше обыкновенной – Лира, Сказка, Adretta, Ania, Атлант, Balbina, Drop; фитофторозу, макроспориозу – Arkadia, Baszta, КТ-12 к-22900, Triada; фитофторозу, парше обыкновенной – Бородянский розовый; макроспориозу, парше обыкновенной – Accent, Kardal. Высокой продуктивностью и крахмалистостью обладают сорта устойчивые к: вирусам – Здабыток, Elles, Omulew, Vestulla; парше обыкновенной – Искра, Никулинский, Свитанок киевский; фитофторозу Amigo, Asaja.

К настоящему времени изучено свыше 6000 образцов. В результате многолетнего скрининга мировой коллекции картофеля были выделены и переданы в Государственное сортоиспытание ранний сорт Эпрон и среднеспелый сорт Мажестик, которые были районированы в Краснодарском крае в 1947 г. Путем клонового отбора из сорта Лорх выведен среднепоздний сорт Майкопский районированный в 1968 г. (авторы М. А. Щибря, Н. А. Щибря и П. И. Чесноков).

Таким образом в результате многолетнего скрининга мирового генофонда картофеля выделен ценный исходный материал с комплексом хозяйственно-ценных признаков, необходимый селекционеру для выведения высокопродуктивных сортов, способных адаптироваться к широкому диапазону варьирования абиотических и биотических стрессов в условиях юга России.

Литература

1. Александров Ю. А. Устойчивость видов, сортов и межвидовых гибридов картофеля к грибным болезням в условиях предгорной зоны Северного Кавказа: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд.с.-х.наук. Л.: ВИР, 1968. 35 с.
2. Александров Ю. А. Оценка устойчивости к основным заболеваниям и урожайности раннеспелых сортов картофеля в условиях Майкопской опытной станции //Тр. по прикл.бот., ген. и сел., 1973. Т.50. Вып.2. С. 85–90.
3. Букасов С. М. Принципы систематики картофеля //Тр. по прикл.бот., ген. и сел., 1978. Т.62. Вып.1. С. 3–35.
4. Горковенко М. Н. Вирусные и микоплазменные болезни картофеля и формы их проявления в условиях Краснодарского края //Научно-техн.бюл. ВИР. Л. 1976, Вып. 60. С. 64–66.
5. Горковенко М. Н. Устойчивый к болезням исходный материал для селекции картофеля на Северном Кавказе //Тр. по прикл. бот., ген. и сел., Л., 1980. Т. 66, вып.2. С. 117–121.
6. Горковенко М. Н. Раннеспелые сорта картофеля //Тр. по прикл. бот., ген. и сел., Л., 1986. Т.101. С. 117–121.
7. Горковенко М. Н. Прогнозирование столбура на картофеле в Краснодарском крае //Научно-техн. бюл. ВИР. Л., 1991. вып. 214. С. 25–30.
8. Горковенко М. Н. Устойчивость сортов картофеля к столбуру //Вестник защиты растений ВНИИЗР. СПб., 2006. С. 65–71.
9. Горковенко М. Н. Вирус мозаики люцерны на картофеле //Сб. научн. тр. КНИИОКХ. Краснодар, 2006. С. 242–252.
10. Гусева К. А. Инфекционное вырождение в предгорной зоне Северного Кавказа: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Л.: ВИР, 1963, 23 с.
11. Трофимец Л. Н. Изучение устойчивости диких и культурных видов картофеля к столбурному увяданию //Докл. ВАСХНИЛ. М., 1964, № 3. С. 14–17.

12. *Трофимец Л. Н.* Изучение исходного материала для селекции картофеля на устойчивость к столбуному увяданию и другим вирусным болезням в условиях предгорной зоны Северного Кавказа: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Л.:ВИР, 1964, 24 с.

13. *Щибря М. А.* Столбур картофеля в Краснодарском крае //В сб: Вирусные болезни сельскохозяйственных растений и меры борьбы с ними. М., 1964. С. 142–145.

14. *Щибря М. А.* Изучение столбура картофеля на Майкопской опытной станции ВИР //Научные труды МОС ВИР. Майкоп., 1964. вып. 3. С. 135-146.

15. *Щибря Н. А.* Вопросы южного картофелеводства, разрабатываемые на Майкопской опытной станции ВИР //Научные труды МОС ВИР, Майкоп., 1964. вып. 3. С. 125-134.

16. *Щибря Н. А., Щибря М. А.* Краткие итоги работы по изучению мировой коллекции картофеля //Научные труды МОС ВИР, Майкоп., 1964. вып. 3. С. 111–124.

M.N. GORKOVENKO

RESULTS OF MANY YEARS SCREENING OF POTATO GERMPLASM IN SOUTH OF RUSSIA

Summary

Results of many years evaluation of breeding varieties of VIR Potato Collection in conditions of the south of Russia are shown in this article. The long-term data of evaluation of potato cultivars on yield and other commercial traits, as well as on resistance to the most distributed and dangerous diseases (late blight, early blight, common scab silver scurf, viral, viroid and mykoplasmic diseases) are generalized. The evaluation was carried out on a natural infectious background. Cultivars with a complex of commercial traits which are of interesting for breeding and growing test in South of Russia are singled out and recommended for users.

УДК 631.529:635.20

К 80-ЛЕТИЮ «ПОЛЯРНОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВИР

Васильева Е.М

Филиал ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И.Вавилова «Полярная опытная станция

Научно-исследовательская работа по картофелю в Мурманской области началась на Хибинском опорном пункте в 1923 г. с первого же года его основания. Попытки выращивания картофеля вдоль строящейся железной дороги предпринимали рыбаки-поморы и поселенцы. Урожай клубней был ничтожно низким: один к двум, один к пяти. Следовало доказать и научно обосновать возможность выращивания этой культуры в Заполярье.

Для выделения продуктивных сортов использовали коллекцию картофеля, полученную из Бюро по прикладной ботанике, ныне ВНИИР. Работу проводили И.Г. Эйхфельд и М.М. Хренникова. В первый же год испытали 32 сорта, а через 10 лет - уже более 500 сортов. Выделили относительно скороспелые сорта: Вермонт, Эпикур, Кобблер, Ранняя роза, Снежинка и др. Они радикально не решали проблему сортимента картофеля для Мурманской области. Интродуцированные сорта, недостаточно скороспелые и с низкой товарностью урожая, не удовлетворяли всем требованиям северного картофелеводства. К тому же клубни при хранении интенсивно поражались грибами.

В производственных условиях картофель в Мурманской области стали возделывать со времени организации первых колхозов и совхозов, подсобных хозяйств. В 1930 г. посадили 16 га картофеля, в 1933 г. – 46 га.

Начиная с 1930 года, наряду с конкурсным сортоиспытанием коллекционных сортов, на Полярной станции широко развернулась синтетическая селекция картофеля. Коллекция активно пополнялась скороспелыми, заморозкоустойчивыми, крахмалистыми, устойчивыми к патогенам сортами и образцами видов картофеля, собранными экспедициями Н.И. Вавилова и его соратников. В 1932-1936 гг. супруги Веселовские – Иоиль Александрович и Мария Николаевна впервые в мире широко развернули селекционную программу межвидовой гибридизации картофеля. Наиболее ценным сортом, полученным в этот период с использованием сорта Юбель и образца *Solanum andigenum* Juz. et Buk., был среднеранний ракоустойчивый сорт Имандра с хорошим вкусом, с рассыпчатой мякотью. Позднее он был районирован в ряде областей и краёв бывшего СССР. Были получены относительно скороспелые и урожайные сорта: Полярная роза, Умптек, Хибинская черничка и др. Затем был создан крупноклубневый раннеспелый сорт Сестра Имандры. В результате изучения комбинационной способности супруги Веселовские выделили перспективные комбинации скрещивания для создания гибридов с ранним клубнеобразованием. Посредством межсортовых скрещиваний учёные получили ракоустойчивые сорта: Эпрон, Мурманский, Калитинец.

В Хибинах впервые были созданы сорта с коротким периодом покоя клубней: Хибины-3, Апатит, Хибинская скороспелка и Хибинский двуурожайный. В Средней Азии и Закавказье они давали по 2 урожая в год. Один из сортов был районирован в Ташкентской области.

А тем временем на севере самым крупным картофелеводческим хозяйством стало подсобное хозяйство «Индустрия». В 1935 г. картофель здесь возделывали на площади 65 га. Селекционеры, супруги Веселовские, отбыли на работу в г. Пушкин (ЛСХИ), а селекцией картофеля занимался А.М. Аникиев, с 1939 по 1949 гг. – Ф.И. Маньков. Тем временем, в 1940 г. в подсобном хозяйстве «Индустрия» картофель выращивали уже на площади 127 га, в 1942 г. – 292 га, в 1955 г. – 293 га.

Поля «Индустрии» стали базой для производственного испытания сортов картофеля, рекомендованных учёными ПОСВИРа. Первыми выращивали здесь сорта из коллекции (Пилот, Вермонт и др.), а с 1950 года – сорта, созданные в ПОСВИРе (Имандра, Хибинская синеглазка, Мурманский). В 1937–1948 гг. селекцией картофеля занималась Н.Н. Иванова, в 1949-1953 гг. – Н.С. Грандилевская, в 1954-1959 гг. – Гуральник Л.А., с 1950 по 1968 гг. – М.А. Вавилова. Затем исследования продолжили С.А. Аникина и А.М. Козелецкая, с 1985 г. – Г.Д. Мельничук.

Важным направлением селекции была заморозкоустойчивость картофеля с использованием культурного вида серии *Acaulia*, *Solanum curtlobum* Juz. et Buk. Были получены сеянцы, выдерживающие заморозки до $-3,2^{\circ}\text{C}$, но, к сожалению, как отмечал И.А. Веселовский, с ничтожным клубнеобразованием или вообще без урожая.

С начала 60-х годов прошлого века основной задачей селекции было создание раннеспелых заморозкоустойчивых сортов. Получены были сотни гибридов с видами серии *Acaulia* с урожаем от 200 до 700 граммов с куста. Тем не менее, они были далеки от сортов: имели некомпактное гнездо и длинные столоны. Исходным материалом для выведения раннеспелых сортов служили источники из коллекции раннеспелой группы, а также гибриды и сорта картофеля, выведенные в Хибинах. Сорт Имандра стал родоначальником широко распространённых на Крайнем Севере раннеспелых сортов Повировец и Хибинский ранний, созданных М.А. Вавиловой с коллегами. Эти сорта были внесены в Госреестр селекционных достижений России для практического использования. М.А. Вавиловой в 60-х годах прошлого века были созданы также ранние сорта - Полярный розовый, Заполярный, Белоснежка, Северянка Мурманская, Фантазия, получившие широкое распространение по всему бывшему СССР.

Популярностью своей они обязаны высокой урожайности (до 400 ц/га) и скороспелости (100-140 ц/га), крупным клубням, стабильности урожая. В связи с этим приступили к созданию семеноводческих питомников перспективных и районированных сортов оригинатора – ПОСВИРа. Сотрудники лаборатории картофеля провели большую работу по семеноводству сортов, снабжению ими картофелеводов страны. В частности, за последние годы оздоровили районированный сорт Хибинский ранний, посадки которого содержали до 40% растений, поражённых морщинистой мозаикой. Нами, совместно с доктором с.-х. наук Зыкиным А.Г., выявлены основные аспекты поражения вирусными болезнями мозаичной группы вирусов образцов коллекции поддержания всхожести. Энтомологические наблюдения выявили слабую степень заселённости картофельных посадок тремя видами тлей, возможных переносчиков вирусов. Проанализированы методом серологии десятки тысяч растений. Выявлены безвирусные образцы картофеля. Сделан вывод о более благоприятных условиях поддержания коллекции картофеля в Хибинах, чем в других климатических зонах страны.

Одним из важнейших аспектов развития картофелеводства является широкое использование мирового генофонда картофеля. На ПОСВИРе поддерживается и изучается в виде полевых посадок коллекций около трёх тысяч образцов. Их комплексная оценка проводится по скороспелости, продуктивности, устойчивости к основным болезням и вредителям, биохимическим показателям. Для использования в селекции выделяются источники хозяйственно-полезных признаков. Сорта картофеля, созданные на ПОСВИРе, востребованы в Северном и Северо-Западном регионах страны, на Дальнем Востоке.

В 70-х годах прошлого века урожайность картофеля в Мурманской области была 150-210 ц/га. К концу 80-х годов валовое производство картофеля составляло от 4 до 6,5 тысяч тонн. В 90-х годах площади под картофелем возросли до 635 га, а затем производственных посадок вообще не стало. Картофель активно выращивают огородники-любители. Сейчас в области площадь под огородами составляет около 3 тысяч га.

Из коллекции выделили около 150 зарубежных и отечественных сортов для селекции картофеля на скороспелость. Источниками скороспелости являются сорта из Германии: Адретта, Исна, Апис; отечественный сорт Вармас. При скрещивании их с сортом Хибинский ранний получены раннеспелые ракоустойчивые гибриды, превышающие по скороспелости и сорт-стандарт, Хибинский ранний, и компоненты скрещивания. Например, продуктивность перспективных гибридов 39/899, 21/8516 – на 16-30%, а средняя масса клубня – на 6% выше стандарта. За годы деятельности ПОСВИРа задачи селекции расширились. В связи с изменившейся фитосанитарной обстановкой в картофелеводстве Мурманской области актуальной стала селекция на устойчивость к фитофторозу. Карантинная служба выявила на юге Мурманской области, в Кандалакшском районе, очаги поражения золотистой картофельной нематодой на частных огородах. Эпифитотия фитофтороза в 2002 г. позволила оценить коллекцию сортов и гибридов на устойчивость к заболеванию. В результате выделили устойчивые и высокоустойчивые образцы картофеля. В процессе гибридизации в конце 90-х годов получили два среднеранних гибрида картофеля, устойчивых к фитофторозу. Использовали в качестве компонентов скрещивания сорта Умбра из Германии и отечественный Гибридный-14. По продуктивности они аналогичны стандарту, а по массе клубней уступают. Практическое значение имеет интродуцированный среднеранний сорт Детскосельский, устойчивый к фитофторозу в местных условиях.

Использование мировой коллекции картофеля помогло учёным ПОСВИРа решить проблему создания гибридов, устойчивых к карантинному вредителю, золотистой картофельной нематоды. Коллекция картофеля насчитывает около 100 зарубежных и отечественных нематодоустойчивых сортов скороспелой группы.

В связи с проблематичностью использования нематоцидов большое значение имеет создание и выращивание нематодоустойчивых сортов картофеля, как более экологически

чистого способа борьбы с вредителем, особенно учитывая, что проблема создания таких сортов в РФ стоит очень остро. В отечественном сортименте картофеля нематодоустойчивых сортов – менее 10% от общего числа включенных в Реестр для выращивания. Среди них практически нет образцов с ранним клубнеобразованием.

За годы исследований в результате гибридизации выделили посредством испытания в соответствующих НИИ 20 устойчивых и слабопоражаемых гибридов картофеля. Два из них, полученные в результате скрещивания сортов Кростар из Нидерландов и сорта ПОСВИРа Хибинский ранний, формируют урожай 380-430 ц/га с крупными, массой до 100 г, клубнями с высокими вкусовыми свойствами. Создан питомник скороспелых нематодоустойчивых коллекционных сортов и гибридов местной селекции по снабжению картофелеводов области.

За годы деятельности ПОСВИР в лаборатории картофеля изучили по основным биологическим и хозяйственно-ценным признакам около 10 тысяч образцов мировой коллекции этой культуры. Многие исследователи (И.Г. Эйхфельд, А.А. Ячевский, А.Г. Зыкин) пришли к выводу, что в местном климате, сходным с климатом горных районов Южной Америки – «родины» картофеля, вредоносность вирусов намного слабее, чем в средней полосе и на юге РФ. Этим, вероятно, обусловлена долговечность выращиваемых сортов. В коллекции ПОСВИРа удалось сохранить более 500 стародавних сортов и ценных селекционных образцов картофеля, утраченных в других НИИ.

В областях и республиках бывшего СССР на десятках тысяч гектаров выращивались и были районированы 7 сортов картофеля селекции ПОСВИРа. С 1927 г. картофелеводы рассылали семенной материал выделившихся из коллекции сортов в НИИ, колхозы, совхозы, огородникам, юннатам. Затем рассылали созданные в ПОСВИРе сорта картофеля. Всего за период деятельности ПОСВИРа лаборатория картофеля разослала почтовыми посылками и передала крупными партиями свыше тысячи тонн клубней. Учёные-картофелеводы получили от ПОСВИРа около 2,5 тысяч пакетов-образцов мировой коллекции картофеля и селекционных новинок ПОСВИРа.

Через отдел интродукции ВИРа в порядке обмена из лаборатории картофеля передали селекционным и опытным учреждениям более тридцати зарубежных стран свыше 200 образцов картофеля.

Заполярные селекционеры более десяти раз удостоились права экспонировать на ВДНХ перспективные и районированные сорта.

Как и прежде, сотрудники и лаборанты лаборатории картофеля продолжают планомерные исследования по поддержанию, изучению и использованию в селекции коллекционных сортов и видов картофеля; семеноводству; оценке гибридного материала и отбору гибридов с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

К сожалению, материально-техническая база ПОСВИРа не позволяет проводить углублённую комплексную оценку коллекционных и селекционных образцов картофеля. В частности, нет лаборатории для биохимических, агрохимических исследований; диагностического оборудования нового поколения для идентификации грибков и вирусов картофеля. Филиал расширяет семеноводческую работу для снабжения огородников-любителей Мурманской области, ежегодно реализуя для этой цели от 15 до 20 тонн семенного картофеля. Сотрудники станции консультируют сотни огородников лично, в местной, районной и областной печати, на сельскохозяйственных ярмарках, по радио и телевидению по всем вопросам возделывания картофеля и его сортимента.

Востребованы и сорта картофеля, созданные на станции в результате использования образцов мировой коллекции картофеля в региональной селекции этой культуры, а также рекомендации производству. А это способствует решению одной из главных задач – самообеспечению продовольственным картофелем.

ВИР И СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ В СИБИРИ

к. с-х. н. Дорожкин Б.Н., к.с-х.н. Дергачева Н.В.
Сибирский НИИСХ

Общеизвестно, что на всей территории бывшего СССР - нынешнем пространстве государств СНГ - селекция картофеля, как в научном, так и в практическом отношении, берет свое начало в ВИР. Она сформировалась, выросла и функционирует на основе использования и развития результатов его научной школы и мировой коллекции.

Сибирская селекция картофеля не является в этом плане исключением.

Н.И. Вавилов, его соратники С.М. Букасов, А.Я. Камераз [4–7] заложили основы научной селекции картофеля в нашей стране. Они воспитали школу последователей, сохранивших традиции ВИР и преумноживших научное наследие своих учителей [2; 3; 10; 13; 14; 16; 17].

Изучение уникального видового и сортового разнообразия картофеля на огромном пространстве, охватывающем 1/6 часть суши, позволило выделить ценные генетические источники для селекции в различных природно-климатических условиях и на их основе создать новые сорта.

Большую роль играет деятельность ВИР по созданию родительских форм (предселекции) за счет использования видового многообразия рода *Solanum* L. Особенно важны результаты предселекции для селекционеров Сибири, поскольку в регионе отсутствуют крупные специализированные центры по картофелю и работа ведется преимущественно в пределах вида *S. tuberosum*, на тетраплоидном уровне.

К истории селекции картофеля в Сибири

История картофеля как культуры в Сибири начинается с 1765 г., когда он был впервые завезен в Иркутск губернатором Фрауэндорфом. Селекционные работы здесь начались значительно позже – в XX веке: в Омске, Сибирском НИИ сельского хозяйства (СибНИИСХ) - с 1919 г., на Нарымской государственной селекционной станции (Томская область) - с 1938 г., на Кемеровской сельскохозяйственной опытной станции [9].

Селекционную работу с картофелем в СибНИИСХ начал Л.И. Венени, используя метод клонового отбора. С 1937 г., с приходом Л.В. Катина-Ярцева (рис. 1), стали использоваться классические методы гибридизации и отбора. Л.В. Катин-Ярцев закончил Петроградский сельскохозяйственный институт, руководил отделом селекции и семеноводства Ленинградской сельскохозяйственной опытной станции, а потом Ленинградской зональной опытной станцией картофельного хозяйства. Прогрессивный ученый, обладавший широкой эрудицией, поддерживавший тесные связи с С.М. Букасовым, А.Я. Камеразом, И.А. Веселовским, Лев Викторович с коллегами - Л.И. Ивановой (супругой), С.П. Антоновой создал серию ранних сортов: Седов, Ермак, Северянин, Омский ранний. Все они получены в результате скрещивания клона 1830 Ранней розы с сортом Катадин, рекомендованным в качестве родительской формы Л.В. Катину-Ярцеву (по его свидетельству) лично С.М. Букасовым. Отметим, что Катадин присутствует в родословной многих сибирских сортов – Колпашевского, Томича, Янги, Алены, Сентября, Иртыша 6, Красноярского раннего, Любавы и др.

Наиболее широкое распространение из омских сортов получил Седов (рис. 2), не только в Сибири и на Урале, но и в среднеазиатских республиках СССР, благодаря экологической пластичности, раннеспелости, высокой урожайности, устойчивости к вирусам, жаре и засухе.

С 1972 г. в СибНИИСХ расширены работы по исследованию сортообразцов мировой коллекции ВИР. Изучение генотипического разнообразия мировой коллекции, изменчивости признаков картофеля в условиях Западной Сибири, использование

отобранных форм в селекционной работе позволило разработать принципы и усовершенствовать методы селекционной работы в регионе, создать новые сорта (Омский ранний, Алена, Сентябрь, Лазарь, Алая заря, Хозяюшка и др.) [9].

В 1938 г. начата селекция картофеля на Нарымской государственной селекционной станции. В.А. Карповичем создан сорт-первенец - Нарымчанин (Полесский 36). Впоследствии Н.И. Рогачевым (рис. 3) с коллегами выведены сорта Нарымский ранний, Колпашевский, Идеал (рис. 4), Приобский, Нарымка, Венера и другие. В последние годы С.Н. Красниковым здесь созданы столовые сорта Янга, Томич, Памяти Рогачева, Накра (последний - в соавторстве с московскими и кемеровскими коллегами), Солнечный и др.

С 1972 г. в Сибирском НИИ растениеводства и селекции (СибНИИРС), расположенном в п. Краснообск, Новосибирской области, Г.П. Шушаковой проводилось изучение широкого набора сортов, гибридов, а также форм диких и культурных видов коллекции ВИР. Значительное количество этого материала изучено и проработано в селекционном процессе, в результате созданы сорта интенсивного типа Сир 9, Новосибирский ранний, а также Лина, находящийся в Госреестре РФ.

На Кемеровской сельскохозяйственной опытной станции О.А. Миллер в 50-х годах прошлого века отбором из сорта Волжанин получен сорт Кемеровский. В 80-х годах селекционные работы в Кемеровском НИИ сельского хозяйства (КемНИИСХ), сформированном на базе бывшей станции, расширены Л.С. Аношкиной, создавшей сорта Накра (совместно с ВНИИКХ, Нарымской ГСС), Любава (совместно с ВНИИКХ), Тулеевский, Удалец и др.

В 1949 г. на Тулунской государственной селекционной выведен сорт Тулунский 450. Из других сортов восточно-сибирской селекции упомянем, как более известные, Полет, Тулунский ранний, Маламур (Тулунская ГСС), а также Красноярский ранний.

Основные задачи селекции картофеля в Сибири

Основной задачей селекционной работы по картофелю в Западной Сибири является создание адаптивных к разнообразным условиям региона сортов различных групп спелости, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков. Среди них отметим, как приоритетные:

- стабильно высокую продуктивность в резко изменчивых климатических условиях региона;
- высокие товарные и столовые качества клубней;
- хозяйственную раннеспелость;

- относительную устойчивость к наиболее распространенным болезням и вредителям, а также негативным абиотическим факторам среды. При этом учитывается, что наиболее распространенными и вредоносными в регионе являются вирусные заболевания, фитофтороз, альтернариоз, ризоктониоз, парша обыкновенная.

В последние годы в регионе обострилась проблема нематоустойчивости в связи с распространением золотистой картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* Woll.

Генетические источники селекционного улучшения картофеля по отдельным признакам для условий Сибири

Селекционерами Сибири систематически изучаются образцы мировой коллекции картофеля с целью отыскания и включения в селекционные программы источников и доноров ценных признаков. Так, в СибНИИСХ, в условиях южной лесостепи Западной Сибири, в период с 1972 г. изучено около 2 тыс. сортообразцов картофеля из 40 стран: Австрии, Алжира, Аргентины, Беларуси, Бельгии, Болгарии, Бразилии, Великобритании, Венгрии, Германии, Дании, Индии, Китая, Мексики, Нидерландов, Перу, Республики Беларусь, США, Украины, Финляндии, Франции, Чехословакии и др. Большое количество сортообразцов мировой коллекции проработано Г.П. Шушаковой с коллегами в СибНИИРС, Л.С. Аношкиной в Кемеровском НИИСХ, С.П. Красниковым на Нарымской государственной селекционной станции. В результате выявлены и отобраны формы, представляющие ценность для селекции по важнейшим признакам, на их основе созданы

коммерческие сорта.

Ниже приводятся некоторые результаты изучения мировой коллекции ВИР сибирскими селекционерами-картофелеводами. При этом преимущественно использованы обзорные работы ученых СибНИИСХ, СибНИИРС, КемНИИСХ и др. научных учреждений [1; 8; 9; 11;12; 15].

Продуктивность и ее элементы

В условиях Новосибирской области высокой продуктивностью выделились сорта Абаканец, Волжанин, Волжский, Донской, Янтарный, Агат, Адвира, Анетт, Вармас, Идуна, Паво, Пеконик, Понта, Райнхорт, Спунта, Сузанна, Эпока и др.

В условиях Кузбасса для селекции на высокую продуктивность рекомендуются сорта Альтаир, Аксамит, Бежицкий, Бузим, Гранат, Елизавета, Жасмин, Жуковский ранний, Зарево, Луговской, Лукьяновский, Невский, Петербургский, Пригожий-2, Пост-86, Пролисок, Свитанок киевский, Удача, Янга, Агррия, Диамант, Космос, Эскаорт, Achat, Gasmin, Hilta, Kardinal, Escort, Liseta, Karlita, Nikita.

В СибНИИСХ наиболее высокопродуктивными образцами коллекции были Ермак, Зауральский, Кемеровский, МК 705/1, Омский ранний, Светица, Седов, Агат, Анко, Барака, Бианка ди базиликата, Гибрид 40579 (Польша), Голлога, Jo 0304 (Финляндия), Вера, Вилья, Гюноза, DDR 1/70541/4, Дианелла, Идуна, Карина, Катареказе, Клостар, Лара, Ленор, Лопец II, Мазур, Монтана, Оаксака, Пито, Полисянка, Понта, Радка, Ревену, Розовый (Алжир), Спунта, Туника, Фригга, 304-46 ВИР, 445-6 ВИР и др.

Повышенным количеством товарных клубней в условиях Омска характеризовались сорта Огонек, Полисянка, Агат, Амзель, Болько, Грата, Идуна, Колина, Куфри Неламани, Мазур, Менза, Радка, Ревену, Сервена, Светица, Туника. Как *крупноклубневые* сорта, отмечены Седов, Белорусский крахмалистый, Кемеровский, Огонек, Темп, Агат, Агора, Барака, Вилья, Войсен, Кеннебек, Монтана, Примура, Реалта, Рези, Спунта, Тира, Цита, Фригга. *Высокой товарностью клубней* (95% и более) отличались Агрономический, Бородинский, Гатчинский, Огонек, Омский ранний, Полисянка, Спутник, Таежный ранний, Южанин, Агат, Агора, Анко, Арран комет, Астилла, Барака, Войсен, Дорита, Дучсе, Карса, Кампа, Карла, Катареказе, Кеннебек, Куфри мутху, Майзе, Пассат, Ропта, Спунта, Скутелла, Тахибана, Хела, Цита.

Хозяйственная раннеспелость

В опытах СибНИИСХ ранней продуктивностью выделились: Абаканец, Агрономический, Алена, Алина, Весна белая, Детскосельский, Ермак, Жуковский ранний, Кабардинский, Любава, Мостовский, Невский, Омский ранний, Пушкинец, Седов, Самородок, Светлячок, Северянин, Тулунский ранний, Уральский ранний, Уральский сувенир, Атлантик, Берил, Ева, Клеопатра, Ламия, Латона, Линцер Фрюе, Рези, Темпора и др.

В условиях лесостепи Кузнецкой котловины в ранние сроки формировали товарный урожай сорта Алена, Жуковский ранний, Кемеровский, Полет, Приобский, Пушкинец, Тулунский ранний, Ausonia, Boubin, Carla, Darwina, Diamant, Fatima, Fiesta, Gasmin, Jesica, Joni, Karlena, Lutetia, Morene, Nordlicht, Ponto, Romano, Ute и др.

Многие из выделенных раннеспелых форм обладают комплексом хозяйственно-ценных признаков и, что очень важно для ранних сортов, пригодны для использования в гибридизации в связи с хорошими показателями энергии цветения, фертильности.

Содержание крахмала в клубнях

В условиях Новосибирской области высоким средним содержанием крахмала в клубнях выделились сорта Белорусский крахмалистый, Гатчинский, Донской, Имандра, Любимец, Полярный 88-11, Темп, Челябинский, Али, Амбассадер, Антарес, Антинема, Бомс Боденкрафт, Дареза, Кларк Унес 14, Либертас, Линеип, Мазур, Низа.

В условиях Кемеровской области высокую крахмалистость имели сорта Лазарь, Накра, Петербургский, Свитанок киевский, Сентябрь, Babett, Diamant, Fregata, Karlena, Krolisa,

Murosa, Saturna, Симфония, а также гибриды ВИР 93-104-02 и 95-26-2.

В СибНИИСХ среди сортов с высокой крахмалистостью отмечены: Алая заря, Белорусский крахмалистый, Бородянский розовый, Гатчинский, Донской, Житомирская, Зарево, Зов, Идеал, Лазарь, Ласунак, Лощицкий, Нарымка, Приобский, Ромашка, Свитанок киевский, Сентябрь, Смачный, Верба, Темп, Украинский ранний, Уфимец, Адретта, Ali, Amalfy, Ambassador, Antares, Antinema, Boms Bodenkraft, Certo, Clark Uness 14, DDR VI/70543/4n; Iduna, Froma, Lenape, Mazur, Nysa, Omega, Pito, Vestar Woodstar и др.

Содержание протеина в клубнях

В условиях Новосибирской области высоким содержанием белка в клубнях характеризовались сорта Лощицкий, Малахит, Челябинский, Али, Амбассадер, Бетека, Бомс Боденкрафт, Игор, Либертас, Линейп, Оса, Розафолия, Рапид, Флора чешская и др.

В условиях Омска у отдельных образцов среднее содержание белка превышало 2%. В эту группу входят сортообразцы: Белоярский, Искра, Кемеровский, Меревянский, Местный тарский, Огонек, Смачный, Седов, Carla, Chippeva, Clivia, Forte, Pentland Falcone, Prevalent, Trevor, MPI 49540/2, Pito и др.

Столовые качества

Среди сортообразцов коллекции СибНИИСХ выделены сорта и гибриды, отличающиеся как отдельными столовыми качествами, так и их комплексом. Так, нетемнеющую мякоть в сыром и вареном виде имели Белая ночь, Белорусский крахмалистый, Бородянский, Варсна, Омега. *Высокомучнистой мякотью* отличались Адретта, Белорусский крахмалистый, Верба, Идеал, Незабудка, Полесский розовый, Украинский ранний, Собра, Dorita, Omega, Thyга. *Хорошим вкусом* выделились Адретта, Белая ночь, Богатырь, Ермак улучшенный, Идеал, Икар, Незабудка, Полесский розовый, Bison, Bucuresti, Desiree, Hilda, Omega, Pentland Falcon, Ponto и др.

По сумме столовых показателей (запах, текстура вареных клубней, плотность мякоти, мучнистость, вкус, потемнение мякоти в сыром и вареном виде) в условиях Западной Сибири выделяются сорта Адретта, Алая заря, Алена, Белорусский крахмалистый, Белая ночь, Ермак улучшенный, Венера, Добрин, Идеал, Икар, Каскад, Лазарь, Лина, Полесский розовый, Свитанок киевский, Сентябрь, Темп, Аквила, Омега.

Энергия цветения, самофертильность, фертильность

Большинство районов Сибири отличается частыми засухами, резкими колебаниями температуры, и потому проблема энергии цветения и фертильности сортов приобретает особо важное значение в селекционной работе. В условиях Омска ежегодным цветением, образованием хорошо выполненных бутонов, обильным количеством фертильной пыльцы выделяются сорта Берлихинген, Веселовский 2-4, Идеал, Катюша, Лазарь, Местный тарский, Немешаевский поздний, Октябренок, Прикульский ранний, Сентябрь, Смена, Amsel, Aquila, Aurelia, Carla, Carpatin, Dobrin, Goliath, Grata, Jossing, Hera, Katahdin, Lucnica, Mariline, Parnassia, Priekulu Baltye, Prominent, Rebecia, Saphir, Vera, Wilja и др.

Обильным образованием фертильной пыльцы (70-90% фертильности) выделились Местный тарский, Немешаевский поздний, Прикульский ранний, Amsel, Carpatin, Dobrin, Jossing, Katahdin, Lucnica, Mariline, Saphir и другие сорта.

Особого внимания для селекционного использования в условиях региона заслуживают сорта, отличающиеся относительной устойчивостью к вирусным болезням и комплексом хозяйственно-полезных признаков: Веселовский 2-4, Местный тарский, Aquila, Amsel, Goliath, Grata, Dobrin, Jossing, Katahdin, Saphir и др.

Устойчивость к основным болезням и вредителям

Вирусные болезни. В условиях Новосибирской области отмечено отсутствие симптомов вирусных болезней (по результатам визуальной оценки) у сортов и гибридов: Абаканец, Лебяжинский, Огонек, Олев, Омский ранний, Оса, Паво, Петровский, Приобский, Адвир, Амбассадер, Амзель, Амзель 259 (12/3), Амзель 263 (13/8), Антарес,

Апта, Арго, Арран бард, Агат, Бинтье, Бреза, Игор, Вармас, Вилья, ВИР 66-966, ВИР 691257, ВИР 70-181, ВИР 71-64, Эхуд, Кветник, Прудаль, Реалта, Рассет руэрел, Сапфир, Сузанна, Тукуман 12, Урсула, Фиделио, Флора 8/63, Фрома, Хейг 5-1174, Хоккаяка, Эпока. Здоровыми по визуальной оценке и по результатам серологического анализа были Кандидат, Лощицкий, Островский, Adviga, Alma, Antares, Clivia, Nascor, Planet, Radka, Schwalbe. Комплексной устойчивостью обладали сорта Адретта, Dobrin, Horsa, Omega, Parnassia, Planet, Saphir, Woudstar, Wauseon.

В условиях Кузбасса относительную устойчивость к наиболее вредоносным болезням (вирусы, макроспориоз, фитофтороз) в сочетании с высокой продуктивностью продемонстрировали сорта Assia, Beroline, Boubin, Diamant, Darwina, Fiesta, Hilta, Lisera, Morene, Ponto, Roxu, Ute.

В условиях Омска полевой устойчивостью к основным вирусным заболеваниям отличались сорта Смак, Агат, Араци, Аурелия, Бетека, Брунелла, Эрбина, Джизера, Джаэрла, Галло, Мазур, Марилине, Рези, Сажавя, Техо, Тоска, Туника, Шпунта, Краль, Утила, Варта. Не имели скрытых мозаичных вирусов ХВК, SBK и MBK Amalfy, Cinko K., Conny, DDR I/70541/4, DDR VI/70543/4n, DDR VI/8032Lue60882/292n, Elke, Granit, Henia, K-6-12, Nagasaki Ake, Notec, Remedy, Runo, Синий картофель, Vandel Minea.

Ряд сортов - Агрономический, Адретта, Аквила, Амзель, Берлихинген, Богатырь, Волжанин, Камераз, Невский, Бизон, Седов, Дорита, Добрин, Катадин, Чиппева, Омега, и др. - обладает повышенной выносливостью к экстремальным условиям Западной Сибири. Эти сорта, происходящие от различных исходных форм, характеризуются также преимущественно толерантным типом реакции к вирусным заболеваниям. Как показал анализ селекционного материала, проработанного в СибНИИСХ за последние десятилетия, толерантная реакция сортов и гибридов передается потомству.

Фитофтороз. В Новосибирской области выделены устойчивые сорта Гатчинский, Гранат, Детскосельский, Донской, Зорька, Идеал, Исток, Кандидат, Кольцовский, Темп, Уральский, Лаймдота, Любимец, Пионер, Фитофтороустойчивый, Юбилейный, Агра, Агора, Алисма, Амбассадер, Анетт, Анко, Апис, АрENZA, Войсен, Влтава, Гиевонт, Грата, Добрин, Дорита, Эхуд, Эпока, Идуна, Колина, Краб, Корнелия, Мазур, Майзе, Мира, Низа, Омега, Пассат, Понта, Провита, Радка, Ребекка, Реалта, Робуста, Рейнхорт, Сафир, Саба, Себаго, Смак, Спекула, Спартан, Сулев, Сузанна, Тоска, Уран, Утила, Флава, Формат и др.

В условиях Кузбасса отмечена полевая устойчивость листьев к фитофторозу у сортов Бежицкий, Гранат, Зарево, Кемеровский, Красная горка (г. 272-87 СибНИИСХ), Лазарь, Лукьяновский, Луговской, Лыбидь, Невский, Петербургский, Романо, Сармэ, Свитанок киевский, Чародей, Agria, Diamant, San Jose, а также у гибридов ВИР 93-5-30; 93-104-02; 91-19-3; 95-29-4; 91-17-6; 93-196-6; 190-4. Одновременной устойчивостью клубней и листьев выделились сорта Гранат, Лыбидь, Луговской, Невский.

В Омской области относительно устойчивыми по листьям были Белорусский крахмалистый, Гатчинский, Немешаевский поздний, Огонек, Олев, Полисянка, Уральский ранний, Agora, Aquila, Amalfy, Aracy, Bolko, Breza, Decama, Donata, Donor, Dorita, Elenita, Element, Eпока, Fanal, Frila, Jo 0382 (Финляндия), Kolina, Kral, Kufri Nelamani, Lara, Leander, Lenor, Lucnica, Nascor, Prevalent, Prominent, Remedy, Rosling Castle, Runo, Sazawa, Tunika, Ursula. Относительной устойчивостью клубней на естественном фоне выделились: Белорусский крахмалистый, Венера, Воротынский ранний, Идеал, Колпашевский, Красная горка, Немешаевский поздний, Олев, Смена, Шершнеvский ранний, Уральский ранний, Dekama, Donor, Donata, Ehud, Elenita, Jo 0382 (Финляндия), Kufri Nelamani, K-8647 (Индия), Leander, Lucnica, Nascor, Prevalent, Prominent, Ursula, Reinhort, Rosling Castle, Runo, Tunika, Turista, Vestar.

Альтернариоз (ранняя сухая пятнистость). В условиях Кузнецкой котловины среди сортов, имеющих незначительное поражение листьев, выделены Бежицкий, Воловецкий, Jo 0382 (Финляндия), Jo 0382 (Финляндия), Кемеровский, Красная горка, Лазарь, Луговской, Пост-86, Пушкинец, Свитанок киевский, Escort, Romano, San Jose.

В СибНИИСХ в качестве относительно устойчивых к заболеванию форм отмечены: Аквила, Араци, Барака, Белоярский, Бианка ди базиликата, Бизон, Варта, Войсен, Декама, Дианелла, Донор, Дучсе, Ева, Зожа, Гюноза, Хения, Камераз, Кардиа, Куфри синдури, Куфри шакти, Линденхоф, Лорх, Лукница, МПИ 49540/2, Немешаевский поздний, Олев, Рената, Симбре, Синий картофель, Смачный, Сулев, Темп, Тоска, Уфимец, Фаналь, Фрила, Фуга, Элемент, Юбилея, Южанин, Ярла и др.

Парша обыкновенная. В опытах СибНИИСХ наименее поражаются заболеванием сорта Берлихинген, Веселовский 2-4, Ермак улучшенный, Искра, Зарево, Камераз, Местный тарский, Auriga, Arran Komet, Brunella, Cita, Element, Elenita, Formula, Gallo, Kaptah Vandel, Mazur, Nagasaki Ake, Oaxaca, Ora, Osa, Parnassia, Prevalent, Prudal, Smaragd, Spatz.

В условиях Кемеровской области выделены как относительно устойчивые сорта Алатау, Белая ночь, Елизавета, Ильинский, Накра, Полет, Ресурс, Стрелец, Томич, Diamant, Pikasso, San Jose.

Ризоктониоз (черная парша.) В Новосибирской области при испытании на искусственном инфекционном фоне устойчивыми к местной популяции ризоктонии были сорта Кардинал, Пушкинец, Сентябрь; относительной устойчивостью обладали Лина, Луговской, Невский, Свитанок киевский.

В опытах КемНИИСХ выделены сорта с повышенной устойчивостью к заболеванию: Алена, Бузим, Жуковский ранний, Зарево, Космос, Кемеровский, Красноярский ранний, Красная горка, Лазарь, Невский, Пролисок, Свитанок киевский, Седов, Синтез, Стрелец, Сузорье, Томич, Argia, Diamant, Romano, Irmgard, Fregata, Gasmin, Nikita, Picasso, San Jose. В условиях Омска выделены и рекомендованы для использования в скрещиваниях относительно устойчивые к ризоктониозу сорта Адретта, Алая заря, Алена, Ермак улучшенный, Импала, Лазарь, Луговской, Санте, Свитанок киевский, Сентябрь, Симфония, Романо.

Практическое использование коллекции картофеля ВИР в сибирской селекции

Уходят в прошлое первенцы сибирской селекции картофеля – Сибиряк, Седов, Северянин, Идеал, Полесский 36, Тулунский 450, Абаканец и другие, на их место приходят новые. В Государственный реестр РФ 2006 года по 10-му (Западно-Сибирскому) и 11-му (Восточно-Сибирскому) регионам включено 46 сортов. Из них 23 сорта создано сибирскими селекционерами: Алена, Антонина, Борус-2, Ермак улучшенный, Кемеровский, Красноярский ранний, Лазарь, Лина, Любава, Маламур, Накра, Нарымка, Памяти Рогачева, Полет, Приобский, Сентябрь, Солнечный, Стемлук, Томич, Тулеевский, Тулунский, Тулунский ранний, Удалец.

Сибирские сорта отличаются хозяйственной скороспелостью, выносливостью к неблагоприятным абиотическим факторам региона, высокими продуктивными и столовыми качествами.

Все сорта картофеля сибирской селекции созданы на основе использования мировой коллекции ВИР, вне зависимости от того, какому научному учреждению бывшего СССР принадлежит та или иная использованная при этом родительская форма. Известно, что все сорта картофеля на постсоветском пространстве, раньше или позже, в простых либо сложных многоступенчатых скрещиваниях, созданы с использованием сортов и видов коллекции ВИР.

Ниже приводятся сведения о происхождении ряда известных сибирских сортов. Сорт Нарымка создан с участием гибрида ВИР 6-650, в происхождении которого участвовали виды *S. demissum*, *S. antipoviczii*, *S. bukasovii*, *S. rybinii*.

Сорт Колпашевский получен от скрещивания Ранняя роза x Петровский (Г- 42). Петровский выведен на Петровской ГСС с использованием *S. demissum*: [*(S. demissum* × Катадин) × Зейдлиц] × Пепо. Сорт Идеал создан от скрещивания Нарымский ранний x Петровский (Г- 42).

Сорта Янга и Томич отобраны из популяции Веселовский x Идеал. Сорт Веселовский был

выведен в Ленинградском сельскохозяйственном институте, его происхождение: [(*S. demissum* × Пепо) × Катадин] × Розафолия.

Сорт Накра создан с участием видов *S. vernei*, *S. chacoense*, *S. andigenum*, *S. leptostigma*, *S. demissum*.

В родословной сортов Тулеевский и *Удалец* участвуют Чернский (материнская форма) и Толлокан (мексиканский сорт). Сорт Чернский получен от скрещивания 189-61 x Оберарнбахерфрюэ; в родословной гибрида 189-61 имеется *S. stoloniferum*.

В создании сортов Алена, Антонина, Кузнечанка, Лазарь, Памяти Рогачева, Сентябрь, Солнечный в качестве опылителя использовался сорт украинской селекции (УНИИКХ) Зарево, выведенный с использованием видов *S. andigenum*, *S. leptostigma*, *S. demissum*.

Сорт Лина получен в результате серии скрещиваний: Омега x {(Гатчинский × 238/18-9) x (*S. andigenum* × *S. rubinii*)} × Анко}.

Родословная сорта Красноярский ранний такова: {(Сафир × Катадин) × [(*S.* × Агра) × Камераз]} × ДТО-33. С участием сорта Камераз созданы также омские сорта Гарчанка и Утро омское, кемеровский сорт Любава и Нарымка (Нарымской ГСС).

Родословная раннеспелого столового сорта Алена селекции СибНИИСХ представлена на рис. 5.

Заключение

Селекционные работы по картофелю в Сибири, начатые в 1919 г. в Сибирском НИИ сельского хозяйства (г. Омск) Л.И. Венени, использовавшим метод клонового отбора, с 30-х годов были продолжены на более высоком научно-методическом уровне и расширены географически за счет создания сети селекционных учреждений, охватившей Омскую, Новосибирскую, Томскую, Кемеровскую, Иркутскую области. Наиболее интенсивное развитие эти работы получили с 70-х годов. Сегодня в Сибири трудится третье поколение селекционеров по картофелю.

Учеными СибНИИСХ, СибНИИРС, КемНИИСХ, Нарымской, Тулунской опытных станций и других учреждений созданы адаптированные к разнообразным условиям большого региона, удовлетворяющие запросы потребителя сорта: Алена, Антонина, Красноярский ранний, Лазарь, Лина, Любава, Накра, Сентябрь, Солнечный, Томич, Тулеевский, Тулунский ранний, Удалец и другие, сформулированы общие принципы и определены региональные приоритеты селекции картофеля [9].

Теоретическим и практическим руководством в работе сибирских ученых послужили фундаментальные труды Н.И. Вавилова, С.М. Букасова, А.Я. Камеразы, их коллег и последователей, разработавших научные основы селекции картофеля; основным источником ценных признаков для селекции - мировая коллекция ВИР и созданные в институте родительские формы межвидового происхождения. Методические рекомендации по изучению образцов мировой коллекции, а также систематическая информация ВИР о результатах изучения сортов, гибридов, форм, во всем их видовом разнообразии, позволили эффективно и согласованно вести испытание исходного материала.

Выходя за рамки обсуждаемой темы, отметим, что сохранение и активное использование мирового генофонда имеет более глубокий стратегический смысл, чем решение таких частных задач, как селекционное улучшение культуры картофеля (повышение продуктивности и качества клубней картофеля, борьба с болезнями, выносливость к неблагоприятным абиотическим факторам и т.п.). В условиях наблюдающегося во всем мире антропогенного воздействия, приводящего к уменьшению разнообразия форм животного и растительного мира, сохранение этого разнообразия в многочисленных *in vivo* и *in vitro* коллекциях дает возможность поддерживать необходимый биологический потенциал культур, противодействуя тем самым негативным глобальным процессам. Селекционная работа по расширению и обогащению генофонда сельскохозяйственных культур позволяет, кроме того, поддерживать необходимое

состояние генетической мобильности каждой культуры как с биологических, так и технологических позиций.

Широкое разнообразие форм – естественных и синтетических – бесценный источник сохранения картофеля и других культур, а также их трансформации в соответствии с запросами развивающейся цивилизации.



Рис. 1. Л.В. Катин-Ярцев



Рис. 2. Сорт Седов



Рис. 3. Н.И. Рогачев



Рис.4. Сорт Идеал

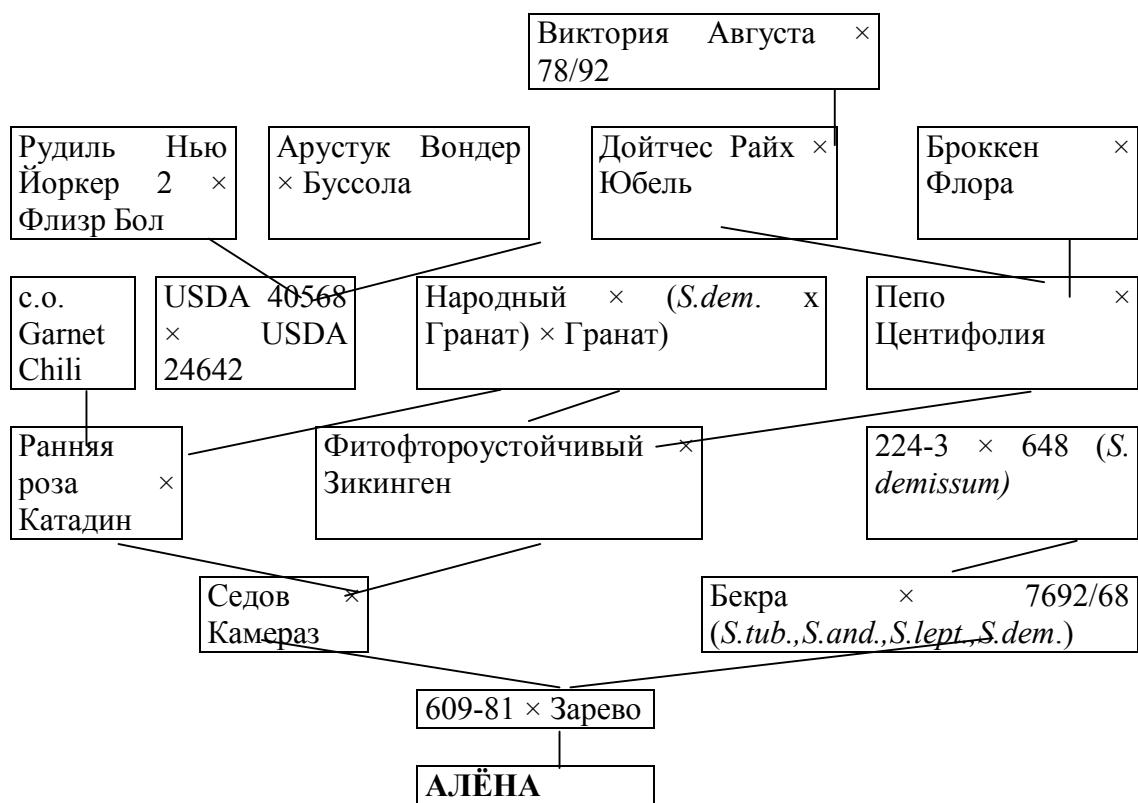


Рис 5. Родословная сорта картофеля Алена

Литература

1. Аношкина Л.С. Исходный материал для селекции картофеля в условиях лесостепи Кузнецкой котловины: Дис. на соиск. уч.ст. канд. с.-х. наук. 2003
2. Будин К.З. Генетические основы селекции картофеля / К.З. Будин. - Л.: Агропромиздат, 1986. 191 с.
3. Будин К.З. Генетические основы создания доноров *Solanum L.* СПб:ВИР. 1997. 40с.
4. Букасов С.М. Картофели Южной Америки и их селекционное использование: По Данным экспедиции Всесоюзного Института Растениеводства в Центральную и Южную Америку /С.М. Букасов.Л.: ВИР. 1933. 148 с.
5. Букасов С.М. Селекция картофеля / С.М. Букасов, А.Я. Камераз. М.: Огиз., 1948. 359 с.
6. Букасов С.М. Селекция и семеноводство картофеля / С.М. Букасов, А.Я. Камераз. Л.: Колос. Лен. отд., 1972. – 352 с.
7. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции / Н.И. Вавилов; АСХН им. В.И. Ленина. ВИР. НКЗ СССР. М.-Л.: Гос. изд-во совхозной и колхозной лит-ры, 1935. 60 с.
8. Дергачева Н.В. Селекционная ценность гибридных комбинаций картофеля в условиях лесостепной зоны Западной Сибири: Автореф. дисс. на соиск. уч.ст. канд. с.-х. наук. Новосибирск, 1991. 110 с.
9. Дорожкин Б.Н. Селекция картофеля в Западной Сибири: монография / Б.Н. Дорожкин; РАСХН СО. СибНИИСХ. Омск, 2004. 272 с.
10. Житлова Н.А. Некоторые итоги создания источников устойчивости к важнейшим патогенам картофеля / Н.А. Житлова // V съезд Всесоюз. о-ва генетиков и селекционеров: Тез. докл. М. 1987. Т. 4, ч. 3. С. 156–147.
11. Кадычегова В.И. Исходный материал для селекции картофеля в условиях южной Лесостепи Западной Сибири: Автореф. дис. на соиск. уч.ст. канд. с.-х. наук. Омск. 1991. 98 с.
12. Каталог-справочник видов и сортов картофеля / сост.: Г.П. Шушакова, А.Ф. Воронова, Г.М. Найденова; науч. ред. Г.К. Машьянова; ВАСХНИЛ. Сиб. от-ние.

СибНИИРС. Новосибирск, 1977. 36 с.

13..*Киру С.Д.* Генетические ресурсы картофеля ВИР – один из главных источников исходного материала для селекции // Материалы Междунар. юбил. науч.-практ. конф., посв. 75-летию Института картофелеводства НАН Беларуси: Науч. тр. Минск, 2003. Ч. I. С. 200–206.

14..*Киселев Е.П.* Селекция и семеноводство картофеля на Дальнем Востоке: монография, в 2-х частях / Е.П. Киселев, А.К. Новоселов; РАСХН ДВО ДальНИИСХ, ПримНИИСХ. Хабаровск, 2001. 326 с.

15. *Катин-Ярцев Л.В.* Итоги работ по селекции, семеноводству и агротехнике картофеля /Л.В. Катин-Ярцев // Вопросы земледелия в Сибири. М.: Госиздат сельхозлитературы, 1956. С. 135–156.

16. Культурная флора СССР. – Т. IX. Картофель / сост.: С.М. Букасов, В.С. Лехнович, Л.И. Костина, З.П. Жолудева [и др.]; под общ. рук. П.М. Жуковского. Л.: Колос, 1971. 445 с.

17. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля / С.М. Букасов, А.Г. Зыкин, А.Я. Камераз и др.; под ред. С.М. Букасова. Л.: ВАСХНИЛ. ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, 1976. 27 с.

B. DOROZHKIN,
N. DERGACHOVA

VAVILOV PLANT INDUSTRY RESEARCH INSTITUTE AND POTATO BREEDING IN SIBERIA

Summary

The fundamental potato works elaborated by N.Vavilov, S. Bukasov, A. Kameraz and by a great number of their colleagues and followers serve as a theoretical and practical guide for Siberian potato researchers up to now. VIR potato collection is primary and principal source of valuable genes for breeding work.

Potato breeding in Siberia has originated in 1919 in Omsk, at Siberian Agricultural Research Institute. Owing VIR activity, from 1930-es on it was spread geographically and improved methodically, principles of potato breeding and regional priorities are worked out.

At present, new potato varieties bred by researchers in Omsk, Tomsk, Kemerovo, Novosibirsk, Irkutsk and other regions of Siberia are grown on a large areas: Alyona, Antonina, Krasnoyarski ranni, Lazar, Lyna, Lyubava, Nakra, Sentyabr', Solnechni, Tomich, Tulunski ranni, Udalets etc.

УДК 635.21:631.527

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНОФОНДА КАРТОФЕЛЯ ВИР В СОЗДАНИИ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА, УСТОЙЧИВОГО К ВИРУСНЫМ БОЛЕЗНЯМ, ФИТОФТОРОЗУ, С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КРАХМАЛА

к-ты с.-х. наук **Козлов В.А., Русецкий Н.В., Чашинский А.В., Игнатова Н.М.**
НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

Важнейшим условием прогресса селекции является широкое и целенаправленное использование мирового генофонда картофеля, что позволяет создавать высокопродуктивные, устойчивые к основным болезням и вредителям сорта. Одним из основных источников расширения генетического материала в Республике Беларусь являются образцы сортов, межвидовых гибридов, диких и культурных видов картофеля из коллекции Всероссийского института растениеводства имени Н.И. Вавилова.

Материалы и методика исследований

Материалом для исследований послужили сорта, гибриды, дикие и культурные виды из коллекции ВИР, а также гибриды, полученные на их основе.

Изучение устойчивости коллекционных образцов к основным болезням проводили по «Международному классификатору СЭВ» [4].

Работа по созданию исходного материала, устойчивого к вирусным болезням, выполнялась согласно методике Амбросова А.Л. и др. [2].

Оценка устойчивости образцов к фитофторозу в полевых условиях, листьев и клубней в лабораторных условиях проводилась по методике: "Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням" [5].

Учет урожая и его структуры, определение содержания крахмала выполняли согласно «Методических исследований по культуре картофеля» [3].

Столовые качества клубней изучали по методике отдела клубнеплодов ВИР [6].

Статистическую обработку результатов исследований выполняли на ПЭВМ при помощи пакета прикладных программ "AB-Stat V-1.1", предоставленного Б.Ю. Аношенко (Институт генетики и цитологии НАН Беларуси), и с использованием общепринятых в биологии статистических методов [1].

Результаты исследований

За период с 2000 по 2001 гг. было изучено 52 сорта картофеля из коллекции ВИР различных групп спелости. По результатам исследований установлено, что более высокую урожайность показали сорта среднеранней и средней групп спелости. Наименьшей степенью варьирования данного признака характеризовались сорта средней группы спелости – 20,3%. У сортов ранней, среднеранней, среднепоздней и поздней групп коэффициент вариации по урожайности составил 33,2%; 25,7; 25,1; 39,5% соответственно.

По крахмалу сорта всех групп спелости показали довольно низкое его содержание и высокую степень варьирования. Наименьшим коэффициентом вариации характеризовались сорта поздней группы спелости (11,9%).

Высокую урожайность в условиях Республики Беларусь показали сорта Снегирь (46,8 т/га), Янсу (45,9), Победа (46,5), Latona (44,9), Scarlett (42,8), Obelix (39,9 т/га).

Превысили сорта-стандарты по содержанию крахмала следующие сортообразцы: Лазарь (18,0%), Сентябрь (15,5), Брянская новинка (15,9), Albatros (16,9), Kranich (16,2), Freika (16,7%).

Не имели внешних признаков поражения вирусными болезнями сорта Felicitas, Molli, Delikat, Felsina, Harpun, Bekas, Albatros, Adler, Grot, Ute, Simfonia, Алёна, Сентябрь, Сказка, Пранса, Брянский деликатес, Марс, Брянская новинка, Повинь, Акросия, Загадка, Белоусовский, Победа. Высокую устойчивость к фитофторозу по листьям и клубням показали сорта: Белоусовский (7 баллов по листьям и 9 баллов по клубням) и Сказка (8 и 8 баллов соответственно).

Хорошим вкусовыми качествами и не темнеющей мякотью в сыром и вареном виде характеризовались сорта: Felsina, Rosella, Albatros, Fasan, Simfonia.

В 2002–2004 гг. испытывались 24 сортообразца картофеля.

Наиболее высокую урожайность по результатам трехлетних испытаний показали сорта поздней группы спелости (59,5 т/га), однако они отличались и наибольшей степенью варьирования по данному признаку (16,8%). Высокую урожайность (51,7 т/га) и невысокий коэффициент вариации (12,7%) по урожайности показали сорта средней группы спелости. Ранние сорта характеризовались самой низкой урожайностью (44,1 т/га) и средним коэффициентом вариации (15,6%).

По содержанию крахмала, как и следовало ожидать, выделились сорта среднепоздней и поздней групп спелости. Однако по степени варьирования наименьшим коэффициентом вариации отличались сорта ранней и поздней групп спелости (9,4% и 6,1% соответственно).

Одной из наиболее важных характеристик сортов является их стабильность на протяжении ряда лет по основным хозяйственно-ценным признакам. Высокой урожайностью среди сортов ранней и среднеранней групп спелости отличались сорта КТ-12 (49,5т/га) и Бежицкий (50,4т/га), однако они имели самый низкий показатель стабильности (2,1 и 2,4). Высокую урожайность и стабильность по данному признаку показали сорта-стандарты Явар (58,8 т/га; 0,99), Лазурит (47,3 т/га; 0,75), а также изучаемые сорта Ильинский (43,3 т/га; 0,55), Anneli (38,5 т/га; 0,60), Asarella (42,4 т/га; 0,61), Марс (60,3 т/га; 1,03), Beluga (47,2т/га; 0,97). Наиболее высокую степень стабильности по урожайности в данной группе спелости показал сорт Скороплодный (0,06). В группе среднеспелых сортов высокой урожайностью и стабильностью по данному признаку отличались сорт-стандарт Скарб (48,0т/га; 0,62) а также сорта PiroI (45,4 т/га; 0,10), Melina (47,5 т/га; 0,16), Möwe (47,1т/га; 0,44). В группе среднепоздних и поздних сортов выделились сорта Raja (47,6 т/га; 0,30), Apart (47,8 т/га; 0,82), и сорт-стандарт Атлант (54,9 т/га; 0,81).

По крахмалистости среди ранних и среднеранних сортов средним содержанием крахмала и высокой стабильностью по данному признаку характеризовались сортообразцы КТ-12 (14,5%; 0,006), и Veto 28 (16,8%; 0,25), в группе среднеспелых сортов повышенное содержание крахмала и высокая стабильность данного признака по годам отмечена у сортов PiroI (16,6%; 0,11), и Олимп (17,7%; 0,41). Средним содержанием крахмала и высокой стабильностью по данному показателю отличались сорта Петербургский (15,9%; 0,61), Резерв (15,9%; 0,31) и Wiking (16,2%; 0,63). В группе среднепоздних и поздних сортов не один из испытываемых образцов по содержанию крахмала и его стабильности по годам не превысил сорт-стандарт Атлант (18,6%; 0,35).

В таблице 1 представлена характеристика сортов картофеля из коллекции ВИР, выделившихся по содержанию крахмала в клубнях в 2002–2004 гг.

Высокую устойчивость к фитофторозу по листьям (8 баллов) показал сорт Олимп.

Превысил сорт-стандарт по урожаю и имел относительно высокую (7–8 баллов) устойчивость к фитофторозу по клубням и листьям сортообразец Wolfram.

Визуальная оценка на поражаемость вирусными болезнями в полевых условиях показала наличие вирусов скручивания листьев, морщинистую мозаику и крапчатость у большинства испытываемых сортов. Не имели внешних признаков поражения вирусными болезнями сорта: Ильинский, Марс, Олимп, Петербургский, Beluga, Melina, PiroI, Apart, Sonate, Möwe.

Хорошие вкусовые качества и не темнеющую мякоть в сыром и вареном виде показали сорта: Ильинский, PiroI, Melina, Möwe, Sonate.

По комплексу хозяйственно-ценных признаков за период с 2000 по 2005 гг. выделилось 8 сортов (табл. 2), которые были рекомендованы в отдел селекции в качестве исходных форм.

В селекционных программах по созданию исходного материала картофеля, устойчивого к вирусным болезням широко использовались межвидовые гибриды 49Ж (*S. stoloniferum* × *Hero*), 40Ж (*S. megistacrolobum* × *Unvora*), источники устойчивости к вирусам Y и M (YVK и MBK), доноры устойчивости к патогенам (90-6-2, Лена, Буран и др.), любезно предоставленные сотрудниками отдела клубнеплодов ВИР, а также образцы диких видов картофеля из коллекции ВИР, выделенные по устойчивости к YVK, MBK и ВХК.

По данным испытания на полевую устойчивость к вирусам в условиях Беларуси среди изучаемых форм выделились образцы картофеля, не поражаемые MBK: 40Ж - среднеранний, продуктивность 850 г/куст, содержание крахмала 13,5%; 187Ж – среднеспелый, продуктивность 700 г/куст, содержание крахмала – 18,9%; 49Ж – поздний, продуктивность 930 г/куст, содержание крахмала – 17,6%.

Таблица 1. Характеристика сортов картофеля из коллекции ВИР, выделившихся по содержанию крахмала в клубнях, 2002–2004 гг.

Сорт	Группа спелости	Содержание крахмала	
		%	+ к стандарту
Стандарт Лазурит	ранний	12,5	-
Асарелла	-//-	14,7	2,2
Ильинский	-//-	16,2	3,7
Anneli	-//-	14,5	2,0
КТ 12	-//-	14,9	2,4
Стандарт Явар	среднеранний	14,7	-
Beluga	-//-	18,1	3,4
Veto 56	-//-	16,8	2,1
Стандарт Скарб	среднеспелый	12,8	-
Олимп	-//-	17,7	5,5
Резерв	-//-	15,9	3,1
Pirol	-//-	16,6	3,8
Möwe	-//-	16,1	3,3
Wiking	-//-	16,2	3,4
Melina	-//-	15,7	2,9
Петербургский	-//-	15,9	3,1
НСР ₀₅		1,8	

При испытании методом прививки выделившегося материала на иммунитет к МВК, образцов с данным типом реакции выявлено не было. Образец 49Ж обладает иммунитетом к УВК.

Гибрид картофеля 40Ж, выделенный по полевой устойчивости к МВК, включен в гибридизацию с формами, иммунными к УВК и ХВК, для получения исходного материала с устойчивостью к комплексу этих трех вредоносных вирусов. Получены перспективные межвидовые гибриды, которые проходят испытания в селекционных питомниках.

В результате гибридизации образца 90-6-2 с формой УУ.2, было получено гибридное потомство с продуктивностью от 850 до 1770 г/куст, содержанием крахмала 11,7-20,6% и хорошими морфологическими признаками клубней. Из данной гибридной популяции выделена исходная форма 39ху00-32, средней группы спелости, обладающая иммунитетом к УВК, высокой полевой устойчивостью к комплексу мозаичных вирусов и хорошими хозяйственно-ценными признаками (продуктивность 1160 г/куст, содержание редуцирующих сахаров – 0,25%, содержание крахмала 12,7%).

В селекционный процесс по созданию исходного материала картофеля, устойчивого к вирусам, вовлечены и используются образцы диких видов, оцененные по устойчивости к PVY, PVM и PVX. В настоящее время в селекционной проработке находятся двух-, трех- и четырехвидовые гибриды, характеризующиеся высокой степенью проявления признака устойчивости к вирусным болезням. Получен гибридный материал от скрещиваний иммунного к У-вирусу образца *S. chacoense* (3-41-5) с дикими видами *S. gourlayi*, *S. acaule*, *S. rybinii*, *S. demissum*, а также с межвидовыми гибридами.

При оценке популяций, полученных от скрещивания с участием выделенных по устойчивости к У-вирусу форм (искусственном заражении семян первого года в теплице), процент выбраковки восприимчивых семян был невысоким и составлял 2,4–25,1% (табл. 3). При беккроссировании двухвидового гибрида 147у04-6, полученного с участием формы *S. chacoense* 3-41-5 и образцом дикого вида *S. kurtzianum*, выделен ряд гибридов, обладающих продуктивностью свыше 1000 г/куст и хорошими морфологическими признаками клубня (форма, размер, глубина залегания глазков).

В работе по созданию нового исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу, использовались клоны диких видов картофеля *S. demissum* k-19080, k-19074; *S. stoloniferum* k-17152; *S. verrucosum* k-8482, k-19378, *S. polytrichon* k-20086; *S. vernei* k-

1859, к-10554 и культурного вида *S. andigenum* к-10398 с устойчивостью к фитофторозу листьев 7,0-8,7 балла. С участием линий этих образцов в течение 2003-2005 гг. выполнено более 200 комбинаций скрещиваний. Получены двух-, трех- и четырехвидовые гибриды, обладающие высокой устойчивостью к фитофторозу как по листьям, так и по клубням в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками. Характеристика перспективных образцов представлена в таблице 4.

Таблица 2. Характеристика сортов картофеля из коллекции ВИР, выделившихся по комплексу хозяйственно-ценных признаков (2000-2005 гг.).

Сорт	Урожайность		Содержание крахмала		Устойчивость к фитофторозу, балл		Устойчивость к вирусам, балл
	т/га	+ к стандарту	%	+ к стандарту	листья	клубни	
Среднеранние сорта							
Стандарт Явар	35,7	-	11,4	-	1,0	3,0	7,0
Сказка	66,1	30,4	14,1	2,7	8,0	8,0	9,0
Нарпун	42,9	7,2	17,2	5,8	1,0	3,0	9,0
Среднеспелые сорта							
Стандарт	38,5	-	11,1	-	1,0	3,0	9,0
Скарб							
Мастер	50,4	11,9	15,3	4,2	1,0	3,0	9,0
Явир	48,7	10,2	13,3	2,2	1,0	3,0	7,0
Adler	48,3	9,8	16,3	5,2	1,0	3,0	9,0
Среднепоздние сорта							
Стандарт	29,5	-	15,4	-	1,0	3,0	6,5
Ласунок							
Белоусовский	43,0	13,5	16,9	1,5	7,0	9,0	9,0
Ute	39,4	9,9	16,6	1,2	1,0	3,0	9,0
Поздние сорта							
Стандарт	54,9	-	18,6	-	8,0	3,0	8,0
Атлант							
Wolfram	74,5	19,6	16,9	-1,7	8,0	7,0	9,0

Для использования в селекционных программах на фитофтороустойчивость сотрудниками отдела клубнеплодов ВИР были также любезно предоставлены 10 сложных межвидовых гибридов, полученных на основе видов *S. stoloniferum*, *S. microdontum*, *S. acaule*, *S. bulbocastanum*, *S. spengazini*, *S. andigenum*, *S. rybinii*, *S. phureja*.

При изучении данных образцов по устойчивости к фитофторозу в условиях Беларуси нами был выделен гибрид 90-7-7 с устойчивостью по листьям 6,2 балла, по клубням - 7,3 балла, урожайностью 480 г/куст и содержанием крахмала 14,2%. созданный с участием видов *S. andigenum*, *S. rybinii* и *S. stoloniferum*. Остальные образцы были отнесены к группе средне- или низкоустойчивых (1-5 балла).

Гибриды 90-7-7, 93-5-30, 90-6-2 и 93-169-3 были вовлечены в селекционный процесс. Получены перспективные формы, обладающие относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу листьев и клубней урожайностью свыше 1000 г/куст и содержанием крахмала 15-20 %.

На основе образцов вида *S. andigenum* А1937, А1982, А1937 и межвидового гибрида А2402-8 были получены исходные формы с устойчивостью к фитофторозу в 7-9 баллов и содержанием крахмала 18-23%. Дальнейшее использование данных гибридов в селекции на высокое содержание крахмала позволило получить популяции, в которых процент

высококрахмалистых форм составил от 21,7 до 52,4 (табл. 5). Для дальнейшего изучения отобран 71 гибрид с содержанием крахмала свыше 20%.

Таблица 3. Характеристика гибридных популяций, полученных с участием устойчивого к PVY образца *S. chacoense* (3-41-5)

Популяция	Происхождение	p	q	s	Vp, %	S _p	p±t ₀₅ S _p
264ху04	25ху80-25 × 47му01-1 (<i>S. grl.</i> × <i>S. chc.</i>)	0,03	0,97	0,17	34,0	0,015	0,1-5,9
261у04	K-62-13 × 47му01-1 (<i>S. grl.</i> × <i>S. chac.</i>)	0,07	0,93	0,26	51,0	0,023	2,4-11,6
115х04	<i>S. vrn.</i> 41/30-1 × 96х01-3 (<i>S. acl.</i> × <i>S. chc.</i>)	0,03	0,97	0,17	34,0	0,15	0-6,0
240у03	147у01-2 (<i>S. ryb.</i> × <i>S. chac.</i>) × <i>S. vrn.</i> (4125-6)	0,11	0,89	0,31	62,6	0,072	3,1-25,1
150d02	<i>S. dms.</i> 175405 × <i>S. chc.</i> 3-41-5	0,05	0,95	0,22	43,6	0,04	3,1-12,2

Примечание: p – доля пораженных растений, q – доля здоровых растений, s – стандартное отклонение доли, Vp – коэффициент вариации, S_p – ошибка выборочной доли, p±t₀₅S_p – доверительный 95% интервал, *S. grl.* – *Solanum gourlayi*, *S. chc.* – *S. chacoense*, *S. vrn.* – *S. vernei*, *S. rub.* – *S. rybinii*, *S. acl.* – *S. acaule*.

Таблица 4. Характеристика перспективных гибридов по устойчивости к фитофторозу, продуктивности и содержанию крахмала, полученных с участием диких и культурных видов из коллекции ВИР.

Селекционный номер	Устойчивость к фитофторозу, балл		Содержание крахмала (%)	Продуктивность, г/куст	Образцы диких/культурных видов, используемых в гибридизации (№ по каталогу ВИР)
	листья	клубни			
80-00-19	7	7,0	18,4	1180	k-17152, k-20086
191-99-1	7	6,8	12,2	800	k-19080, k-10398
159-99-47	7	5,5	15,6	880	k-19080, k-10398
80-00-10	7	4,3	15,6	840	k-17152, k-20086
71-99-3	7	4,0	18,8	640	k-19074, k-1859
80-00-7	7	3,4	16,9	960	k-17152, k-20086
73-99-6	5	8,0	12,4	525	k-19074, k-10554

Таким образом, широко используя генофонд сортов, диких, культурных видов, межвидовых гибридов, поддерживаемых в отделе клубнеплодов ВИР, можно создавать перспективный исходный материал для селекции сортов различного народнохозяйственного назначения.

Таблица 5. Характеристика родительских форм и потомства, полученного на основе образцов вида *S. andigenum* из коллекции ВИР по содержанию крахмала

Гибридная популяция	Содержание крахмала родительских форм, %			Потомство				
	♀	♂	x ♀♂	Среднее содержание крахмала, %	Распределение гибридов по содержанию крахмала, %			
					<15%	15-18%	18-20%	≥ 20%
203235	19,0	18,7	18,6	17,1	-	55	22	33
203180	18,5	18,2	18,3	19,2	-	28	32	40
20346	18,2	18,5	18,3	18,4	20,5	30,7	17,9	30,9
20396	21,7	19,2	20,6	19,7	-	22,2	25,4	52,4
203157	17,6	18,6	18,1	18,5	10,1	28,8	22,0	39,1
203177	18,6	18,6	18,6	20,7	-	21,4	38,4	40,2
203146	18,7	18,3	18,5	18,4	-	30,2	48,1	21,7
203170	18,6	18,3	18,4	19,7	-	37,0	14,8	48,2
203185-8	18,2	18,2	18,2	19,4	23,0	15,3	25,3	36,4

Литература

1. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск.: Выш. Школа, 1973. С. 246-248.
2. Методические указания по созданию и оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к штаммам вирусов: / Сост. Амбросов А.Л., Блоцкая Ж.В., Счасленок Е.М. и др. 1983. 16 с.
3. Методика исследования по культуре картофеля. М.: Колос. 1967. 225 с.
4. Международный классификатор СЭВ. Л. 1984. 43 с.
5. Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням:
6. Метод. рекомендации / БелНИИ картофелеводства и плодоовощеводства; Под ред. Н.А. Дорожкина, В.Г. Иванюка. Минск, 1987. 95 с.
7. Методические указания по определению столовых качеств картофеля / ВИР.; Сост С.М.Букасов, Н.Ф. Бавыко Л.И. Костина и др. Л. 1975. 15 с.

V. KOZLOV,
N. RUSSETSKI,
A. CHASHINSKI,
N. IGNATOVA

THE USE OF GENETIC RESOURCES FROM POTATO COLLECTION OF N.I. VAVILOV INSTITUTE OF PLANT INDUSTRY IN PARENTAL LINE BREEDING WITH RESISTANCE TO VIRUS DISEASES, LATE BIGHT AND HIGH STARCH CONTENT

Summary

The article presents of results evaluation of potato varieties and hybrids from collection of N.I. Vavilov Institute of Plant Industry by complex of agronomical characters in conditions of Belarus. On the base of wild and cultivated species, interspecific hybrids potato parental line breeding with resistance to virus diseases, late blight and high content of starch were bred.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ВСЕРОССИЙСКОГО ИНСТИТУТА РАСТЕНИЕВОДСТВА ИМ. Н.И. ВАВИЛОВА (ВИР) В СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ В БЕЛАРУСИ

Кандидаты с./х. наук **Колядко И.И., Незаконова Л.В., Маханько В.Л.**
НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

Селекция картофеля в Беларуси на протяжении всей своей истории неразрывно связана с ВИР. Уже в 1925 г. по предложению Н. И. Вавилова на базе совхоза «Лошица 1» было открыто Белорусское отделение Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур, где под руководством В.В. Суворова (1926–1929 гг.) проводились широкие исследования по изучению ботанических признаков и биологических особенностей большой коллекции культурных и диких видов картофеля и были выделены в условиях Беларуси наиболее урожайные сорта картофеля: ранние – Коблер и Эпикур, среднеранний – Эйгенхеймер, поздние Вольтман, Бинтье и Пепа.

Сортоиспытания картофеля с широким использованием коллекции ВИРБиНК проводились и в других научных учреждениях республики.

С образованием в 1928 г. Центральной картофельной станции, которая позже была реорганизована в Белорусскую зональную картофельную опытную станцию, в Беларуси стали заниматься селекцией картофеля. На станции была собрана уникальная по составу коллекция, в которую вошли 1844 образца культурных и диких видов картофеля и 160 образцов, собранных в разных районах БССР. Перед селекцией была поставлена задача по выведению урожайных, более скороспелых сортов со средним содержанием крахмала и удовлетворительной лежкостью. Предварительные скрещивания в этом направлении в пределах вида *Solanum tuberosum* L. были выполнены в 1929–1931 гг. Т.В. Асеевой и А.Ф. Демидовичем и продолжены П.И. Альсмиком, который начал работу на этой станции в 1931 г. и возглавил в дальнейшем селекционную работу в Беларуси. Первый отечественный сорт Белорусский 5780, полученный П.И. Альсмиком от скрещивания сортов Модель × Альма, был районирован в Белоруссии в 1939 г. и получил широкое распространение на приусадебных участках под названием Рекордка, Пятсотка, Урожайная красная, Устойчивая и др.

Однако на основе только внутривидовой селекции нельзя было разрешить многие важнейшие проблемы, в первую очередь, проблему устойчивости к болезням и вредителям. После открытия в Южной Америке советской экспедицией под руководством С.М. Букасова большого числа новых культурных и диких видов картофеля были развернуты работы по использованию их в селекции, в том числе и на Белорусской зональной опытной станции. Большая работа под руководством С.М. Букасова по изучению и предварительной оценке отдельных видов и форм картофеля была проведена Г.Д. Нестеровичем (1931–1933 гг.). В результате межвидовой гибридизации им были получены гибриды с перуанским видом *Solanum andigenum* Juz. et Buk. с содержанием крахмала до 25% и урожайностью на уровне стандартных сортов. С использованием вида *S. andigenum* (f. *beruntum*) им был создан сорт картофеля Белорусский 746–36, районированный в республике в предвоенные годы.

Для Беларуси, учитывая ее природно-климатические условия, актуальным всегда оставался вопрос устойчивости сортов к фитофторозу. Поэтому в значительных размерах в гибридизационной работе уже с 1935 г/ П.И. Альсмиком использовался вид *Solanum demissum*, различные его формы и селекционные сорта, полученные на его основе в других научно-исследовательских учреждениях. Вид представлял интерес и для селекции сортов с высоким содержанием крахмала. Уже в 1937 г. методом беккроссов были получены первые гибриды, сочетающие устойчивость к фитофторозу с высоким содержанием крахмала. А с

участием сорта Фитофтороустойчивый 8670 (автор И.И. Пушкарев) были получены ракоустойчивые сорта Трудовой, Звеньевой, Агрономический, Партизан, возделывавшиеся в Беларуси в послевоенные годы. В 60-е годы в Беларуси были районированы сорта Лошицкий, Разваристый, Темп, в происхождении которых участвовал фитофтороустойчивый сорт Олев. При скрещивании двух демиссоидных гибридов получены сорта Бекра, Белорусский крахмалистый.

После образования в 1956 г. Белорусского научно-исследовательского института плодоводства, овощеводства и картофеля селекция картофеля велась в направлении выведения раннеспелых, столовых, нематодоустойчивых, с повышенным содержанием крахмала, белка, технических и кормовых сортов картофеля. Сотрудниками отдела селекции картофеля, возглавляемого П.И. Альсмиком, были продолжены работы по изучению и использованию в гибридизации культурных и диких видов картофеля. Так, И.А Семеновой были изучены более 30 форм и разновидностей вида *S. demissum*, выделены формы с комплексом хозяйственно-ценных признаков и на их основе получены гибриды с содержанием крахмала до 35% и сырого протеина до 6%. Созданные ею сорта Садко, Селена, Соната, Соколенок связаны по своему происхождению с *S. demissum*.

Использование в гибридизации Н.Г. Томчук вида *S. andigenum* в направлении получения гибридов с повышенным содержанием протеина, крахмала, устойчивости к картофельной нематоде завершилось созданием сорта Ласточка, характеризующегося низким содержанием редуцирующих сахаров и повышенным в пределах 2,3–2,5% протеина, сорта Орбита и нематодоустойчивых сортов Сож, Нарочь, Двина, в происхождении которых участвовали также виды *S. demissum*, *S. multidissectum*, *S. kurtzianum*.

Начиная работу по селекции нематодоустойчивых сортов картофеля, Л.А. Пантюхина в качестве исходных родительских форм наряду с сортами иностранной селекции, гибридов видов *S. demissum*, *S. curtilobum* и *S. leptostigma* в скрещиваниях широко использовала устойчивые к картофельной нематоде образцы видов *S. chacoense*, *S. subtilius*, *S. tarijense*, *S. microdontum*, *S. velascanum*, *S. brevicaulis*, *S. leptophyes*, *S. catarthrum*, *S. vernei*, *S. brevicaulis*, *S. famatinae*. Созданные на их основе межвидовые гибриды обладали устойчивостью к фитофторозу, характеризовались высокой урожайностью, повышенной крахмалистостью и хорошими вкусовыми качествами и широко использовались другими селекционерами в качестве исходных родительских форм.

Изучением хозяйственно-ценных признаков у культурных видов *S. phureja*, *S. chaucha*, *S. goniocalyx*, *S. rybinii*, *S. boyacense*, *S. kesselbrenneri* занималась С.Н. Купчина. Большинство полученных с участием этих видов межвидовых гибридов характеризовались высоким содержанием белка, а гибриды *S. stoloniferum* – высокой устойчивостью к фитофторозу.

Я.Д. Демидко, кроме видов *S. phureja* и *S. rybinii* использовала в гибридизации виды *S. chacoense*, *S. kesselbrenneri*, *S. curtilobum*, *S. goniocalyx*, в результате чего были получены гибриды с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Необходимые для селекционной работы образцы различных культурных и диких видов картофеля, межвидовых гибридов, созданных в ВИРе, поступали по заявкам селекционеров в виде семян, а также клубней. Постоянно шло пополнение новыми отечественными и иностранными сортами коллекции культурных сортов картофеля. В результате тесного творческого сотрудничества белорусских селекционеров с сотрудниками ВИРа были созданы сорта Сож, Нарочь, соавтором которых является Морозова Е.В. Сорта Орбита, Архидея, Талисман получены с использованием межвидовых гибридов Н.А. Житловой.

Оценка сложных межвидовых гибридов селекции ВИР в пробных скрещиваниях

Постоянно растущие требования к новым сортам картофеля, в основном по устойчивости к болезням и вредителям, заставляют селекционеров все шире вовлекать в скрещивания гибриды сложного межвидового происхождения, которые, как правило, отличаются позднеспелостью.

На протяжении ряда лет в коллекционном питомнике выделился среднепоздний, высокоурожайный, высокоустойчивый к вирусным болезням гибрид селекции ВИР ж.78.496-07, имеющий сложное межвидовое происхождение с участием видов *S. tuberosum*, *S. andigenum*, *S. demissum*, *S. bulbacastanum*. Для возможности дальнейшего использования данного образца в селекции были проведены пробные скрещивания с последующей оценкой гибридного потомства по комплексу хозяйственно-ценных признаков (табл. 1).

Наиболее скороспелое потомство было получено в гибридных популяциях Явар х ж.78.496-07 и Карлена х ж.78.496-07, по урожайности выделились комбинации Карлена х ж.78.496-07 и 861092-18 х ж.78.496-07.

Далее по схеме неполного топкросса были оценены эффекты общей комбинационной способности (ОКС) гибрида картофеля ж.78.496-07 в качестве тестера по комплексу хозяйственно-ценных признаков (табл. 2). Было установлено, что гибрид хорошо передает потомству такие признаки, как содержание крахмала, количество клубней и округлую форму клубня. На основании полученных результатов гибрид картофеля ж.78.496-07 рекомендуется нами как донор хозяйственно-ценных признаков в селекции.

В последующей работе нами была оценена возможность использования сложных межвидовых гибридов селекции ВИР 88-59-5 и 9-7-2 в селекции картофеля на скороспелость. В качестве тестеров использовали среднеранний сорт Явар и среднеспелые образцы Гранат и Скарб (табл. 3). При анализе гибридного потомства оказалось, что наибольшее количество скороспелых гибридов выделялось в комбинациях с участием сорта Явар. При использовании в качестве отцовских форм среднеспелых образцов вершина кривой распределения гибридов по группам спелости сдвигалась в сторону позднеспелых форм.

В популяции 951997 (9-7-2 × Гранат) был выделен гибрид 951997-5, который рекомендуется нами как донор скороспелости. Данный гибрид также хорошо передает потомству красную окраску клубня, гладкую кожуру, мелкие глазки и правильную овальную форму.

Практические результаты селекции картофеля

В результате практической селекции за последние десять лет в Беларуси с использованием исходных форм ВИР были созданы сорта картофеля Архидея и Талисман.

Архидея (51.4149001-80 х ж.78.496-07). Среднеранний, столового назначения. Урожайность - до 57,6 т/га, содержание крахмала - 15,0-20,1 %. Отличается очень ранними всходами и интенсивным ростом ботвы, выровненным клубневым гнездом и высокой товарностью, хорошими и отличными вкусовыми качествами как в ранние сроки уборки, так и в конце хранения. Сорт устойчив к раку картофеля и картофельной нематоде, среднеустойчив к фитофторозу и парше обыкновенной. Вирусными болезнями поражается незначительно. Не рекомендуется внесение повышенных доз азотных удобрений во избежание избыточного роста ботвы. Сорт Архидея может быть использован для получения крахмала в августе, что положительно скажется на рентабельности крахмалопроизводящей отрасли.

Куст высокий, компактный, хорошо облиственный. Цветки белые. Клубни округлые, желтые, крупные, глазки мелкие, мякоть светло-желтая.

Сорт картофеля Архидея с 1998 г. включен в Государственный реестр сортов растений Республики Беларусь, а с 2002 г. – в Госреестр Российской Федерации. Защищен патентом Республики Беларусь на сорта растений № 55 с 2000 г. и патентом Российской Федерации № 1314 с 2002 г.

Талисман. Получен от скрещивания двух гибридов: ВИР 12 х ж.78.496-07. Среднеспелый. Средняя урожайность в конкурсном испытании составила 40,0 т/га и превысила стандартный сорт Скарб на 8,8 т/га или 28 %. Содержание крахмала 14,0-18,5% (Скарб - 10,8-16,0%). Самая высокая урожайность, 49,5 т/га, была получена на Гомельской опытной станции в 1998 г. Содержание крахмала в экологическом сортоиспытании колебалось от 13,3 до 19,5% (Скарб 10,0-17,8%)

Сорт устойчив к обычному патотипу рака, слабо поражается картофельной нематодой (0,5 цист на одно растение), высоко устойчив к черной ножке и мокрой гнили, средне восприимчив к парше обыкновенной, ризоктониозу, фитофторозу клубней. По данным оценки сорт Талисман имеет высокую степень полевой устойчивости к вирусам X, M, L и среднюю к S, Y вирусам. По содержанию сухого вещества превосходит стандартный сорт Скарб на 4,2%, сырого протеина на 0,42%, суммарного белка на 0,11%, меньше накапливает редуцирующих сахаров.

Сорт картофеля Талисман с 2003 г. включен в Государственный реестр сортов растений Республики Беларусь, а с 2002 г. – защищен патентом Республики Беларусь на сорта растений № 58.

Таблица 1. Результаты оценки гибридных популяций картофеля комплексу хозяйственно-ценных признаков

Популяция	Происхождение	Признак					
		скороспелость	клубневое гнездо	число клубней	урожайность г/куст	средняя масса клубня (г)	форма клубня
931882	Явар х ж.78.496-07	2,78	2,77	10,35	808,0	116,13	1,3
931878	Аksamит х ж.78.496-07	3,06	1,82	11,75	945,0	79,65	1,3
931917	Альтаир х ж.78.496-07	3,62	2,25	7,65	1208,0	86,32	1,4
931873	Гранат х ж.78.496-07	3,80	1,40	11,77	735,0	96,35	1,6
931890	861092-18 х ж.78.496-07	3,10	2,67	12,15	1104,7	103,70	1,4
931899	Занетта х ж.78.496-07	3,03	2,02	12,65	604,3	103,00	1,6
931906	Каролин х ж.78.496-07	3,50	1,97	11,20	890,1	97,62	1,5
931909	Карлена х ж.78.496-07	2,93	2,47	11,02	1044,1	95,23	1,3
931933	Скарб х ж.78.496-07	3,25	2,62	12,30	807,0	99,36	1,4
	НСР ₀₅	0,40	0,37	2,22	122,3	10,56	0,3

Таблица 3. Результаты оценки гибридных популяций картофеля по скороспелости

Популяция	Происхождение	Оценено гибридов, шт.	Распределение гибридов по группам					
			ранние		среднеранние		среднепоздние	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%
952016	88-59-5 х Гранат	120	1	0,8	9	7,5	40	33,3
952015	88-59-5 х Скарб	120	3	2,5	8	6,7	36	30,0
952017	88-59-5 х Явар	120	14	11,7	40	33,3	55	45,8
951997	9-7-2 х Гранат	120	3	2,5	21	17,5	52	43,3
951996	9-7-2 х Скарб	120	8	6,7	9	7,5	63	52,5
952000	9-7-2 х Явар	120	20	16,7	29	24,2	56	46,7

Таблица 2. Эффекты общей комбинационной способности (ОКС) гибрида картофеля ж.78.496-07 по комплексу хозяйственно-ценных признаков

Признак	ОКС
Скороспелость	0,302
Содержание крахмала	0,802
Количество клубней	0,881
Глубина глазков	0,213
Выравненность клубневого гнезда	-0,261
Форма клубня	-0,296

I.KOLYADKO,
L.NEZAKONOVA,
V.MAKHAN'KO

THE USE OF ACCESSIONS FROM VAVILOV INSTITUTE IN POTATO BREEDING
PROGRAM IN BELARUS

Summary

Cooperation between Vavilov Institute and potato breeders from Belarus has long history. Researches from Vavilov Institute bred the number of interspecific parental lines. On the basis of these research commercial potato varieties of different maturity classes were released in Belarus.

УДК 635.21:632.4

**УСТОЙЧИВОСТЬ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ
К НЕКОТОРЫМ БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ КАРЕЛИИ**

д. с.-х. н. Л. П. Евстратова, к.с.-х.н. Е. В. Николаева, В. Н. Харин
Петрозаводский Государственный университет

Эффективность селекции картофеля на устойчивость к почвообитающим патогенам, к числу которых относятся возбудители ризоктониоза, парши обыкновенной и парши серебристой, связана с предварительным изучением исходного материала в конкретных природно-климатических условиях. Это обусловлено специфическими особенностями данной группы патогенных микроорганизмов: высокой приспособленностью и наследственной изменчивостью [2]. Интенсивность развития болезней во многом определяется вариабельностью факторов окружающей среды, поэтому целесообразно осуществлять многолетнюю иммунологическую оценку для выделения слабopоражаемых сортов независимо от колебаний внешних условий. Устойчивость картофеля зависит и от скороспелости сорта. Так, раннеспелые сорта восприимчивы к ризоктониозу, парше обыкновенной, в то время как позднеспелые чаще характеризуются меньшей поражаемостью данными заболеваниями [3, 4, 8]. В этой связи возникла необходимость проведения иммунологической оценки коллекции сортов картофеля к ризоктониозу, парше обыкновенной и парше серебристой, а также определения роли факторов среды и группы спелости в поражаемости клубней этими болезнями в местных условиях.

Работу проводили в южной агроклиматической зоне Карелии в течение 1998—2000 гг. На поражаемость клубней (при оценке после зимнего хранения) во многом повлияли метеорологические условия предыдущего полевого сезона. Особенностью 1997 г. явились повышенные среднемесячные температуры и недостаточное увлажнение по сравнению со среднемноголетними данными. В период вегетации растений 1998 г. недостаток тепла сочетался с избыточным количеством осадков. В первой половине полевого сезона 1999 г. тепло- и влагообеспеченность были на уровне среднемноголетних показателей, а во второй — условия среды характеризовались снижением среднемесячных температур и дефицитом влаги.

Исходный коллекционный материал включал 42 сорта картофеля, относящихся к раннеспелой, среднеранней и среднеспелой группам спелости. Поражаемость клубней оценивали визуально по шестибалльной шкале [5, 6], при этом определяли степень развития (С) каждой изученной болезни [7]. Для выявления различий между развитием болезней на сортах по годам и группам спелости привлекали двухфакторный дисперсионный анализ с взаимодействием факторов [1]. Фактор «годы» и фактор «группы спелости» имели по три уровня (три года и три группы).

Доминирующее развитие той или иной болезни на клубнях картофеля разных групп спелости устанавливали путем получения средних значений степени развития каждого заболевания за отдельный год (табл. 1, рис.). Однако такое представление материала затрудняло определение роли внешних условий и генотипа растения-хозяина в поражаемости сортов. Поэтому влияние факторов среды оценивали, вычисляя эффект года, а различия в болезнестойкости неодинаковых по скороспелости сортов картофеля, вычисляя эффект группы спелости. Эффект года (табл. 2) — это разность между средней степенью развития болезни на клубнях сортов всех групп спелости в отдельные годы и генеральной средней (средняя поражаемость одной болезнью клубней изученных сортов в годы исследований). Например, эффект 1998 г. при оценке развития ризоктониоза составил: $7,7 - 16,4 = -8,7\%$. Эффект группы спелости (табл. 3) определяли путем вычитания из среднего значения степени развития болезни на клубнях сортов одной группы спелости за исследуемые годы $[(11,0 + 30,2 + 19,6) / 3 = 20,3\%]$ генеральной средней степени развития болезни: $20,3 - 16,4 = 3,9\%$.

При оценке достоверности показателей поражаемости картофеля 0-гипотеза об отсутствии различий между годами отвергалась для каждой изученной болезни, а между группами спелости — только для ризоктониоза и парши серебристой.

Результаты сопоставления показателей средней поражаемости клубней изученными болезнями и эффекта года показали более интенсивное развитие ризоктониоза (26,6%) при оценке в 1999 г., значение эффекта 1998 г. положительное и максимальное (10,2%). Согласно иммунологическому анализу клубней в 1998 и 2000 гг., условия среды 1999 г. и особенно 1997 г. неблагоприятно отразились на развитии данной болезни (14,8 и 7,7% соответственно). Наибольшая отрицательная величина эффекта года (–8,7%) выявлена в 1997 г. Противоположный характер развития свойственен для парши обыкновенной. Факторы среды меньше повлияли на интенсивность проявления симптомов парши серебристой, чем других болезней. Вариабельность значений эффекта года была минимальной (от –3,8 до 5,4%).

При сравнении устойчивости сортов картофеля по группам спелости установлено, что раннеспелые сорта отличались большей поражаемостью ризоктониозом (С — 11,0 – 30,2%, эффект группы спелости составил 3,9%), а среднеранние и среднеспелые — паршой серебристой (соответственно С — 24,1 – 36,3% и 23,7 – 35,6 %, эффекты групп спелости — 1,8 и 2,8%). На сортах среднеспелой группы отмечалось наименьшее развитие симптомов ризоктониоза, а раннеспелой группы — парши серебристой. Подобной закономерности в поражаемости изученного сортимента паршой обыкновенной не выявлено, однако установлена тенденция снижения степени развития болезни на сортах, относящихся к среднеспелой группе.

По данным оценки картофеля за 2 – 3 года выделены сорта с поражаемостью клубней комплексом патогенов ниже средних значений степени развития отдельных болезней по каждой группе спелости. Так, сорта Желтый ранний и Детскосельский характеризовались слабой поражаемостью ризоктониозом и паршой серебристой, Пригожий 2, Веселовский, Зарево, Granola — ризоктониозом и паршой обыкновенной, сорт Имандра отличался наименьшим развитием симптомов парши обыкновенной и парши серебристой. Ряд сортов выделился слабой поражаемостью только одной болезнью: Liseta, Adretta (ризоктониозом), Latona, Белорусский ранний, Елизавета (паршой обыкновенной), Carla, Anosta, Pransa (паршой серебристой). Несмотря на вариабельность условий, сорт Белорусский ранний ежегодно поражался в слабой степени паршой обыкновенной, а сорт Granola — ризоктониозом.

Таким образом, факторы среды оказали наибольшее влияние на развитие на поверхности клубней парши обыкновенной, несколько меньшее – на развитие ризоктониоза, минимальное – на развитие парши серебристой. Раннеспелые сорта более сильно поражались ризоктониозом, среднеранние и среднеспелые — паршой серебристой. Слабое развитие симптомов ризоктониоза и парши серебристой выявлено у сортов Желтый ранний и Детскосельский, ризоктониоза и парши обыкновенной — Пригожий 2, Веселовский, Зарево, Granola, парши обыкновенной и парши серебристой — у сорта Имандра. Показатели развития парши обыкновенной на сорте Белорусский ранний и ризоктониоза на сорте Granola в меньшей степени определялись внешними условиями.

Таблица 1 Оценка коллекции сортов картофеля по устойчивости к болезням, 1998 – 2000 гг.

№ п/п	Название сорта	Степень развития болезни, %								
		ризоктониоз			парша обыкновенная			парша серебристая		
		1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Раннеспелая группа										
1	Пушкинец (К)	15,4	42,6	61,0	19,2	37,1	13,2	16,8	18,7	54,0
2	Carla	26,9	–	2,8	44,6	–	26,4	1,8	–	21,8
3	Брянский ранний	–	–	2,6	–	–	12,3	–	–	6,7
4	Снегирь	–	–	2,2	–	–	21,5	–	–	16,9
5	Удача	–	–	25,3	–	–	23,2	–	–	17,2
6	Пригожий 2	7,7	26,9	17,3	21,6	0,0	10,0	16,2	34,5	23,3
7	Dorisa	–	–	8,5	–	–	24,4	–	–	26,0
8	Ostara	8,1	9,9	23,1	37,3	1,1	13,9	5,0	39,9	12,0
9	Желтый ранний	–	18,7	8,0	–	1,7	25,3	–	16,4	21,9
10	Liseta	6,8	27,0	16,6	18,8	1,8	44,3	23,9	36,1	5,9
11	Latona	24,1	50,8	24,8	11,9	0,7	15,8	29,8	17,4	27,3
12	Изора	5,1	–	42,3	36,6	–	22,6	2,6	–	38,9
13	Белорусский ранний	–	35,6	30,6	–	0,0	4,8	–	28,2	38,6
14	Приекульский ранний	–	–	9,0	–	–	28,3	–	–	15,0
15	Вармас	7,4	33,3	–	29,4	11,7	–	59,5	35,0	–
16	Имандра	16,2	27,1	–	16,5	1,6	–	14,5	17,1	–
17	Scala	3,2	–	–	43,1	–	–	10,4	–	–
18	Уральский ранний	0,0	–	–	6,8	–	–	23,6	–	–
Средняя степень развития болезни по группе		11,0	30,2	19,6	26,0	6,2	20,4	18,6	27,0	23,3
Среднеранняя группа										
19	Невский (К)	6,0	9,9	29,2	26,2	1,1	21,7	45,4	39,8	26,1
20	Wilja	–	–	24,2	–	–	12,4	–	–	22,4
21	Jessika	–	–	13,6	–	–	53,7	–	–	33,5
22	Anosta	3,9	48,8	20,9	28,2	2,7	21,9	24,3	32,8	13,5

23	Adretta	2,4	25,7	10,1	39,6	18,3	20,4	28,4	45,6	31,0
24	Детскосельский	0,3	11,9	18,3	45,8	0,0	13,9	7,2	34,4	8,9
25	Сказка	–	–	35,7	–	–	19,9	–	–	20,0
26	Pransa	14,0	41,9	15,3	28,6	0,0	25,2	23,0	30,3	16,6
27	Isna	–	–	0,6	–	–	29,6	–	–	50,1
28	Sante	11,3	–	17,3	20,0	–	30,0	32,4	–	17,9
29	Quarta	–	–	14,4	–	–	13,2	–	–	16,4
30	Шаман	–	–	21,2	–	–	3,1	–	–	24,4
31	Елизавета	–	24,8	19,0	–	0,0	13,7	–	52,3	33,0
32	Веселовский	3,3	19,3	–	12,7	0,0	–	32,5	18,8	–
Средняя степень развития болезни по группе		5,9	26,0	18,4	28,7	3,2	21,4	27,6	36,3	24,1
Среднеспелая группа										
33	Нида (К)	22,7	38,0	1,9	32,7	13,5	8,7	15,6	43,0	33,3
34	Ibis	–	–	3,0	–	–	22,0	–	–	12,8
35	Вильня	3,1	22,2	9,7	17,5	6,4	4,7	30,2	37,5	27,4
36	Луговской	3,5	20,4	15,5	29,0	7,9	19,6	15,6	30,3	34,4
37	Liza	–	–	4,2	–	–	22,3	–	–	17,9
38	Granola	0,0	7,6	4,2	22,7	0,8	11,4	35,0	26,0	16,3
39	Зарево	3,3	19,9	–	20,5	0,1	–	37,4	44,0	–
40	Assia	4,9	28,6	–	43,0	4,4	–	32,0	26,7	–
41	Caspar	12,0	26,5	–	32,6	1,1	–	20,0	38,1	–
42	Stobrawa	0,6	25,7	–	24,5	0,2	–	66,0	38,6	–
Средняя степень развития болезни по группе		6,3	23,6	6,4	27,8	4,3	14,8	31,5	35,6	23,7
Средняя степень развития болезни по группам спелости		7,7	26,6	14,8	27,5	4,5	18,9	25,9	32,9	23,7

Таблица 2. Влияние факторов среды на поражаемость картофеля болезнями, 1998 — 2000 гг.

Год оценки	Средняя степень развития болезни по группам спелости в отдельные годы, %	Генеральная средняя степень развития болезни, %	Эффект года	
			год	%
Ризоктониоз				
1998	7,7	16,4	1997	–8,7
1999	26,6		1998	10,2
2000	14,8		1999	–1,6
Парша обыкновенная				
1998	27,5	17,0	1997	10,5
1999	4,5		1998	–12,5
2000	18,9		1999	1,9
Парша серебристая				
1998	25,9	27,5	1997	–1,6
1999	32,9		1998	5,4
2000	23,7		1999	–3,8

Таблица 3. Развитие болезней на клубнях сортов картофеля различных групп спелости, 1998 — 2000 гг.

Группа спелости	Средняя степень развития болезни, %	Генеральная средняя степень развития болезни, %	Эффект группы спелости, %
Ризоктониоз			
Раннеспелая	20,3	16,4	3,9
Среднеранняя	16,8		0,4
Среднеспелая	12,1		-4,3
Парша обыкновенная			
Раннеспелая	17,5	17,0	0,5
Среднеранняя	17,8		0,8
Среднеспелая	15,6		-1,4
Парша серебристая			
Раннеспелая	23,0	27,5	-4,5
Среднеранняя	29,3		1,8
Среднеспелая	30,3		2,8

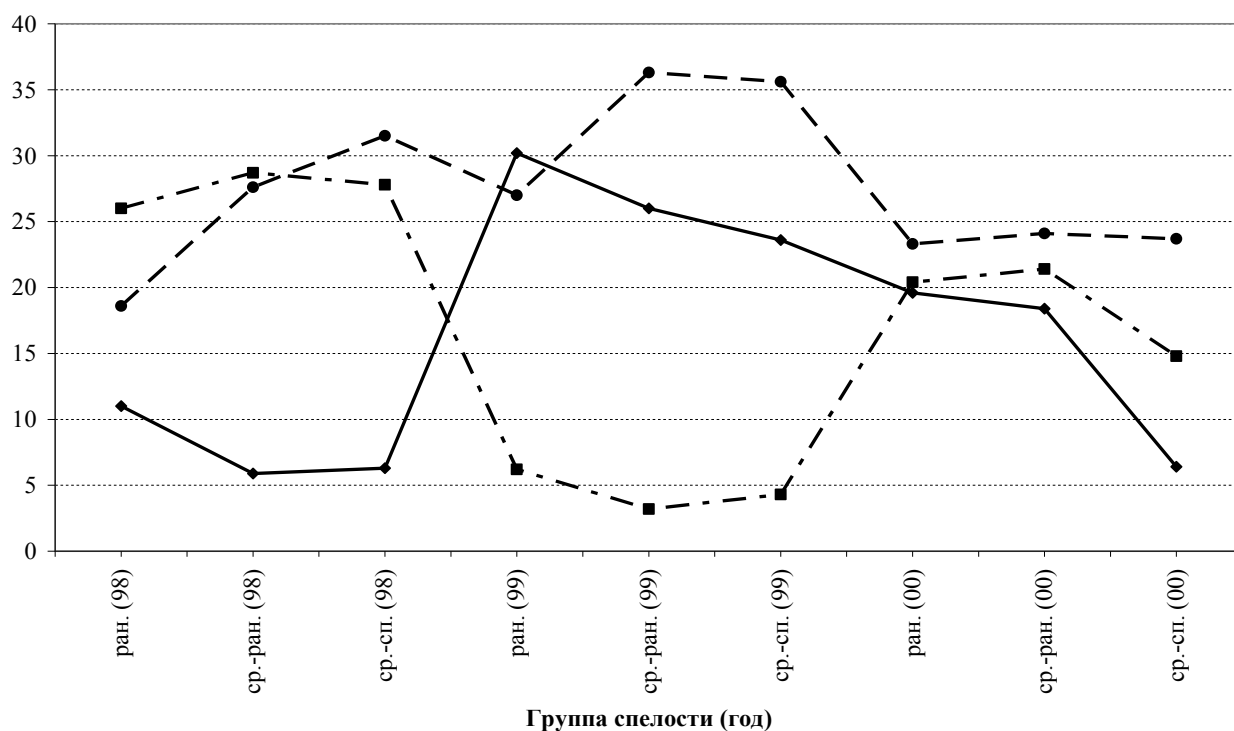


Рис. Средняя степень развития болезней (\bar{C}) на клубнях картофеля по группам спелости в отдельные годы (1998 — 2000 гг.): Р.— ризоктониоз, П. о. — парша обыкновенная, П. с. — парша серебристая. Группы спелости: ран. — раннеспелая, ср.-ран. — среднеранняя, ср.-сп. — среднеспелая. Годы исследований: (98) — 1998 г., (99) — 1999 г., (00) — 2000 г.

Литература

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
2. Евстратова Л. П. Устойчивость картофеля к основным почвообитающим патогенам в условиях Северо-Запада России. Автореф. дисс. ... д. с.-х. наук / ВИР. СПб., 2003. 40 с.
3. Капустина В. М. Распространенность и развитие ризоктониоза на картофеле в зависимости от сортовых особенностей и климатических условий // Вопросы картофелеводства: Сб. науч. тр. / ВНИИКХ. М., 1994. С. 161—167.
4. Куневич Р. В. Биологические особенности возбудителя ризоктонии картофеля (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) в условиях Белоруссии и меры борьбы с ним: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Бел. гос. ун-т им. В. И. Ленина. Мн., 1968. 25 с.
5. Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и механическим повреждениям / Сост. А. С. Воловик и др. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 52 с.
6. Назарова Л. П. Иммунологический анализ генофонда картофеля по устойчивости к ризоктониозу для целей селекции. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / ВИР. Л., 1986. 18 с.
7. Определитель болезней сельскохозяйственных культур / М. К. Хохряков, В. И. Потлайчук, А. Я. Семенов, М. А. Элбакян. Л.: Колос, 1984. 304 с.
8. Сидорчук В. И. Обоснование мер борьбы с паршой обыкновенной и другими болезнями клубней картофеля в зоне Полесья УССР: Автореф. дисс. На соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук / НИИЗР. Киев, 1981. 20 с.
- 9.

L.P. EVSTRATOVA,
Dr. E.V. NIKOLAEVA,
V.N. KHARIN

THE RESISTANCE OF POTATO INITIAL MATERIAL TO ANY DISEASES IN KARELIAN REGION

Summary

By results of immunology assessment of the potato 42 cultivars the role of the environment factors and the maturity groups in disease attack of tubers by black scurf, common scab and silver scurf in Karelia conditions is revealed.

УДК 635.21632.4

ОЦЕНКА ПОРАЖАЕМОСТИ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ОТДЕЛЬНЫМИ ПОЧВООБИТАЮЩИМИ ПАТОГЕНАМИ НА ПРИРОДНОМ ИНФЕКЦИОННОМ ФОНЕ В КАРЕЛИИ

канд. ...наук Л. А. Кузнецова, докт. с.х.наук Л. П. Евстратова, Петрозаводский
государственный университет

В северных условиях растения картофеля в большой степени подвергаются поражению ризоктониозом, паршой обыкновенной и паршой серебристой. Доминирование этих болезней связано с особенностями природно-климатических условий региона (поздние весенние, ранние осенние заморозки, резкие перепады среднесуточных температур воздуха, недостаточный прогрев и переувлажнение почв в весенний период, высокая влажность воздуха и др.), а также нарушениями в агротехнике картофеля (использование восприимчивых сортов, бессменное возделывание культуры, недостаточное применение средств защиты и др.). Кроме того, ежегодное распространение вышеуказанных болезней определяется высокой адаптивной способностью их возбудителей, генетической изменчивостью, возможностью

формировать в почве высокоустойчивые к внешним факторам покоящиеся структуры и развиваться в период хранения урожая. В результате этого, как считают В. Г. Иванюк с соавт. [2], изменяются вредоносность и соотношение в агрофитоценозе широко распространенных патогенов. По мнению Н. Д. Романенко [9], в зависимости от типа возникающих взаимодействий (нейтральные, синергетические или антагонистические) происходит либо усиление, либо ослабление паразитического воздействия каждого из вредных агентов на растение-хозяина. Интенсивность развития болезней в немалой степени связана со скороспелостью сорта. Раннеспелые сорта, в отличие от позднеспелых, больше поражаются ризоктониозом и паршой обыкновенной [3, 4, 10]. Вышеизложенное определило необходимость изучения устойчивости районированных в Карелии сортов картофеля различных групп спелости к распространенным почвообитающим патогенам.

Фитопатологическую оценку клубней картофеля после зимнего хранения проводили в течение 1998 — 2003 гг. На развитие ризоктониоза, парши обыкновенной и парши серебристой в наибольшей степени оказывают влияние погодные условия периода клубнеобразования картофеля [7]. Так, в 1999 г., отличавшемся недостаточным увлажнением и низкими среднемесячными температурами на уровне среднесезонных данных, выявлено интенсивное развитие изученных болезней. Напротив, в 2002 г. при повышенных показателях среднемесячной температуры воздуха на фоне дефицита влаги установлено снижение степени поражения клубней. В условиях избыточного увлажнения июля 2000 г., повышенной теплообеспеченности в 2001 г., а также прохладной, влажной погоды в 1998 г. и прохладной, сухой погоды в 2003 г. картофель наиболее сильно поражался ризоктониозом. Кроме того, в 1998 и 2001 гг. установлено массовое развитие парши серебристой.

Материалом для исследований служили 11 районированных в Карелии сортов картофеля ранней, среднеранней и средней групп спелости. Картофель выращивали в условиях монокультуры на высоком природном инфекционном фоне. Развитие симптомов болезней на клубнях оценивали по 6-балльной шкале НИИКХ [5], модифицированной Л. П. Назаровой [6]. Поражаемость картофеля определяли по показателям степени развития (С) и распространенности болезни (R) в процентах [8]. Однородность степени развития комплекса болезней на сортах картофеля изучали с использованием факторного (метод главных компонент), кластерного (метод Варде, евклидово расстояние), пошагового дискриминантного и корреляционного анализов [1, 11].

Результаты фитопатологической оценки сортов на природном инфекционном фоне показали неодинаковое развитие симптомов ризоктониоза, парши обыкновенной и парши серебристой на поверхности клубней (табл. 1). Так, сорта Луговской и Детскосельский меньше всего поражались комплексом этих болезней, сорта Невский, Санте, Нида, Петербургский — ризоктониозом и паршой обыкновенной, сорта Пушкинец, Пригожий 2, Латона — паршой обыкновенной и паршой серебристой. Отличительная особенность сорта Изора — слабое развитие парши серебристой, а сорта Елизавета — парши обыкновенной.

Группировка сортов по однородности поражения клубней тремя изученными болезнями выявила наличие трех групп сортов (рис.). Их распределение со 100%-й корректностью подтверждено дискриминантным анализом, пошаговая процедура которого выделила два дискриминатора — показатели степени развития парши серебристой (критерий $F = 21,00$ при значимости $p = 0,00$) и ризоктониоза ($F = 13,37$ при $p = 0,00$). Первая группа объединила четыре сорта (раннеспелые сорта Изора, Пушкинец, Латона и среднеранний сорт Детскосельский) с наибольшим количеством клубней, имеющих слабую степень развития парши серебристой. Шесть представителей второй группы (раннеспелый сорт Пригожий 2, среднеранние сорта Невский, Санте, Елизавета, среднеспелые сорта Луговской и Нида) преимущественно сочетали слабую поражаемость картофеля ризоктониозом и паршой обыкновенной. Большинство клубней среднеспелого

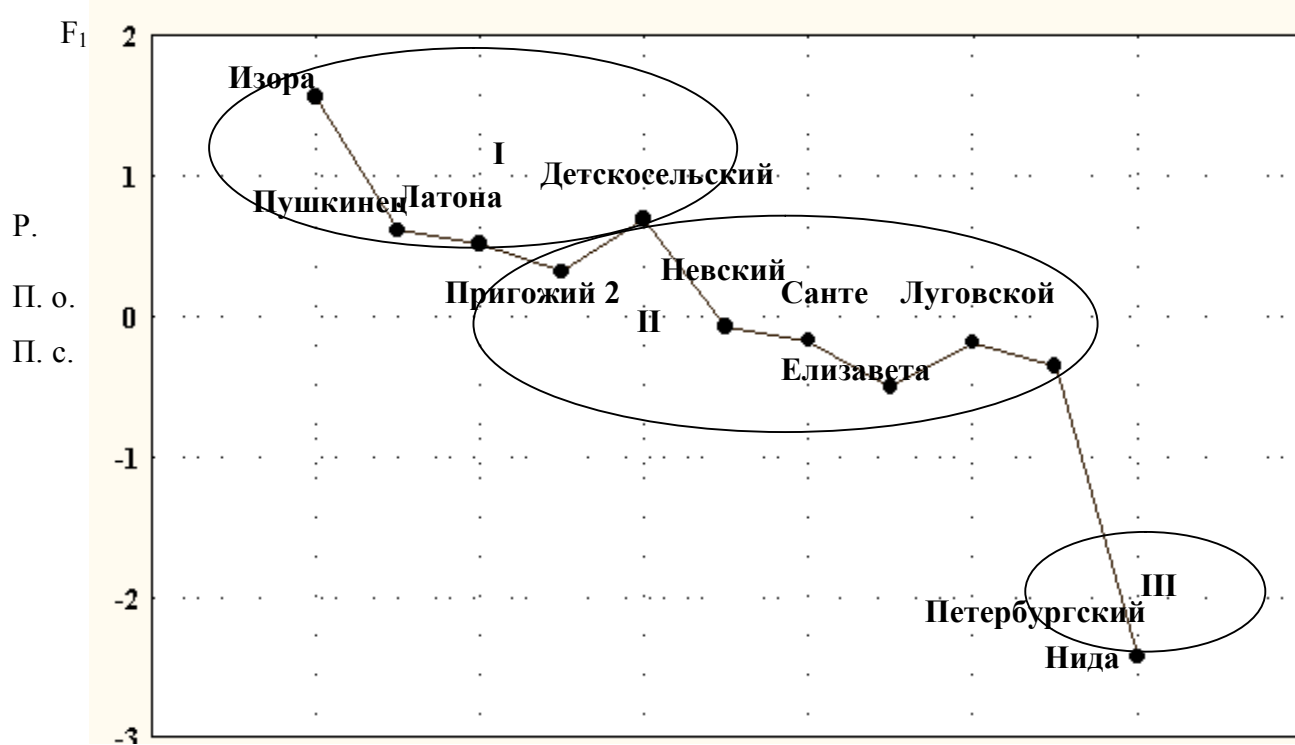
сорта Петербургский, входящего в состав третьей группы, характеризовались показателями очень слабой и слабой степени развития парши обыкновенной и ризоктониоза (табл. 2).

Наличие смешанной инфекции на картофеле обусловило необходимость изучения связи между развитием этих болезней. С использованием факторного анализа получен фактор $F_1 [0,85 C_P + 0,79 C_{П.о.} - 0,88 C_{П.с.}]$, где C_P — степень развития ризоктониоза, $C_{П.о.}$ — парши обыкновенной, $C_{П.с.}$ — парши серебристой. Разнонаправленные и высокие нагрузки на переменные свидетельствуют о существовании положительной связи между развитием ризоктониоза и парши обыкновенной и отрицательной — каждой из этих болезней с паршой серебристой.

Вышеуказанные особенности взаимоотношений при поражаемости клубней каждого сорта ризоктониозом, паршой обыкновенной и паршой серебристой оценивали с учетом устойчивости растения-хозяина. Устанавливали корреляционные связи между развитием пар этих болезней, выраженными в процентах от общего числа клубней, пораженных на определенный балл (от 0,0 до 4,0 балла). Высокие и значимые коэффициенты корреляции (r) свидетельствовали об отрицательном характере связей между развитием ризоктониоза и парши обыкновенной на сортах Пушкинец и Латона (r соответственно $-0,87$ и $-0,92$), ризоктониоза и парши серебристой на сортах Детскосельский и Петербургский ($-0,99$ и $-0,81$), парши обыкновенной и парши серебристой на сортах Санте, Елизавета, Нида, Петербургский ($-0,86 - 0,98$).

Таким образом, фитопатологическая оценка картофеля в условиях Карелии показала, что на природном инфекционном фоне клубни ранних сортов меньше поражаются паршой обыкновенной и паршой серебристой (за исключением сорта Изора), среднеранних и среднеспелых — ризоктониозом и паршой обыкновенной и сортов Луговской и Детскосельский — комплексом этих болезней. На фоне смешанной инфекции раннеспелые сорта отличаются наличием высокой обратной корреляционной связи между поражаемостью ризоктониозом и паршой обыкновенной, а среднеранние и среднеспелые — каждой из них с паршой серебристой.

Рис. 1. Группировка сортов по однородности поражения клубней комплексом



болезней в пространстве фактора F₁, 1998 — 2003 гг.: I, II, III — группы сортов, P. — ризоктониоз, П. о. — парша обыкновенная, П. с. — парша серебристая.

Figure 1 Distribution of breeding varieties on homogeneity of affecting by complex of diseases into space of F₁ factor, (1998-2003); I, II, III – groups of cultivars; P- black scurf; П.о. – common scab; П.с. – silver scurf

Таблица 1. Оценка поражаемости болезнями районированных сортов картофеля, 1998 – 2003 гг.

Название сорта	Болезни					
	ризоктониоз		парша обыкновенная		парша серебристая	
	С, %	R, %	С, %	R, %	С, %	R, %
Раннеспелая группа						
Пушкинец	33,9	78,0	13,8	59,4	22,3	78,9
Пригожий 2	25,1	66,0	16,2	96,0	23,9	93,8
Латона	36,5	80,8	7,2	43,5	19,6	70,5
Изора	38,1	65,7	31,0	95,3	23,2	67,7
Среднеранняя группа						
Невский	20,2	64,5	16,0	62,8	28,1	81,9
Санте	22,2	53,3	13,5	50,2	29,3	62,0
Елизавета	25,6	81,9	8,2	43,0	33,8	86,7
Детскосельский	23,3	49,5	14,9	44,0	12,7	48,3
Среднеспелая группа						
Нида	15,6	55,0	15,6	55,0	29,9	86,3
Луговской	12,7	63,4	16,7	82,3	25,0	87,7
Петербургский	3,2	25,8	0,0	0,0	48,3	95,8

Примечание: С — степень развития; R — распространенность болезни

Таблица 2. Группировка сортов по однородности поражения клубней болезнями 1998-2003гг.

Группы		Название сорта	Степень развития болезни*		
№ п / п	число сортов		ризоктониоз	парша обыкновенная	парша серебристая
I	4	Пушкинец, Латона, Изора, Детскосельский,	от слабой до средней	от слабой до средней	слабая
I I	6	Пригожий-2, Невский, Санте, Елизавета, Нида, Луговской	слабая	слабая	от слабой до средней
I I I	1	Петербургский	слабая	очень слабая	средняя

Примечание: * степень развития болезни — очень слабая (0,0 - 2,5%), слабая (2,6 – 25,0%), средняя (25,1 – 50,0%).

Литература

1. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. СПб.: Питер, 1997. 240 с.
2. Иванюк В. Г., Банадысев С. А., Журомский Г. К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Мн.: РУП «БелНИИ картофелеводства», 2003. 550 с.
3. Капустина В. М. Распространенность и развитие ризоктониоза на картофеле в зависимости от сортовых особенностей и климатических условий // Вопросы картофелеводства: Сб. науч. тр. / ВНИИКХ. М., 1994. С. 161–167.
4. Куневич Р. В. Биологические особенности возбудителя ризоктонии картофеля (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) в условиях Белоруссии и меры борьбы с ним: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Бел. гос. ун-т им. В. И. Ленина. Мн., 1968. 25 с.
5. Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и механическим повреждениям / Сост. А. С. Воловик и др. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 52 с.
6. Назарова Л. П. Иммунологический анализ генофонда картофеля по устойчивости к ризоктониозу для целей селекции: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / ВИР. Л., 1986. 18 с.
7. Николаева Е. В. Исходный материал для селекции картофеля на скороспелость, продуктивность и устойчивость к некоторым почвообитающим патогенам в условиях Карелии: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / ВИР. СПб., 2004. 18 с.
8. Определитель болезней сельскохозяйственных культур / М. К. Хохряков, В. И. Потлайчук, А. Я. Семенов, М. А. Элбакян. Л.: Колос, 1984. 304 с.
9. Романенко Н. Д. Изучение фитопаразитарных комплексов (нематоды – вирусы – грибы – бактерии) и проблемы их биоконтроля в фитоценозах России // Аграрная Россия. 1999. № 3. С. 13–17.
10. Сидорчук В. И. Обоснование мер борьбы с паршой обыкновенной и другими болезнями клубней картофеля в зоне Полесья УССР: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / НИИЗР. Киев, 1981. 20 с.
11. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ // Ким Дж.-О., Мьюллер П. У., Клекка У. Р., Олдендерфор М. С., Блэшфилд Р. К. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.

EVALUATION OF AFFECTION OF POTATO VARIETIES BY ANY SOILBORNE
PATHOGENS ON NATURAL FONE IN KARELIA

Summary

By results of screening of eleven potato cultivars on resistance to soil-born fungal diseases the least affection of tubers of early to common scab, silver scurf and middle-early and middle cultivars to black scurf and common scab was revealed.

УДК 635.21:581.573.4

**ОБРАЗЦЫ АНДИЙСКИХ КУЛЬТУРНЫХ ВИДОВ КАРТОФЕЛЯ С НЕЙТРАЛЬНОЙ
ФОТОПЕРИОДИЧЕСКОЙ РЕАКЦИЕЙ И ЦЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ ДЛЯ
СЕЛЕКЦИИ**

Д.А. Кирилов, д. б. н. С.Д. Киру, к.с.-х.н. С.В. Палеха
ГНУ ГНЦ ВНИИР им. Н.И. Вавилова

После интродукции и изучения различных видов картофеля из Южной Америки учеными разных стран была установлена зависимость процесса клубнеобразования этих видов от продолжительности дня и ночи. В 20–30-е годы XX-го столетия активно велись исследования по изучению влияния света на развитие растений разных культур, в том числе и картофеля. Одновременно с опытами зарубежных исследователей [10, 11, 13, 15], различные исследования по изучению значения света для развития растений картофеля проводились и в СССР. Эксперименты по физиологии растений ставили А.И. Дорошенко и др. [2], а также В.И. Разумов [7]. В результате опытов, проведенных вышеперечисленными и другими авторами, были получены убедительные результаты, давшие ответы на многие вопросы о специфической физиологии развития вегетативно размножаемого картофеля. Так, Г. Гарнер и Х. Аллард [11], работая с большим количеством растений, пришли к выводу, что рост растений прямо пропорционален времени падающего на него света. Они также установили, что очень продолжительное освещение растений сорта McCormick приводит к увеличению вегетативной массы растений, а уменьшение интенсивности света путем его рассеивания приводит к удлинению растений. В свою очередь Дж. Артур и др. [10] установили, что длина светового дня влияет на увеличение массы разных сортов картофеля как отрицательно, так и положительно.

Избирательная способность реакции клубнеобразования к более короткому дню сложилась у многих видов картофеля как филогенетический признак. Поэтому продолжительность дня для многих видов картофеля является одним из факторов, определяющих их развитие и клубнеобразование. У различных видов картофеля имеет три типа реакции на изменение этого фактора: отрицательная, нейтральная и промежуточная. На родине картофеля вегетация его растений протекает в условиях разной продолжительности дня – от 12 до 14 часов. В таких условиях сокращение продолжительности дня совпадает с периодом формирования клубней. Поэтому при перемещении картофеля в «длиннодневный» район его клубнеобразующая активность, как правило, снижается.

Короткий день стимулирует клубнеобразование у многих видов картофеля [1]. Однако некоторые из них, благодаря широкому ареалу произрастания и связанному с этим большому полиморфизму, показывают разную реакцию на продолжительность дня. К таковым относится культурный вид *Solanum andigenum* Juz. et Buk. Опыты по фотопериодизму

картофеля проведенные А.В. Дорошенко [2,3] и В.И. Разумовым [7] на клонах *S. andigenum*, показали, что выращивание некоторых форм этого вида при длинном дне приводит к усилению развития их вегетативной надземной массы и существенно задерживает процесс клубнеобразования. В то же время, их опыты подтвердили факт, что короткий день стимулирует клубнеобразование у всех форм *S. andigenum*, причем в таких условиях урожай значительно выше, чем при длинном дне.

По результатам своих исследований по фотопериодизму картофеля В.И. Разумов [7] сгруппировал известные в то время виды картофеля по их фотопериодической реакции в 4 группы:

1. *S. tuberosum*, у которого клубнеобразование не зависит от длины дня, но максимальное количество клубней этот вид дает при 12-часовом дне.
2. *S. phureja* Juz. et Buk и *S. rybinii* Buk – клубнеобразование в незначительной степени зависит от длины дня, а максимальное количество клубней эти виды давали при продолжительности дня соответственно 12 и 10 часов.
3. *S. gonicalyx* Juz. et Buk., *S. andigenum* и *S. ajanhuiri* Juz. et Buk. – развивались нормально, но число клубней было намного меньше обычного, максимальное – при 10-часовом дне.
4. *S. demissum* Lindl, *S. acaule* Bitt. и *S. bukasovii* Juz. et Rybin. – показывали максимальное развитие растений при 10 - часовом дне, но клубней не формировали.

В.И. Разумов установил также наличие различной реакции на длину дня у отличающихся по продолжительности периода вегетации европейских и южноамериканских селекционных сортов картофеля [7]. Оценивая большую группу сортов, он обнаружил, что при коротком дне урожай клубней немного вырос у европейских сортов, а у южноамериканских он был намного больше. Аналогичные результаты годом раньше получил А.В. Дорошенко [3], который выявил незначительное повышение урожая при коротком дне у европейских сортов и отсутствие клубнеобразования у дикорастущих видов *S. demissum* Lindl. и *S. palustre* Schldl.

Позже исследователи других стран также классифицировали сорта картофеля по группам спелости. Так, например, Г. Хэбарт [13] был одним из первых зарубежных исследователей, наиболее комплексно изучавших физиологию *S. andigenum*. Выявив короткодневную природу этого вида, он впервые установил, что короткодневная реакция доминирует над длиннодневной. После выделения длиннодневных сеянцев от скрещивания короткодневных и длиннодневных форм, вышеуказанный автор пришел к выводу, что реакцию на длинный день контролируют несколько генов. Немецкий исследователь Р. Шик [16] тоже обнаружил в потомстве F₂ от скрещивания одной из форм *S. andigenum* с европейским сортом, что короткодневная реакция и сопровождающие ее признаки определяются большим числом доминантных и промежуточных генов и поэтому шанс обнаружения таких растений в F₂ невелик. Но вместе с тем он обнаружил, что и некоторые эквадорские формы этого вида имеют нейтральную реакцию на длину дня. В этой связи С.М. Букасов [1] отмечал, что некоторые виды, в частности *S. andigenum*, способны при скрещивании с длиннодневными видами дать потомство с длиннодневной реакцией. Позже К. Драйвер и Дж. Хокс [12] разделили дикорастущие и культурные виды картофеля на две группы: длинного и короткого дня, подтвердив, что реакция растений на длину дня – полигенно наследуемый признак, причем гены короткого дня доминируют.

Анализируя результаты своих наблюдений над различными формами *S. andigenum*, Дж. Хокс [14] пришел к заключению, что среди большого разнообразия этого вида есть формы с нейтральной, положительной и отрицательной реакцией на длину дня, причем эта реакция зависит от географического происхождения образцов.

Позднее было экспериментально подтверждено влияние длины дня на рост, цветение и клубнеобразование различных видов картофеля, в том числе и *S. andigenum* [8, 9]. Изучение реакции некоторых форм *S. andigenum* на длину дня позволило А.Я. Камеразу [5] установить взаимосвязь между их происхождением и способностью завязывать клубни на длинном дне.

В 1960–1970 гг. в ВИРе были продолжены исследования фотопериодической чувствительности дикорастущих и культурных видов картофеля [6, 8]. В результате подтвердилось присутствие как видовой, так и внутривидовой дифференциации видов по реакции на длинный день. Было установлено, что большинство видов картофеля отрицательно реагируют на увеличение продолжительности дня, но часть видов проявляют нейтральную реакцию к таким условиям и даже положительную в отношении продолжительности вегетации и клубнеобразования.

Признак фоточувствительной реакции контролируется доминантными генами. Поэтому селекционеры знают, что при вовлечении в гибридизацию образцов с ценными признаками для селекции, но с короткодневными свойствами, этот нежелательный признак передается половому потомству. Поэтому при поиске исходного материала с ценными признаками его необходимо оценивать на фотопериодическую чувствительность. В ВИРе, в ходе комплексного изучения образцов коллекции культурных и диких видов ежегодно выделяются источники ценных признаков для селекции, однако многие из них обладают короткодневностью, что требует дополнительных скрещиваний, чтобы исключить возможность наследования этого отрицательного признака. Однако комплексная оценка ценных образцов, включающая оценку фотопериодической чувствительности, позволяет определить сразу их пригодность для вовлечения в селекционную работу.

Вегетация растений андийских культурных видов на их родине протекает в условиях 12–14-часового дня, в зависимости от географической широты. Их образцы, изучаемые в ВИРе выращиваются в поле, в условиях длинного естественного дня, соответствующего 59°43′ северной широты, где долгота дня в период вегетации картофеля составляет от 16,5, до 19 часов (рис. 1), а концу клубнеобразования уменьшается до 12 часов. Проведенный анализ данных изучения коллекции за последние 10 лет подтвердил закономерность зависимости характера онтогенеза различных видов от эколого-географических условий районов их происхождения. Разная реакция андийских культурных видов на продолжительность дня обуславливается различным их ареалом. Так, согласно данным фенологических наблюдений, большинство эквадорских и боливийских, а также часть перуанских форм проявляют нейтральную реакцию на продолжительность дня.

В 2005–2006 гг. проводились опыты по изучению реакции образцов различных андийских культурных видов картофеля на изменение длины дня. Для исследований отобрали образцы, которые были выделены ранее, как обладающие хозяйственно-ценными признаками для селекции - раннеспелостью, продуктивностью, высоким содержанием крахмала, устойчивостью к некоторым болезням.

Всего для изучения были отобраны семена 80 образцов 5 культурных видов из мировой коллекции картофеля ВИР (*S. andigenum*, *S. goniocalyx*, *S. phureja*, *S. rybinii*, *S. stenotomum*). От каждого образца в теплице выращивались сеянцы, которые в дальнейшем высаживались для опытов в горшки объемом 2,5 л.

Опыты проводились в Пушкинском филиале ВИР (под Санкт-Петербургом) на фотопериодической площадке. Растения различных видов картофеля выращивали в двух вариантах длины дня: в коротком дне – 12 часов и в естественном длинном дне, диапазон которого в период вегетации составлял от 19 часов в июне до 13 часов в начале сентября. В качестве стандарта использовали сеянцы селекционного сорта Невский.

Горшки с растениями сеянцев устанавливали на фотопериодическую площадку, на передвижных платформах 15 июня, после окончания весенних заморозков.

Исследования проводились по методике изучения фотопериодической реакции растений, принятой в ВИРе.

В задачу исследований входило: 1) изучение влияния длины дня на развитие растений, в том числе на длину межфазных периодов растений. 2) проведение биометрических измерений (длина стебля) при наступлении каждой из фаз вегетации и изучение влияния длинного дня на развитие репродуктивных органов (ягодообразование); 3) изучение влияния длины дня на продуктивность растений у различных культурных видов.

Результаты исследований.

Влияние длины дня на развитие растений. Фенологические наблюдения (изучение длины межфазных периодов растений) позволили установить наличие четкой дифференциации образцов у всех изучаемых культурных видов по продолжительности межфазных периодов.

Согласно методике исследований, короткодневными можно считать формы, которые проявляют отрицательную реакцию на длинный день (более 13 часов) в отношении развития. Фенотипы с нейтральной реакцией на длинный день имеют одинаковые показатели в развитии как в условиях короткого, так и в условиях длинного дня. Длиннодневными считаются фенотипы, которые в условиях длинного дня проявляют более усиленное развитие фаз вегетации растений, в сравнении с условиями короткого дня.

Фенологические наблюдения показали, что среди образцов вида *S. phureja* были выявлены образцы с нейтральной (k-1713), положительной (k-8251) и отрицательной (k-7352) реакцией на длинный день.

Среди образцов *S. rybinii* была выделена только одна форма (k-11537), тогда как все остальные образцы оказались короткодневными. У вида *S. stenotomum* положительную реакцию на длинный день проявил только образец k-7048. Образцы вида *S. goniocalyx* k-12768 и k-12778 также показали более быстрое прохождение фаз вегетации в условиях длинного дня. Самый полиморфный в Южной Америке вид *S. andigenum* продемонстрировал такую же дифференциацию по фотопериодической чувствительности. Среди изученных форм этого вида лучшее развитие в онтогенезе в условиях длинного дня имели образцы k-1699, k-15645, k-24337, k-24350, а образец k-22194 проявил одинаковое развитие при разной продолжительности дня.

Наблюдения за ягодообразованием у растений показали прямую корреляцию реакции растений по этому показателю с динамикой развития: в условиях длинного дня образцы с более быстрым развитием давали ягоды, а у короткодневных форм этого не наблюдалось.

Проведенные биометрические замеры растений сеянцев на 60-й день от посадки, подтвердили, что образцы различных видов развивались по разному. Так длина стеблей растений у части образцов, выращенных в длинном дне, превышала таковую у растений образцов, выращенных в условиях короткого дня.

Влияние длины дня на клубнеобразование. Для определения степени фотопериодической чувствительности растений различных культурных видов в отношении клубнеобразования использовали значение коэффициента фотопериодической чувствительности (ФПЧ), который выражает отношение биометрических показателей растений в коротком дне к показателям в длинном дне. Так, значение ниже единицы характеризует растение как длиннодневное. Значение между 0,90 и 1,1 определяет растение как нейтральное или близкое к нейтральному по реакции к длине дня а выше 1,1 и до бесконечности – как короткодневное.

Результаты изучения динамики клубнеобразования и урожая растений образцов культурных видов позволили установить, что по реакции на изменение длины дня в отношении клубнеобразования они распределились на три группы: длиннодневные (ДД), короткодневные (КД) и с нейтральной реакцией (НД) (табл. 1)

Была установлена также различная реакция среди образцов разных культурных видов в отношении клубнеобразования (табл. 2).

У культурного вида *S. andigenum* положительную реакцию в отношении клубнеобразования проявил образец k-13873, нейтральную – образцы k-8101, k-15361, k-24337. Остальные же изучаемые образцы этого вида развивались хуже в условиях длинного дня, по сравнению с вариантом короткого дня.

Аналогичную картину можно было наблюдать и у образцов других видов. Кроме того, отдельные образцы не подтвердили свою чувствительность к длинному дню по показателю клубнеобразования в отличие от показателей по развитию растений. Так, образец *S. rybinii* k-8271 оказался короткодневным по фотопериодической чувствительности в отношении

Таблица 1. Влияние продолжительности дня на длину межфазного периода у сеянцев образцов культурных видов картофеля. (2005–2006 гг.)

№	№ по каталогу	Название вида	Страна происхождения	Среднее число дней от всходов до						Реакция
				бутонизации		Цветения		образования ягод		
				ДД	КД	ДД	КД	ДД	КД	
1	2	3	4	11	12	13	14	15	16	
1	k-1713	<i>S.phureja</i>	Боливия	57,3	57,5	67,7	65,5	77,3	79,5	НД
2	k-7352	<i>S.phureja</i>	Боливия	66,3	56,0	79,0	68,0	96,0	76,7	КД
3	k-8271	<i>S.phureja</i>	Боливия	47,7	52,0	60,0	76,0	77,0	83,0	ДД
4	k-3648	<i>S.rybinii</i>	Колумбия	54,7	54,7	65,0	56,0	85,0	66,0	КД
5	k-5974	<i>S.rybinii</i>	Колумбия	59,0	58,7	67,0	65,0	80,7	75,0	КД
6	k-8592	<i>S.rybinii</i>	Колумбия	56,7	60,3	74,7	67,0	88,0	76,5	КД
7	k-9429	<i>S.rybinii</i>	Колумбия	53,7	49,7	64,7	59,3	81,5	67,0	КД
8	k-11537	<i>S.rybinii</i>	Колумбия	42,0	45,0	50,0	55,0	62,0	63,0	ДД
9	k-7048	<i>S.stenotomum</i>	Колумбия	45,7	48,7	55,3	56,0	67,0	73,5	ДД
10	k-11023	<i>S.stenotomum</i>	Колумбия	57,7	50,3	67,3	58,5	83,0	78,1	КД
11	k-12768	<i>S.goniocalyx</i>	Боливия	61,0	65,0	67,0	73,0	87,0	92,0	ДД
12	k-12778	<i>S.goniocalyx</i>	Боливия	62,5	66,5	72,0	77,0	85,0	93,0	ДД
13	k-8101	<i>S.andigenum</i>	Перу	54,0	48,0	69,0	-	74,0	-	ДД
14	k-15361	<i>S.andigenum</i>	Мексика	59,3	66,0	77,0	83,1	85,0	94,5	ДД
15	k-15645	<i>S.andigenum</i>	Колумбия	56,0	61,4	63,5	68,0	79,0	-	ДД
16	k-1699	<i>S.andigenum</i>	Перу	58,0	63,2	64,6	70,5	81,5	89,0	ДД
17	k-15645	<i>S.andigenum</i>	Колумбия	56,0	61,7	66,5	72,1	-	-	ДД
18	k-22194	<i>S.andigenum</i>	Перу	60	61,8	67,6	68,6	84,1	-	НД
19	k-24337	<i>S.andigenum</i>	Перу	47,0	54,4	58,0	63,4	64,0	71,3	ДД
20	k-24350	<i>S.andigenum</i>	Боливия	56,4	57,2	78,0	79,6	91,0	-	НД
21	k-10736	сорт Невский	Россия	42,1	42,8	46,5	46,0	-	-	НД

Таблица 2. Фотопериодическая чувствительность семян различных образцов культурных видов по клубнеобразованию (2005-2006гг)

1	№ каталога ВИР	Вид	Страна происхождения	Среднее число клубней на 1 растение				Средняя масса клубней на 1 растение	
				ДД	КД	КФПЧ	Реакц.	ДД	КД
2	k-8101	<i>S.andigenum</i>	Перу	14,0	25,3	1,8	КД	83	78
3	k-4065	<i>S. andigenum</i>	Аргентина	4,4	4,4	1,0	НД	40	42
4	k-12828	<i>S.andigenum</i>	Перу	5,7	10,3	1,8	КД	26	54
5	k-13873	<i>S.andigenum</i>	Перу	8,7	13,0	1,5	КД	86	56
6	k-15361	<i>S.andigenum</i>	Мексика	13,7	12,0	0,9	НД	101	94
7	k-15645	<i>S.andigenum</i>	Колумбия	14,7	15,5	1,1	НД	48	86
8	k-22194	<i>S.andigenum</i>	Колумбия	8,3	18,0	2,2	КД	26	47
9	k-24337	<i>S.andigenum</i>	Боливия	11,3	13,0	1,2	КД	82	77
10	k-24350	<i>S.andigenum</i>	Боливия	15,3	29,3	1,9	КД	47	79
11	k-8271	<i>S. phureja</i>	Боливия	9,3	8,2	0,9	НД	32	40
12	k-3648	<i>S. rybinii</i>	Колумбия	10,2	14,2	1,4	КД	40	45
13	k-5642	<i>S. rybinii</i>	Боливия	2,1	6,1	3,0	КД	51	58
14	k-5972	<i>S. rybinii</i>	Колумбия	6,4	7,5	1,1	НД	48	34
15	k-9347	<i>S. rybinii</i>	Колумбия	6,1	22,3	3,7	КД	39	60
16	k-9369	<i>S. rybinii</i>	Колумбия	37	20,6	0,5	ДД	22	22
17	k-7048	<i>S.stenotomum</i>	Боливия	4,0	7,2	1,7	КД	38	43
18	k-9889	<i>S.stenotomum</i>	Боливия	9,3	7,2	0,8	ДД	24	20
19	k-11023	<i>S.stenotomum</i>	Перу	8,1	10,4	1,2	НД	41	37
20	k-12768	<i>S.goniocalyx</i>	Перу	5,0	8,5	1,7	КД	34	89
21	k-12778	<i>S.goniocalyx</i>	Перу	6,5	12,0	1,8	КД	16	59
22	k-10736	Невский (К)	Россия	5,3	4,5	1,4	КД	54	56

Продолжительность дня, час

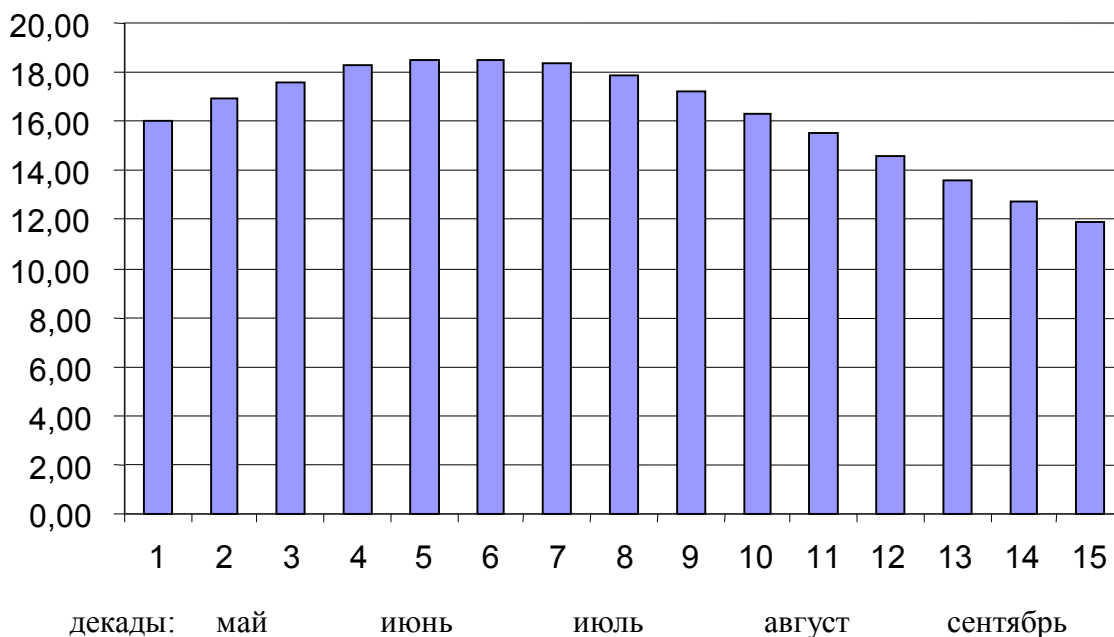


Рисунок 1. График продолжительности дня (г. Пушкин, Санкт-Петербург)

клубнеобразования, тогда как в отношении развития растений он проявлял положительную реакцию на длинный день. Другой же образец *S. rubinii* k-3648, наоборот, при отрицательной фотопериодической реакции во время развития, проявил нейтральную реакцию по клубнеобразованию. У этого вида были также выделены другие образцы с нейтральной фотопериодической реакцией.

Среди образцов вида *S. goniocalyx* не было выявлено образцов с положительной или нейтральной реакцией. Все изучаемые образцы оказались короткодневными.

Заключение. Изучение фотопериодической чувствительности культурных видов позволило установить существенную дифференциацию по этому свойству как среди видов, так и внутри них. Кроме того, установлено, что длинный день по-разному влияет на развитие надземных и подземных органов растений картофеля. Между положительной реакцией растений на длинный день в отношении развития надземной и подземной части растений не наблюдается прямой корреляции.

Поэтому при выделении источников ценных признаков для селекции среди диких и культурных видов картофеля необходимо отбирать только генотипы, сочетающие эти признаки с нейтральной или положительной фотопериодической реакцией по клубнеобразованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Букасов С.М. Использование видов картофеля в селекции. //Труды по прикл. бот., ген. и сел. Т.38. Вып.2. 1966. С.6–24.
2. Дорошенко А.И. Фотопериодизм некоторых культурных форм в связи с их географическим происхождением. //Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т. XXII. Вып 1. 1929. С.167–220.
3. Дорошенко А.В., Карпеченко Г.Д., Нестерова Е.И. Влияние продолжительности дня на клубнеобразование у картофеля. //Труды по прикл. бот., ген. и селекции, Т.23. Вып.2. 1930.

4. *Иванова О.А.* Особенности развития и клубнеобразования культурных и диких видов картофеля в условиях разной длины дня и температуры ночи. //Труды по прикладной бот., ген. и сел. ВИР, 1974. Т. 53. Вып. 1. С.148–162.
5. *Камераз А.Я.* Хозяйственные качества нового культурного полиморфного картофеля *S. andigenum*. //Труды по прикл. бот., ген. и сел. Т. 28. Вып. 2. 1949. С.26–30.
6. *Перечень образцов картофеля с характеристикой видов по фотопериодической и температурной реакции.* /Составители Л.В. Романова, О.А. Иванова. Л. ВИР.1987
7. *Разумов В.И.* Влияние переменной продолжительности дня на клубнеобразование. //Труды по прикл. бот. ген. и сел. Т. XXVII, ВИР.1931 № 5. С.26–39.
8. *Синельникова В.Н.* Влияние длины дня на рост, цветение и клубнеобразование различных видов картофеля. //Автореф. Дисс. канд. биол.наук ВИР. 1966. 17с.
9. *Amador V., J.Bou, J. Martines-Garcia, E.Monte, M. Rodrigues-Falcon, E. Russo and S.Prat.* Regulation of potato tuberization by daylength and gibberellins //J.Dev. Biol. 45 2001. P.37–38.
10. *Arthur J.M., Guthrie, J.D. and Newell, J.M.* Some effects of artificial climates on the growth and chemical composition of plants. //Am. J. Bot. V.17. 1930. P.416–482.
11. *Garner W.W., Allard H.A.* Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. J. Agric. Res., 18, 11, 1920.
12. *Driver C.M. and J.G. Hawkes.* Photoperiodism in the Potato. Ed. Of Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics. Techn. Com. No 10, Dec.1943. Cambridge.England. 36 p.
13. *Hackbarth J.* Veruche über Photoperiodismus bei südamericanishen Kartoffelklonen. //Züchter 7 V.1935. P. 95–104.
14. *Hawkes J.G.* The indigenous American potatoes and their value in plant breeding. 1: Resistance to disease, 2: Physiological properties, chemical composition and breeding capabilities. Empire. J. Expt. Agric. V.13 1945. P.11–40.
15. *MacClelland, T.B.* Studies of the photoperiodism of some cultivated plants. //J. Agric. Res. 37, 1928. P. 603–628.
16. *Schick R.* Über den Einfluss der Tageslange uf den Knollenbildung der Kartoffel. // Zuchter. 1931. N 3 S. 365–369.

D.A. KIRILOV,
S.D. KIRU,
S.V. PALEKHA

ACCESSIONS OF ANDEAN CULTIVATED POTATO SPECIES WITH NEUTRAL PHTOPERIODICAL RESPONCE AND VALUABLE TRAITS FOR BREEDING

Summary

The Andean potatoes differ by the wide morphological and genetic diversity. For breeders they are known as rich source of such valuable traits for creating of new varieties, as earliness, yield, high contents of dry matter and protein, resistance to many fungal, virus and bacterial diseases, and also to different pests. However the majority of forms of these species have a undesirable character - negative reaction to long day. For breeding only the samples combining a valuable attribute with neutral reaction for long day are valuable. As a result of researches on studying a collection of South American cultivated specie a samples with neutral and positive photoperiodic sensitivity are singled out.

К 80 - ЛЕТИЮ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ ВИР

(Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, том 163)

Редактор Ю.С. Кирюкова
Технический редактор В.Г. Лейтан
Компьютерная верстка И.А. Звейнек

Подписано в печать 27.12. 2006 Формат бумаги 70 x 108 ^{1/16}
Гарнитура Times. Бумага офсетная. Печать трафаретная ризографическая
Печ.л 13.7. Тираж 200 экз. Зак. 310

Сектор редакционно-издательской деятельности ВИР
190000, Санкт-Петербург, Большая Морская ул. 44

ООО «Копи-Р»
С-Петербург, пер. Гривцова 6^б