

**РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО КАРТОФЕЛЕВОДСТВУ
И ПЛОДООВОЩЕВОДСТВУ»**



КАРТОФЕЛЕВОДСТВО

Сборник научных трудов

Том 26

**RUE «RESEARCH AND PRACTICAL CENTER OF NATIONAL
ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS FOR POTATO,
FRUIT AND VEGETABLE GROWING»**

POTATO-GROWING

Proceedings

Volume 26

Минск 2018

УДК 635.21

Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 26. – 312 с.

Издание основано в 1970 г.

Главный редактор С. А. Турко
Зам. главного редактора Г. И. Пискун
Ответственный секретарь А. А. Ванягина

Редакционная коллегия: С. А. Турко, Г. И. Пискун, С. И. Гриб, Л. В. Сорочинский, З. А. Козловская, А. П. Ермишин, А. В. Кильчевский, В. А. Козлов, Л. Н. Козлова, В. Л. Маханько, Н. В. Русецкий, Д. Д. Фицуру, А. В. Чашинский, И. И. Бусько, И. А. Родькина, Е. В. Радкович, В. В. Азаренко, З. В. Ловкис

Editor-in-chief S. A. Turko
Deputy editor-in-chief G. I. Piskun
Responsible secretary A. A. Vanyagina

Editorial staff: S. A. Turko, G. I. Piskun, S. I. Grib, L.V. Sorochinckiy, Z. A. Kozlovskaya, A. P. Ermishin, A. V. Kilchevskiy, V. A. Kozlov, L. N. Kozlova, V. L. Mahanko, N. V. Rusetskiy, D. D. Fitsuro, A. V. Chashinskiy, I. I. Busko, I. A. Rodkina, E. V. Radkovich, V. V. Azarenko, Z. V. Lovkis

© Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2018
© Оформление. Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Селекция картофеля

<i>Андрианов А. Д., Андрианов Д. А.</i> Направления селекции картофеля в Республике Башкортостан	6
<i>Бондарчук А. А., Верменко Ю. Я., Фурдыга Н. Н., Тымко Л. В.</i> Адаптивный потенциал сортов картофеля в условиях Правобережного Полесья Украины	22
<i>Кожушко Н. С., Завора Я. А.</i> Биологическая взаимосвязь признаков картофеля и ее использование в практической селекции	31
<i>Козлова Л. Н., Пискун Г. И., Корзан А. А.</i> Суммарная антиоксидантная способность клубней картофеля	39
<i>Костина Л. И., Косарева О. С.</i> Генеалогия селекционных сортов картофеля ...	46
<i>Кравченко Н. В., Подгаецкий А. А., Собран В. М., Собран И. В.</i> Содержание крахмала среди потомства от беккроссирования межвидовых гибридов картофеля в первом клубневом поколении	51
<i>Митюшкин А. В., Журавлев А. А., Жарова В. А., Митюшкин Ал-р В., Салюков С. С., Овечкин С. В., Гайзатулин А. С., Симаков Е. А.</i> Эффективный подбор родительских форм в селекции столовых сортов картофеля для здорового питания	57
<i>Назаров В. Н., Бусько И. И., Леванцевич И. В., Манцевич Л. А.</i> Устойчивость гибридов конкурсного сортоиспытания картофеля к ризоктониозу	65
<i>Подгаецкий А. А., Кравченко Н. В., Ставицкий А. А.</i> Селекционная ценность межвидовых гибридов картофеля, их беккроссов по столовым качествам клубней	71
<i>Сидорчук В. И., Писаренко Н. В., Гайдук Л. В., Незаконова Л. В., Козлов В. А.</i> Результаты селекции картофеля в Полесском опытном отделении Института картофелеводства НААН Украины с использованием гибридных семян и отцовских форм белорусской селекции	76
<i>Шарилова Д. С.</i> Оценка новых сортов картофеля казахстанской селекции для переработки в крахмал	85

Раздел 2. Генетика картофеля

<i>Гапеева Т. А., Яковлева Г. А., Семанюк Т. В., Третьякова Т. Г., Волотовский И. Д.</i> Идентификация генетических детерминант партнеров в межвидовой соматической гибридизации картофеля с использованием RAPD-праймеров	89
<i>Гордиенко В. В., Бондарчук А. А., Фурдыга Н. Н., Захарчук Н. А.</i> Выделение хозяйственно ценных признаков для практической селекции среди образцов, составляющих генофонд картофеля	96
<i>Русецкий Н. В.</i> Оценка исходного материала картофеля на иммунитет к вирусам картофеля	101
<i>Чащинский А. В.</i> Создание нового исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу	112
<i>Чащинский А. В., Козлов В. А., Русецкий Н. В., Немчёнок Н. В., Леванцевич И. В., Манцевич Л. А.</i> Выделение исходного материала с комплексной устойчивостью к болезням в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками среди сложных межвидовых гибридов картофеля	119

Раздел 3. Иммуитет и защита картофеля

<i>Бусько И. И., Леванцевич И. В., Калач В. И.</i> Серкадис® – новая эра в протравливании картофеля против болезней	130
<i>Бусько И. И., Леванцевич И. В., Назаров В. Н., Манцевич Л. А., Романюк Г. П.</i> Фрея – новый инсектицид для защиты картофеля от колорадского жука	136
<i>Козлов В. А., Русецкий Н. В., Чашинский А. В.</i> Изучение распространенности и структуры популяций вирусных болезней картофеля в Витебской и Гродненской областях	140
<i>Коломиец Э. И., Ананьева И. Н., Молчан О. В., Бусько И. И.</i> Экологические основы защиты картофеля от комплекса болезней грибной и бактериальной этиологии	152
<i>Рылко В. А., Кажарский В. Р., Потапенко М. В.</i> Эффективность применения пестицидов компании Bayer AG на картофеле	159
<i>Сидоренко Т. Н., Тихонова Л. Г.</i> Эффективность защиты картофеля по результатам производственных опытов	165
<i>Тимошенко Е. П., Кучерявенко О. А., Шевченко И. М., Керечанин В. И., Бондарь И. Н.</i> Фитовирусологический мониторинг посадок картофеля на Полесье Украины	170
<i>Трускинов Э. В.</i> К вопросу оценки полевой устойчивости картофеля к вирусным болезням и метода ее установления	177
<i>Халимоненко Ю. А., Глушакова Ю. В., Радкович Е. В., Гуца Г. Н.</i> Подбор оптимальной схемы иммунизации лабораторных животных вирусными антигенами для получения высокоактивных специфичных антисывороток к PVX и PVY	183

Раздел 4. Технология производства, переработки и хранения картофеля

<i>Гаспарян И. Н., Левшин А. Г., Дыйканова М. Е., Бутузов А. Е.</i> Укрывание раннего картофеля в Московской области	189
<i>Гаспило Д. С.</i> Влияние агрофизических показателей почвы и способа ее обработки на урожайность и показатели качества столового картофеля	194
<i>Гаспило Д. С., Турко С. А., Фицура Д. Д.</i> Эффективность возделывания продовольственного картофеля с шириной междурядий 70 и 90 см в Беларуси ...	205
<i>Ильчук Ю. Р., Рудник-Иващенко О. И.</i> Повышение урожайности раннеспелого сорта картофеля при комплексном применении агротехнологических факторов выращивания	214
<i>Качмар О. Й., Вавринович О. В., Дубицкий О. Л., Щерба М. М.</i> Выращивание картофеля в короткоротационных севооборотах Западной Лесостепи Украины	221
<i>Мялковский Р. О.</i> Экономическая эффективность производства картофеля в зависимости от сорта, сроков сева и глубины заделки	229
<i>Сачко З. Н., Лодыга И. Г., Карпеш А. И.</i> Роль способов уборки картофеля в устойчивости клубней картофеля к механическим повреждениям	235

Раздел 5. Семеноводство картофеля

<i>Анисимов Б. В., Зебрин С. Н., Карданова И. С.</i> Проверочные испытания мини-клубней картофеля методом грунтового контроля сортообразцов	241
---	-----

Анципович В. В., Бобкова О. И., Дешко М. П., Ярошкина Т. В., Анципович Н. А. Влияние некорневых подкормок микроудобрениями, густоты посадки и способов возделывания на продуктивность растений картофеля в сооружениях защищенного грунта	250
Вишневецкая О. В., Костянец М. И., Столярчук Л. В., Рязанцев М. В. Влияние применения регуляторов роста растений и густоты посадки на урожайность и семенную продуктивность оздоровленного разнофракционного семенного материала картофеля	258
Галушка П. А., Кравченко Д. В. Особенности формирования микроклубней картофеля в зависимости от фотопериода и температурного режима	267
Карданова И. С., Етдзаева К. Т., Овэс Е. В., Анисимов Б. В. Применение различных технологий выращивания мини-клубней в условиях высокогорья	272
Кравченко Д. В., Зотов В. С. Возможности применения установок с контролируемым светодиодным освещением в технологиях микрклонального размножения картофеля	280
Логинов Ю. П., Казак А. А. Эколого-географический принцип ведения семеноводства сортов картофеля отечественной селекции в Тюменской области, включенных в реестр	286
Овэс Е. В., Гаитова Н. А., Бойко В. В., Фенина Н. А. Параметры оценки морфогенеза <i>in vitro</i> в процессе тиражирования исходного материала картофеля	291
Радкович Е. В., Гуца Г. Н., Глушакова Ю. В., Халимоненко Ю. А., Анципович В. В. Применение комплекса диагностических методов при отборе здоровых клонов в семеноводстве картофеля	297
Семенчук В. Г., Коленчук М. Н., Маковийчук С. Д. Влияние сроков удаления ботвы на производство семенного картофеля	302
Раздел 6. Общие вопросы картофелеводства	
Старовойтова О. А., Старовойтов В. И., Манохина А. А., Воронов Н. В. Становление технологии и механизации картофелеводства в России	308

РАЗДЕЛ 1

СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:631.527:631.526.32(470.57)

А. Д. Андрианов, Д. А. Андрианов

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»,

г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

E-mail: a.d.andrianov@mail.ru; d.a.andrianov@mail.ru

НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

РЕЗЮМЕ

Изучен морфогенез растений раннего картофеля в условиях Республики Башкортостан. Определена взаимосвязь между изменением погодных условий и требованиями, предъявляемыми конкретными сортами картофеля для адаптации их в Республике Башкортостан. Урожайность сорта картофеля зависит от его архитектоники, габитуса и гомеостаза. Разработаны морфобиологические типы растений и модель сорта раннего картофеля для почвенно-климатических условий Республики Башкортостан. Описаны новые сорта картофеля Алексеевский, Елена и Бирский. Даны практические рекомендации для дальнейшей селекции раннего картофеля.

Ключевые слова: ранний картофель, сорт, морфология растений, фенотип, генотип.

ВВЕДЕНИЕ

Селекция картофеля в Башкирской АССР началась в конце 50-х гг. прошлого века с работ Е. Н. Прянишниковой в Башкирском НИИСХ (до этого – в ИКХ Коренево) и автора этой статьи Д. А. Андрианова с 60-х гг. прошлого века в Башкирском СХИ. В 1965 г. были выведены неракоустойчивые среднеспелые сорта Алсу (С-260-59, от скрещивания сортов Детскосельский и Октябренок) и Уфимский (С-14-57) – авторы Е. Н. Прянишникова, В. А. Стахеев и Е. И. Сухарева. В 1975 г. был создан сорт Забельский. Затем Е. Н. Прянишникова уехала из БАССР. В 1977 г. был районирован среднеранний сорт картофеля Уфимец (авторы Е. Н. Прянишникова и Л. П. Акатьева) от скрещивания сортов Юбель и Агрономический [1]. Л. П. Акатьева в 1984 г. вывела сорт Аксу, в конце 80-х гг. совместно с В. Н. Сухаревой и Л. С. Юмагуловой – среднеспелый сорт Ашкадар и среднепоздний сорт Ашкадар 2 [1]. С 90-х гг. XX в. в БНИИСХ Л. П. Акатьева и И. С. Марданшин вели селекционную работу совместно с ВНИИКХ им. А. Г. Лорха, в результате чего были созданы в 10-х гг. этого столетия сорта Башкирский и Бурновский [2].

Современное сельскохозяйственное производство регионов Российской Федерации остро нуждается в новых сортах картофеля [3–7, 11, 12]. Они должны обладать комплексной устойчивостью к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам погоды, которые вызывают стрессовые реакции у возделываемых растений. Вновь вводимые в растениеводство сорта картофеля должны быть пригодны к механизированному возделыванию и устойчивы к механическим повреждениям. Физиологический покой клубней новых сортов должен обеспечивать их длительное хранение в картофелехранилище с хорошей лежкостью и сохранностью. Возделывание современных

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

сорта картофеля позволяет проводить промышленную переработку клубней на разнообразные полуфабрикаты и готовые продукты (включая напитки на основе картофеля), а также осуществлять приготовление разнообразных блюд из картофеля с высокими кулинарными качествами. Важным направлением выращивания новых сортов картофеля является производство диетического, детского и экологического картофеля. Остро стоит вопрос с селекцией кормовых сортов картофеля.

Разнообразие сортов картофеля на территории Республики Башкортостан и Уральского региона позволяет успешно противостоять распространению и развитию многих болезней и вредителей картофеля, в том числе и карантинных. Расширение ассортимента возделываемых сортов дает возможность производителям разных форм собственности и различного уровня товарности получать стабильные по годам урожаи независимо от складывающихся погодных условий.

Селекция картофеля на раннеспелость имеет множество сторон и проблем. В разных почвенно-климатических условиях один и тот же сорт будет вести себя по-разному и будет иметь различный отклик на их влияние. Поэтому для каждого региона необходимо создавать свои сорта на раннюю культуру картофеля [3–7, 11, 12].

В земледелии Российской Федерации отсутствуют специальные кормовые сорта и крайне мало технических сортов картофеля [7]. Цель наших исследований – изучение морфогенеза и основных закономерностей продукционного процесса растений картофеля разных направлений использования в условиях Республики Башкортостан; обоснование общих положений внешнего облика, модели сорта культуры для сверхранних, раннеспелых и среднеранних сортов; выведение гибридов и сортов картофеля.

В задачи исследований входило решение следующих вопросов:

1. Изучение взаимосвязи между погодными условиями и требованиями конкретных гибридов и сортов картофеля различных групп спелости для адаптации их в Республике Башкортостан.

2. Выявление закономерностей формирования различных органов и биологического урожая гибридов и сортов картофеля в условиях Республики Башкортостан. Изучение растений картофеля для селекции на продовольственное, кормовое и техническое использование в условиях данной республики.

3. Изучение морфогенеза растений раннего картофеля в условиях Республики Башкортостан и обоснование общих положений внешнего облика сорта культуры для сверхранних, раннеспелых и среднеранних сортов.

4. Разработка морфобиологических типов растений и моделей сорта раннего картофеля для условий Республики Башкортостан.

5. Выявление закономерностей формирования товарного урожая раннего, технического и кормового картофеля в условиях Республики Башкортостан.

6. Создание новых сортов раннего столового, технического и кормового картофеля на основе модели сорта в условиях Республики Башкортостан. Описание новых сортов картофеля Алексеевский, Бирский и Елена.

7. Формулирование выводов и разработка практических рекомендаций для дальнейшей селекционной работы и совершенствования современных агротехнологий раннего картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В учебно-научном центре БГАУ и в совхозах «Алексеевский», «Цюрупа», «60 лет СССР» Уфимского района в 1967–2017 гг. проводили исследования по изучению селекционного материала картофеля различного генотипа. Опыты закладывали в семипольном

севообороте. Для исследований были использованы суперэлита и элита сортов Невский, Пушкинец, Искра, Белорусский ранний, Ред Скарлет, Алексеевский, Бирский, Елена и другие сорта и гибриды картофеля (более 400 наименований) массой клубней 60–80 г. Общая площадь делянки составляла 47,6 м², учетная – 25 м², повторность опыта шестикратная. Посадку проводили пророщенным посадочным материалом в различные календарные сроки с разной схемой посадки на глубину 6–8 см. Для закладки опыта использовали методику, применяемую для закладки питомника конкурсного сортоиспытания картофеля. Сорта высаживали поделочно, расположение делянок последовательное. Через каждые 10 делянок располагался сорт-стандарт. Окончательную уборку урожая проводили методом сплошной уборки в августе – первой половине сентября в зависимости от группы спелости селекционных номеров и погодных условий в годы проведения исследования. Все наблюдения, учеты и анализы проводили по общепринятым методикам [9]. Данные подвергались математической обработке на ПЭВМ в Excel. Взаимосвязь признаков продуктивности определялась по методике П. Ф. Рокицкого [10]. Математическую обработку влияния отдельных элементов погоды на урожайность картофеля определяли путем установления коэффициента корреляции, урожайных данных, а достоверность различий между количественными показателями признаков устанавливали методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [8] с использованием программы Microsoft Excel.

Почвы опытных участков представлены черноземами выщелоченными тяжело- и среднесуглинистыми. Агрохимические показатели почвы: рН_{сол.} 5,1–5,7, содержание гумуса 7,4–9,2%, Р₂О₅ подвижный 7,5–9,0 мг/100 г почвы, К₂О обменный 12–17 мг/100 г почвы.

Пробные копки начинали на 60-й день после посадки и осуществляли их через каждые 10 дней. В каждый срок уборки проводилась выкопка по делянкам в четырех повторностях. Учитывали надземную массу, массу и число клубней, содержание крахмала и вкусовые качества. Устанавливалась динамичная зависимость урожайности и ее компонентов от метеорологических факторов различных лет выращивания. Выявлялись оптимальные условия получения высокого урожая.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Начинать решать проблему управления продуктивностью раннего картофеля надо с глубокого изучения биологии культуры. Формирование органов генеративного и вегетативного размножения картофеля идет одновременно и необходимо друг для друга. Таким образом, цветение и клубнеобразование не конкурируют за использующиеся при фотосинтезе пластических веществ. Ограничивающими факторами для реализации потенциальной урожайности являются показатели количества прихода фотосинтетической активной радиации и биологические и хозяйственные возможности современных сортов и гибридов культуры. Предел суточной эффективности истинного фотосинтеза 20 %, а дыхания – 8 % от поглощенной фотосинтетически активной радиации. Совершенствование селекции, семеноводства и агротехники картофеля позволяет полнее использовать генетические возможности селекционного материала культуры [3–7, 11, 12].

За полвека исследования биологии, генетики, селекции, агротехники и технологии хранения картофеля в Республике Башкортостан собран богатейший материал селекционных номеров исходного материала для селекции современных пластичных, устойчивых к основным заболеваниям культур, приспособленных для механизированного выращивания в почвенно-климатических условиях Республики Башкортостан, с потенциальной урожайностью клубней до 100 т/га (что значительно выше, чем у всех имеющихся в настоящее время отечественных и зарубежных сортов картофеля) и стабильным по годам их качеством, с высокими кулинарными свойствами.

Д. А. Андриановым в БСХИ в 60–70-е гг. было создано множество перспективных гибридов картофеля разных групп спелости и целевого назначения, а в 80-е гг. на их основе – гибридный материал, который и послужил основой для выведения сортов Алексеевский, Елена и Бирский.

Почему селекция картофеля в Башкирии прошла такой длительный срок, чтобы создать первые десять сортов культуры? Это связано с экстремальными погодными условиями каждый год. В Приуралье и на Южном Урале может быть и засуха и дождливо, может быть жарко и очень холодно все лето или все перечисленное в один вегетационный период. Поэтому вести создание новых сортов в теплице по характеристике исходных форм по набору отдельных показателей *невозможно*. А кроме того, много совершенно разных почв с разной кислотностью, количеством и соотношением элементов питания разного механического состава и различный рельеф местности с большим перепадом высот от уровня моря с сильными ветрами, своеобразная флора и фауна, разный уровень культуры производства. ***Надо сразу вести селекционную работу только в поле***, чтобы у новых растений формировался свой тип питания и своя норма реакции на все возможные природные и антропогенные условия произрастания. И только в помощь полевому опыту необходимо проводить специальные исследования в мелкоделяночных, микрополевых, вегетационных и лабораторных опытах с почвенной, песчаной и воздушной (аэропонной) культурой картофеля. В результате новые сорта картофеля будут долговечными и приспособленными к местным условиям произрастания.

Полученные нами результаты показывают, что в благоприятные по погодным условиям годы число стеблей и высота растений возрастали с увеличением массы посадочного клубня. В условиях относительно засушливых годов при пересчете на одно растение число главных стеблей и высота растений увеличивались с повышением массы посадочного материала.

За годы исследований период «посадка – всходы» у раннеспелых сортов колебался от 14 до 24 суток, в то время как у позднеспелых сортов – соответственно 25–30 суток. Это говорит о сильной зависимости раннеспелых сортов от температуры почвы в этот период. Межфазный период «всходы – бутонизация» у ранних сортов составил 12–14 суток, а у поздних – соответственно 10–12 суток. От бутонизации до цветения у ранних сортов проходит 6–11 суток, а у поздних – 13–15 суток.

Нами установлено, что в период интенсивного накопления урожая раннего картофеля количество клубней увеличивалось до конца июля, а далее почти не изменялось. Но зато количество товарных клубней до окончания уборки постепенно возрастало.

Таким образом, накопление урожая в июле – начале августа идет за счет увеличения числа и массы товарных клубней. В процессе образования урожая клубней можно выделить два периода. Формирование ботвы, рост столонов и завязывание на них клубней составляет первый из них. Второй период характеризуется увеличением массы имеющихся клубней за счет функционирования надземной массы и корневой системы. Картофельное растение предъявляет разные требования к условиям произрастания на протяжении обоих периодов, характеризующихся иногда полной контрастностью. Так, некоторые сорта в первый период терпимо относятся к недостатку влаги, тогда как во второй она нужна им в большом количестве в зависимости от биологии сорта. Аналогично можно сказать и о температурном режиме. Возможность оптимального обеспечения растения факторами роста с учетом требования его по периодам в значительной степени отражается на урожайности клубней. Так, если условия первого периода будут способствовать формированию большого количества клубней, а второй обеспечит максимальный их рост, то урожайность будет высокой. Однако, возможно, могут быть

и исключения из этой закономерности. В связи с этим селекционерам необходимо тщательно изучать характеристику погодных условий региона, составить модель и создавать сорта, отвечающие по биологическим показателям погодным факторам экологической зоны. Кроме того, в физиологических исследованиях в агрономических опытах необходимо обращать внимание на изучение факторов с точки зрения влияния их на динамику формирования урожая – как в первом, так и во втором периоде.

Различные раннеспелые и среднеранние сорта имеют существенные отличия между собой по реакции на условия произрастания в разные периоды вегетации. Показатели продуктивности раннего картофеля изменяются под воздействием комплекса внешних условий – температура воздуха и влажность почвы – у разных сортов в различной степени на разных этапах роста растений.

В Республике Башкортостан растения раннего картофеля к 5 августа могут сформировать в среднем урожай клубней до 1509,6 г с 1 куста или при густоте посадки 50 тыс. шт/га урожайность 72 т с 1 га. У всех изученных сортов проявляется сильная обратная зависимость между числом клубней и их средней массой.

Одновременно для них характерна годовая цикличность между описанными компонентами продуктивности раннего картофеля. Если в один год больше число клубней на 1 куст, то на следующий год всегда больше средняя масса клубня. Кроме этого установлено, что выращивание высокопластичного сорта обеспечивает производство урожая лучшего качества. По нашему мнению, для селекционной работы лучшими являются формы со слабой зависимостью между числом и массой клубней.

Для характеристики продолжительности фотосинтетической работы посадок используют показатель фотосинтетического потенциала (ФСП), который находится в тесной положительной корреляционной связи с урожайностью клубней. Эта связь тем сильнее, чем ближе к оптимальной (60–90 тыс. м²/га) площадь листьев в посадках. Хорошими считаются посадки, для которых ФСП равен не менее чем 2 млн м² сушки/га в расчете на каждые 100 дней фактической вегетации.

Мы пришли к заключению, исследуя генеалогию всех 400 сортообразцов, что в почвенно-климатических условиях Республики Башкортостан с контрастной погодой в вегетационный период по каждому году наиболее подходят в качестве исходных форм для селекции раннего картофеля два сортогипа культуры – сортотип Ранняя Роза и сортотип межвидовой гибрид.

Очень важно следующее обстоятельство: *все изученные раннеспелые сортообразцы в разные годы смогли развернуть не более 13 листьев*, хотя у большинства из них закладывалось в точке роста значительно больше.

В данной связи нами установлено, что для условий Республики Башкортостан на сегодняшний момент и перспективу на 10 лет необходимо создавать новые сорта сверхранней, раннеспелой и среднеранней групп спелости для производства раннего картофеля, опираясь на следующую модель: 1) использовать для селекции два сортогипа культуры – сортотип Ранняя Роза и сортотип межвидовой гибрид; 2) срок посадки: для сортогипа Ранняя Роза 3–7 мая и для сортогипа межвидовой гибрид 9–14 мая; 3) проводить первую копку 25 июня, то есть через 20–30 дней после посадки; 4) осуществлять последнюю копку 5 августа; 5) вегетационный период должен составлять 75–95 дней; 6) урожайность клубней – при первой копке 5 т/га, при последней копке 35–100 т/га; 7) число клубней на 1 куст должно быть 15–20 для среднеклубневых сортов и 10–17 клубней для крупноклубневых сортов; 8) средняя масса клубней 50–70 г для среднеклубневых сортов и 70–100 г для крупноклубневых сортов; 9) обязательна устойчивость к возбудителям рака и глободероза.

Для достижения этих показателей растения новых сортов должны обеспечивать: а) развертывание мощной листовой поверхности – индекс листовой поверхности $6-9 \text{ t}^2/\text{m}^2$; б) формирование фотосинтетического потенциала более 2 млн $\text{m}^2 \cdot \text{сутки}/\text{га}$ на каждые 100 дней вегетации; в) эффективное функционирование всего растения – чистая продуктивность фотосинтеза должна быть более $6 \text{ г}/\text{m}^2 \cdot \text{сутки}$; г) развертывание не менее 4 основных стеблей на 1 куст и на каждом стебле 11–13 основных листьев.

Вышеперечисленное позволило вывести нам три сорта картофеля различного целевого назначения: Алексеевский, Елена, Бирский.

Продовольственный сорт картофеля **Алексеевский**. Оригинатор и патентообладатель: ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ. Происхождение: Находка×Аврора с последующим индивидуальным отбором. Авторы: Д. А. Андрианов, А. Д. Андрианов, Е. Н. Майстренко, Н. Ш. Фаткуллин, И. П. Леонтьев. Включен в Госреестр по Средневолжскому и Уральскому регионам Российской Федерации в 2017 г. Назначение – столовый, пригоден для переработки на картофелепродукты и крахмал.

Потребительские качества клубней. Разваримость слабая (кулинарный тип В), мякоть не темнеет при резке и варке, вкус хороший. Клубни средние и крупные. Средняя масса клубней 98–155 г. Сорт многоклубневый. На куст формируется 16–22 клубней (иногда до 42 шт.), которые устойчивы к механическим повреждениям.

Хозяйственные признаки. Скороспелость – среднеспелый. Урожайность клубней высокая: в госиспытании 16,3–42,0 т/га без орошения и в наших опытах до 114 т/га при поливе. Товарность урожая клубней высокая – 82–98 %. Лежкость клубней хорошая и высокая – 92–98 %, но наблюдается начало прорастания клубней через 60–70 суток после начала хранения при температуре хранения выше $+4 \text{ }^\circ\text{C}$. Сохранность клубней хорошая. Содержание крахмала – 16,4–21,5 %, сухого вещества – 22–27 %.

Рост и развитие растений. Сорт отличается быстрыми и равномерными всходами, обладает ранним и продолжительным периодом формирования клубней. Клубневое гнездо компактное, поверхностное (рис. 1). Для него характерно быстрое отрастание листьев после поедания колорадским жуком.

Устойчивость к болезням. Сорт устойчив к возбудителю рака картофеля (к обычному патотипу Далемскому (D1) и цистообразующей золотистой картофельной нематоды (к патотипу Ro1), а также, по данным оригинатора, устойчив по ботве и клубням к возбудителю фитофтороза. Среднеустойчив к ризоктониозу, черной ножке, альтернариозу.



Рисунок 1 – Кусты картофеля сорта Алексеевский перед уборкой*

Слабопоражается паршой обыкновенной. Высокоустойчив к полосчатой мозаике, вирусу скручивания листьев. Среднеустойчив к морщинистой мозаике и готике. Устойчив к жаре и засухе.

Морфологические признаки. Куст прямостоячий и полупрямостоячий, компактный, высокий, промежуточного типа (рис. 2, 3). Стебли средней толщины, слабоветвистые, угловатые, среднеоблиственные, зеленые, среднеокрашенные антоцианом. Листья средние и крупные, среднерассеченные, темно-зеленые, слабоопушенные, со средним жилкованием

* Фото, приведенные в статье на рисунках 1–24, принадлежат Д. А. Андрианову.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ



Рисунок 2 – Общий вид посадок картофеля сорта Алексеевский



Рисунок 3 – Куст картофеля сорта Алексеевский (вид сверху)

(рис. 4). Глянцевитость верхней стороны листьев средняя. Глубина жилок средняя, антоциановая окраска средней жилки верхней стороны от слабой до средней. Волнистость края средняя. Доли листа средней величины, сидячие с срединным месторасположением. Конечная доля овальной формы с сердцевидным основанием и слабо заостренной вершиной. Первая пара боковых долей равнобокая. Частота срастаемости средняя. Цветение обильное, продолжительное, а ягодообразование обильное и среднее. Соцветие большое, компактное, многоцветковое (рис. 5). Цветоножки средней длины, круглые, сильно окрашены антоцианом, без прицветных листков. Чашечка зеленая, чашелистики короткие, шиловидные. Венчик среднего размера, красно-синефиолетовый с белыми кончиками с внутренней стороны. Интенсивность антоциановой окраски внутренней стороны венчика сильная со средней долей синевы. Бутоны ранораскрывающиеся с короткими волосками опушения. Пыльники короткие, желтые. Столбик прямой, средней толщины, немного превышающий пыльниковую колонку. Клубни овально-округлой формы с мелкими глазками (рис. 6). Глазки красные. Кожура гладкая и слегка шероховатая, окраска частично красная. Мякоть клубня кремовая (рис. 7). Световой росток средний, яйцевидной формы (рис. 8). Основание красно-фиолетовое со слабым опушением или без него. Интенсивность антоциановой окраски основания сильная, доля синевы средняя. Размер верхушки относительно основания средний. Тип роста верхушки промежуточного типа, интенсивность антоциановой окраски верхушки слабая. Корневых бугорков много. Боковые ростки короткие.



Рисунок 4 – Листья картофеля сорта Алексеевский



Рисунок 5 – Соцветия картофеля сорта Алексеевский

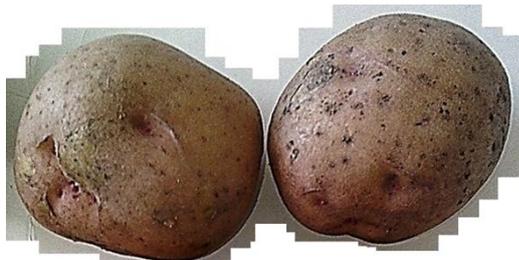


Рисунок 6 – Клубни картофеля сорта Алексеевский

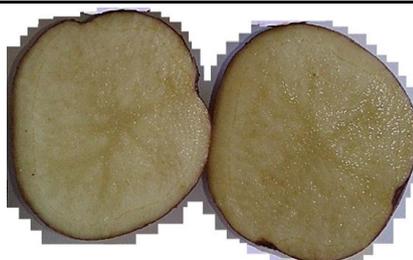


Рисунок 7 – Продольный разрез клубней картофеля сорта Алексеевский



Рисунок 8 – Световой росток картофеля сорта Алексеевский (вид сбоку и сверху)



Ценность сорта. Сорт экологически пластичен. Дает стабильно высокую урожайность клубней с высокой товарностью. Клубни имеют высокое содержание сухих веществ и низкое содержание редуцирующих сахаров. Клубневое гнездо компактное неглубокое. Сорт устойчив к механическим повреждениям и пригоден к механизированной уборке. Обладает хорошей лежкостью клубней в период хранения и пригоден к переработке на картофелепродукты и крахмал, на корм животным. Сорт имеет комплексную устойчивость к вирусам. Отличается быстрым отрастанием листьев после поедания колорадским жуком. Обладает жаро- и засухоустойчивостью. Устойчив к возбудителям рака картофеля, золотистой картофельной цистообразующей нематоды, к фитофторе. Относительно устойчив к колорадскому жуку. Сорт характеризуется высокой отзывчивостью на внесение повышенных доз органических и минеральных удобрений. Из-за раннего и продолжительного периода формирования клубней может быть использован и для производства раннего картофеля.

Продовольственный сорт картофеля **Елена**. Оригинатор и патентообладатель – ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ. Происхождение: ♀ Белоусовский × ♂ гибрид 09-05-95ДАА (♀ Тимо Ханккян (Fruhnudel × Katahdin) × ♂ Бимонда (Rubinia × Gloria)) с последующим индивидуальным отбором. Авторы: Д. А. Андрианов, А. Д. Андрианов, Е. Н. Майстренко, Н. Ш. Фаткуллин, И. П. Леонтьев. Включен в Госреестр Российской Федерации по Уральскому региону с 2018 г. Назначение – столовый, пригоден для переработки на картофелепродукты и крахмал.

Потребительские качества клубней. Разваримость средняя (кулинарный тип ВС), консистенция мякоти умеренно плотная, умеренно рассыпчатая, слабо водянистая. Запах вареного картофеля приятный, вкус хороший. Мякоть не темнеет при резке и при варке.

Клубни овально-круглые, крупные (средняя масса 90–135 г). Сорт многоклубневый, клубни выровненные в гнезде, которые устойчивы к механическим повреждениям.

Хозяйственные признаки. Скороспелость – среднеранний (61–75 дней). Урожайность клубней высокая: на госсортоучастке за 2015–2017 гг. – 15,7–30,7 т/га без орошения, в наших опытах – 29,6–68,8 г/га без орошения и до 92,4 т/га при поливе. Товарность урожая клубней высокая – 72,4–94,0 %. Лежкость клубней хорошая и высокая – 91,8–97,2 %. Сохранность клубней хорошая. Содержание крахмала – 14,0–21,2 %, сухого вещества – 21,5–28,4 %.

Рост и развитие растений. Сорт отличается быстрыми и равномерными всходами, интенсивным непродолжительным ростом ботвы, интенсивным и ранним клубнеобразованием и клубненакоплением, быстрым отрастанием листьев после поедания колорадским жуком. Клубневое гнездо компактное поверхностное (рис. 9). Растения этого сорта имеют мощную корневую систему, экологически пластичны, устойчивы к жаре и засухе.

Устойчивость к болезням. Сорт устойчив к возбудителю рака картофеля (к обычному патотипу Далемскому (D1) и цистообразующей золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* Wollenweber к патотипам Rol и Ro4). Имеет высокую устойчивость к вирусам L, X, A, Y, K. Устойчив к морщинистой и полосатой мозаике, высокоустойчив к скручиванию листьев и закручиванию листьев, к готике. Относительно устойчив к ризоктониозу, альтернариозу, черной ножке и кольцевой гнили.

По данным оригинатора, относительно устойчив по ботве и клубням к фитофторозу картофеля (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Довольно устойчив к парше обыкновенной (*Streptomyces scabies* Thaxter).

Морфологические признаки. Куст полупрямостоячий, компактный, средней высоты, листового типа (рис. 10, 11). Стебли средней толщины, слабоветвистые, угловатые, светло-зеленые, слабо окрашенные антоцианом. Листья средние и крупные, средне-рассеченные (5–6 пар), светло-зеленые, открытость (силуэт) – промежуточный, жилкование среднее (рис. 12). Глянцевитость верхней стороны листьев средняя. Глубина жилок листочков средняя, без антоциана. Волнистость края листочков сильная. Доли листа средней величины на коротких черешках, акропетальное расположение долек. Конечная доля узкоовальная со слабо заостренной вершиной. Первая пара боковых долей равнобоковая широколанцетной формы со слабо заостренной вершиной. Вторичных листочков много. Вторая пара боковых листочков среднего размера и ширины.



Рисунок 9 – Кусты картофеля сорта Елена перед уборкой

Частота срастаемости верхушечной и боковых листочков низкая. Соцветие большое, компактное, многоцветковое (рис. 13). Цветение обильное, продолжительное, ягодообразование редкое. Цветоножки средней длины, круглые, без прицветных листочков, антоциановая окраска цветоножки средняя. Чашечка маленькая, зеленая, чашелистики короткие, ланцетовидные. Антоциановая окраска бутонов слабая. Бутоны со слабым опушением. Венчик большой колесовидный, окраска слабо-красно-фиолетовая. Интенсивность антоциановой окраски внутренней стороны венчика цветка средняя. Доля синевы в антоциановой

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ



Рисунок 10 – Общий вид посадок картофеля сорта Елена

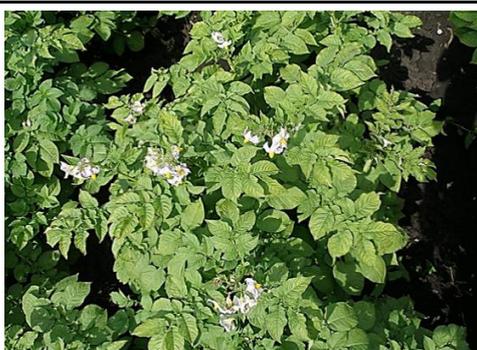


Рисунок 11 – Куст картофеля сорта Елена (вид сверху)



Рисунок 12 – Листья картофеля сорта Елена



Рисунок 13 – Соцветия картофеля сорта Елена

окраске внутренней стороны венчика цветка средняя. Антоциановая окраска внутренней стороны венчика цветка среднего размера. Пыльники короткие, желтые. Столбик прямой, средней толщины, немного превышающий пыльниковую колонку. Клубни овально-округлой формы со средней глубиной глазков, столонный след погружен до 1,5 мм (рис. 14). Окраска основания глазка красная, кожура гладкая. Мякоть от белой до кремовой (светло-кремовой) (рис. 15). Окраска кожуры клубня частично красная. Световой росток средний, яйцевидной формы (рис. 16). Интенсивность антоциановой окраски основания светового ростка сильная. Опушенность основания светового ростка сильная. Доля синевы в антоциановой окраске основания светового ростка средняя. Размер верхушки ростка относительно основания большой. Тип роста верхушки световых ростков открытый, интенсивность их антоциановой окраски сильная, опушенность верхушки сильная. Число корневых бугорков среднее. Боковые ростки короткие.

Ценность сорта. Сорт среднеранний, экологически пластичен, устойчив к механическим повреждениям, отличается высокой и стабильной урожайностью и товарностью клубней, хорошей лежкостью в период хранения, полевой устойчивостью к вирусам. Наблюдается раннее прорастание клубней, что является основным недостатком сорта, так как после обрыва ростков клубни теряют в урожайности. Поэтому для сорта Елена особенно важно хранение при температуре не выше +1...+3 °С. Глазки пробуждаются одновременно. Сорт формирует урожай клубней во второй половине июля и в начале августа. Клубни имеют высокое содержание крахмала и сухих веществ, низкое содержание

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ



Рисунок 14 – Клубни картофеля сорта Елена

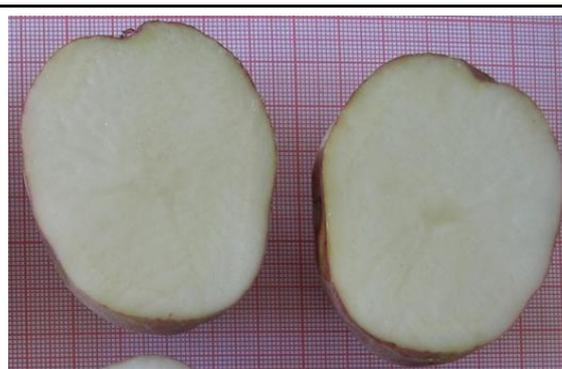


Рисунок 15 – Продольный разрез клубней картофеля сорта Елена



Рисунок 16 – Световой росток картофеля сорта Елена (вид сбоку и сверху)

редуцирующих сахаров, среднее содержание сырого белка, высокое содержание аскорбиновой кислоты. Клубневое гнездо компактное, поверхностное. Пригоден для переработки на гранулы, чипсы и крахмал. Хорошие вкусовые качества. Жаро- и засухоустойчивый. Пригоден для двухурожайной культуры. Устойчив к картофельной нематоды и к возбудителю рака картофеля. Относительно устойчив к колорадскому жуку и к фитофторозу картофеля. Посадку следует завершать в оптимальные сроки для данной зоны пророщенными или прогретыми клубнями. Густота посадки на раннюю продукцию не менее 55 тыс. клубней на 1 га и на семенных участках 65 тыс. клубней на 1 га. Требуется заблаговременного скашивания ботвы для вызревания кожуры клубней. Сорт интенсивного типа, активно реагирует на внесение органических и минеральных удобрений, а также полифункциональных препаратов Альбит и Грин Лифт. Сорт имеет высокую отзывчивость на орошение с режимом орошения не ниже 80 % от НВ в расчетном слое почвы 0,5 м. Кроме товарных хозяйств подходит для садово-огородных участков, приусадебных и мелких фермерских хозяйств.

Кормовой и технический сорт картофеля **Бирский**. Оригинатор и патентообладатель: ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ. Происхождение: ♀гибрид 20.09.92ДАА (♀Невский × ♂Оредежский) × ♂гибрид 03.06.93ДАА (♀Пушкинец × ♂Камера) с последующим индивидуальным отбором. Авторы: Д. А. Андрианов, А. Д. Андрианов, Е. Н. Майстренко, Н. Ш. Фаткуллин, И. П. Леонтьев. Включен в Госреестр Российской Федерации по Уральскому региону с 2018 г. Назначение – технический и кормовой.

Потребительские качества клубней. Разваримость сильная (кулинарный тип СД), консистенция мякоти довольно мягкая, умеренно рассыпчатая, слабо водянистая.

Запах вареного картофеля приятный, вкус хороший. Мякоть не темнеет при резке и при варке. Клубни округлые. Масса клубней 75–98,6 г, в среднем 93,3 г. Сорт многоклубневый, клубни выравненные в гнезде, при физиологической спелости устойчивы к механическим повреждениям.

Хозяйственные признаки. Сорт среднеспелый (100–120 дней). Урожайность клубней высокая: на госсортоучастке за 2015–2017 гг. – 13,6–34,3 т/га без орошения и в наших опытах – 27,6–65,2 т/га без орошения и до 88,6 т/га при поливе. Товарность урожая клубней хорошая – 76,0–93,4 %. Лежкость клубней хорошая и высокая – 90,6–97,3 %. Сохранность клубней хорошая. Содержание крахмала на госсортоучастках – 15,9–23,3 %, по нашим данным – не ниже 22,3 %, а в засушливые годы доходит до 28,0 %, содержание сухого вещества – 23,1–30,8 %.

Рост и развитие растений. Сорт отличается быстрыми и равномерными всходами, интенсивным непродолжительным ростом ботвы, быстрым отрастанием листьев после поедания непарадным жуком, а также высокими темпами роста подземной массы в период от всходов до бутонизации. Клубневое гнездо компактное поверхностное (рис. 17). Урожай формируется во второй половине августа. Устойчив к жаре и засухе.

Устойчивость к болезням. Сорт устойчив к возбудителю рака картофеля (к обычному патотипу Далемскому (D1). Восприимчив к патотипу Rol цистообразующей золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* Wollenweber), относительно устойчив к бледной нематоды (*Globodera pallida* Stone). По данным оригинатора, относительно устойчив по ботве и клубням к фитофторозу картофеля (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), к кольцевой гнили (*Corynebacterium sepedonicum* Spieck. et Koll) и черной ножке (*Pectobacterium matrosepticum* (van Hall) Hauben et al.). Устойчив к ризоктониозу (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) и парше обыкновенной (*Streptomyces scabies* Thaxter). Устойчив к морщинистой мозаике, высокоустойчив к полосчатой мозаике, скручиванию листьев и готике.

Морфологические признаки. Куст полупрямостоячий, компактный, средней высоты, тип облиственности промежуточный (рис. 18, 19). Стебли средней толщины, слабоветвистые, угловатые, зеленые, антоциановая окраска отсутствует. Листья средние, среднерассеченные, зеленые, открытость (силуэт) промежуточный, с глубоким жилкованием (рис. 20).

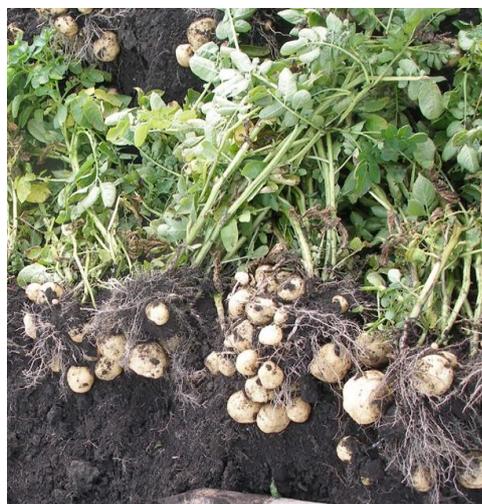


Рисунок 17 – Кусты картофеля сорта Бирский перед уборкой

Глянцевитость верхней стороны листьев средняя. Жилки глубокие, без антоциана. Волнистость края листочков сильная. Доли листа средней величины, сидячие, акропетальное расположение долек. Конечная доля от узкоовальной до широколанцетной формы со слабо заостренной вершиной. Первая пара боковых долей равнобокая широколанцетной формы. Вторичных листочков среднее количество. Вторая пара боковых листочков среднего размера и ширины. Частота срастания верхушечной и боковых листочков низкая. Цветение среднее, продолжительное, ягодообразование редкое. Соцветие среднего размера, компактное, количество цветков среднее (рис. 21). Цветоножки средней длины, круглые, без прицветных листочков, антоциановая окраска отсутствует. Чашечка

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ



Рисунок 18 – Общий вид посадок картофеля сорта Бирский



Рисунок 19 – Куст картофеля сорта Бирский (вид сверху перед уборкой)



Рисунок 20 – Листья картофеля сорта Бирский



Рисунок 21 – Соцветия картофеля сорта Бирский

маленькая, зеленая, чашелистики короткие, ланцетовидные. Бутоны слабоопущенные без антоциана. Венчик среднего размера, окраска белая. Пыльники короткие, желтые. Столбик прямой, средней толщины, немного превышающий пыльниковую колонку. Клубни округлые с мелкими глазками, стolonный след погружен до 1,5–1,8 мм (рис. 22). Окраска основания глазка белая, кожура гладкая, светло-бежевая. Мякоть белая с кремоватым оттенком (рис. 23). Световой росток средний, яйцевидной формы (рис. 24). Основание ростка с очень слабой антоциановой окраской без синевы со слабым опушением или без него. Размер верхушки относительно основания средний. Тип роста верхушки промежуточный без антоциана. Корневых бугорков много. Боковые ростки короткие.

Ценность сорта. Сорт экологически пластичен. Дает стабильно высокую урожайность клубней с относительно высокой товарностью. Клубни имеют очень высокое содержание крахмала и сухого вещества, низкое содержание редуцирующих сахаров, среднее содержание сырого белка (2,0–2,2 %), среднее и высокое содержание аскорбиновой кислоты (15–20 мг на 100 г сырого вещества). Клубневое гнездо компактное, поверхностное. Сорт устойчив к механическим повреждениям и пригоден к механизированной уборке. Обладает хорошей лежкостью в период хранения и пригоден к технической переработке и на кормовые цели. Сорт имеет комплексную устойчивость к вирусам. Устойчив к возбудителю рака картофеля, относительно устойчив к фитофторозу и колорадскому жуку. Устойчив к засухе, к пониженной и повышенной температурам

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

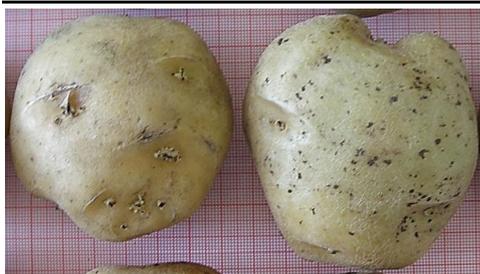


Рисунок 22 – Клубни картофеля сорта Бирский

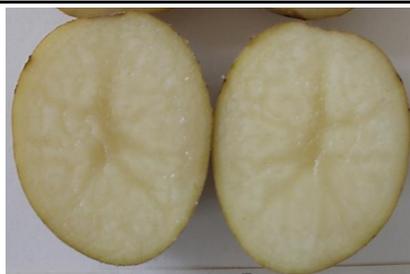


Рисунок 23 – Продольный разрез клубней картофеля сорта Бирский



Рисунок 24 – Световой росток картофеля сорта Бирский (вид сбоку и сверху)

воздуха. Густота посадки на продовольствие не ниже 55 тыс. шт/га и на семенных участках не ниже 62 тыс. шт/га. Посадку следует завершать в оптимальные сроки для данной зоны пророщенными или прогретыми клубнями. Сорт характеризуется хорошей отзывчивостью на внесение органических, минеральных удобрений и микроудобрений. Эффективны полифункциональные препараты Альбит и Грин Лифт три раза (при посадке, в фазу бутонизации и в фазу цветения). Сорт имеет хорошую и среднюю отзывчивость на орошение с режимом полива не ниже 80 % НВ в расчетном слое 0,6 м.

Вегетационные периоды 2016 (засушливый, ГТК 0,507) и 2017 гг. были очень холодными, особенно 2017 г. (очень влажный, ГТК 1,693) – самый холодный за последние 80 лет метеорологических наблюдений (в мае, июне и июле среднемесячная температура была более чем на 2,7–5,0 °С ниже среднеголетних значений). И все же многие изученные сорта показали стабильные результаты. А выведенные нами сорта Алексеевский, Елена и Бирский были лучшими и в эти и все предыдущие годы проведения опыта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ выполненных нами научных исследований позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Все изученные нами сорта по-разному проявляли свою реакцию на почвенные, погодные и агротехнические условия произрастания, формируя различные защитные реакции вегетативных органов растений картофеля на абиотические факторы среды.
2. Для сортов раннего картофеля характерно в структуре биомассы преобладание корней до фазы бутонизации, затем нарастает масса корней, и к уборке они составляют более 90 % сухого вещества растения.
3. Разработана классификация селекционного материала картофеля по морфобиологическим признакам на две морфологические группы.

4. У всех изученных сортов проявляется сильная обратная зависимость между числом клубней и их средней массой. Одновременно выявлено, что если в один год больше число клубней на 1 куст, то на следующий год больше средняя масса клубня.

5. Для селекционной работы лучшими являются формы со слабой зависимостью между числом и массой клубней, сортоотипы Ранняя Роза и межвидовой гибрид.

6. В селекции и агротехнологиях раннего картофеля необходимо учитывать конституционные особенности новых и существующих сортов.

7. При динамическом сортоиспытании новых сортов для культуры раннего картофеля в различных почвенно-климатических условиях необходимо использовать комплекс показателей продукционного процесса для правильной оценки их в условиях Республики Башкортостан.

8. Норма реакции различных сортов раннего картофеля на комплекс внешних условий произрастания на разных этапах роста растений зависит от степени и последовательности вовлечения в селекционный процесс гибридного материала разного происхождения.

9. Все изученные сорта имеют высокий урожайный потенциал, который на практике реализуется лишь частично (на 10–12 %).

10. Разработанная нами модель сорта раннего картофеля для условий Республики Башкортостан позволяет производить ежегодно 60–100 т клубней с 1 га. Подтверждена правильность разработанной модели сорта раннего картофеля для почвенно-климатических условий Республики Башкортостан и Уральского региона.

11. Растения сортов картофеля Алексеевский, Елена и Бирский имеют оптимальные архитектонику и гомеостаз, что позволяет им в различных условиях формировать высокий биологический и хозяйственный урожай в ранние сроки уборки.

12. Сорт картофеля Бирский зарекомендовал себя как высокоэффективный в Уральском регионе при выращивании на корм и переработку на крахмал, сорт картофеля Елена – в Уральском регионе при выращивании на раннюю продукцию, Алексеевский – различного целевого назначения.

13. Доказана возможность селекции новых сортов одновременно продовольственного, кормового и технического направлений использования картофеля.

Список литературы

1. Акатьева, Л. П. Селекция картофеля Башкирии / Л. П. Акатьева // Селекция, семеноводство, сортовая агротехника в Башкирии: сб. науч. тр. / Башкирский НИИ земледелия и селекции полевых культур; редкол.: Н. Р. Бахтизин (гл. ред.) [и др.]. – Уфа, 1984. – С. 162–165.

2. Акатьева, Л. П. Итоги и перспективы селекции картофеля в Башкортостане / Л. П. Акатьева // 80 лет Башкирскому научно-исследовательскому институту земледелия и селекции полевых культур: науч. ст. и ист. очерки / Башкирский НИИ земледелия и селекции полевых культур; под общ. ред. Н. Р. Бахтизина, Х. Ф. Фаизова. – Уфа: Башкирский НИИ земледелия и селекции полевых культур, 1994. – Уфа, 1994. – С. 65–69.

3. Андрианов, А. Д. Физиолого-биохимические и селекционно-генетические основы продуктивности и качества раннего картофеля / А. Д. Андрианов, Д. А. Андрианов // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сб. науч. тр. // Россельхозакадемия, ГНУ «Южно-Уральский НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства»; сост.: Т. В. Лебедева, О. В. Гордеев, А. А. Васильев. – Челябинск: ГНУ «Южно-Уральский НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства», 2013. – Т. 15. – С. 133–148.

4. Андрианов, А. Д. Картофелеводство Республики Башкортостан / А. Д. Андрианов, Д. А. Андрианов // Картофельная система. – 2016. – № 1. – С. 50–53.

5. Андрианов, А. Д. Морфологическое описание новых сортов картофеля / А. Д. Андрианов, Д. А. Андрианов // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных, овощных культур и картофеля: сб. науч. тр. / РАН, ФАНО, ФГБНУ «Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства»; сост.: Т. В. Лебедева, О. В. Гордеев, А. А. Васильев. – Челябинск: ФГБНУ «Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства», 2017. – Т. XIX – С. 257–278.

6. Андрианов, А. Д. Особенности модели сорта раннего картофеля / А. Д. Андрианов, Д. А. Андрианов // Картофелеводство: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии селекции и семеноводства картофеля» (29–30 июня 2017 г., ФГБНУ ВНИИКХ) / ФАНО, ФГБНУ ВНИИКХ им. А. Г. Лорха; сост. Б. В. Анисимов; под ред. С. В. Жеворы. – М.: ППП Типография «Наука», 2017. – С. 140–150.

7. Андрианов, Д. А. Селекция картофеля в Республике Башкортостан / А. Д. Андрианов, Д. А. Андрианов // Вестн. Башкирского ГАУ. – 2018. – № 1. – С. 9–15.

8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

9. Методика исследований по культуре картофеля / Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва; редкол.: Н. А. Андрияшина [и др.]; отв ред. Н. С. Бацанов. – М., 1967. – 263 с.

10. Рокицкий, П. Ф. Введение в статистическую генетику / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Высшая школа, 1974. – 448 с.

11. Andrianov, A. D. Integrated agronomic practices of early potato production of the Republic of Bashkortostan / A. D. Andrianov, D. A. Andrianov, V. I. Kostin // Potato production and innovative technologies / edited by: Anton J. Haverkor, Boris V. Anisimov. – Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2007. – P. 235–245.

12. Andrianov, A. D. Physiologic support of early grown potato harvest management / A. D. Andrianov, D. A. Andrianov // Potato for a changing world: 17-th triennial conference of EAPR, Brasov, 2008, July 6–10: abstracts of papers and posters / editors: Sorin Chiru, Ch. Olteanu, C. Aldee, C. Badarau. – Brasov: Transilvania University of Brasov, Publishing House, 2008. – P. 206–209.

Поступила в редакцию 03.09.2018 г.

A. D. ANDRIANOV, D. A. ANDRIANOV

DIRECTIONS FOR POTATOES BREEDING IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

SUMMARY

The plants morphogenesis of early potatoes in the conditions of the Republic of Bashkortostan is studied. The interrelation between weather conditions change and requirements imposed by concrete varieties of potatoes for their adaptation in the Republic of Bashkortostan is defined. The productivity of potatoes variety depends on its very tectonics, a gabitus and a homeostasis. Morphobiological types of plants and model of early potatoes variety are developed for soil climatic conditions of the Republic of Bashkortostan. New grades of potatoes Alekseevskiy, Elena and Birskiy are described. Practical recommendations for further selection of early potatoes are made.

Key words: early potatoes, variety, plant morphology, phenotype, genotype.

УДК 635.21:631.526.32:631.53

А. А. Бондарчук, Ю. Я. Верменко, Н. Н. Фурдыга, Л. В. Тымко
Институт картофелеводства Национальной академии аграрных наук
Украины, пгт. Немешаево, Бородянский район, Киевская область, Украина
E-mail: upri@visti.com

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

РЕЗЮМЕ

Изложены результаты исследований относительно определения продуктивного потенциала 10 сортов картофеля Института картофелеводства Национальной академии аграрных наук Украины в условиях Правобережного Полесья Украины для использования в семеноводстве. Выделены и охарактеризованы сорта: по их урожайности, коэффициенту адаптивности, общей и специфической адаптивности, стабильности и их комплексным сочетаниям. Указано, что критерием адаптивности сорта является коэффициент адаптивности относительно урожайности в годы исследований, при различных агроклиматических условиях, соответственно показателю 1 и выше. Установлено, что общая адаптивная способность присуща сортам Летана, Партнёр, Княгиня, Струмок, Фея, Злагода, Случ; специфическая – в благоприятные по погодным условиям года сортам Летана, Партнёр, Княгиня. В семеноводстве в Правобережном Полесье Украины наиболее целесообразно использовать сорта Летана, Партнёр, Княгиня, Струмок, Фея, Злагода, Случ, Ария, Гурман для производства семенного материала высоких категорий для проведения сортообновления и сортозамены.

Ключевые слова: картофель, сорта, урожай, коэффициент адаптивности, общая и специфическая адаптивность, стабильность.

ВВЕДЕНИЕ

Использование сортов с высоким адаптивным потенциалом относительно определенных почвенно-климатических условий (излишек и недостаток тепла, засуха, плодородность почвы, значительные и внезапные колебания параметров среды и т. п.) и фитосанитарных условий – основная составная получения стабильно высоких урожаев [1, 2].

Главной задачей адаптивной интенсификации картофелеводства является использование невозвратных затрат энергии для противостояния загрязнению окружающей среды, в частности использование новых сортов как наиболее доступного, централизованного, экономически эффективного средства. Сорта с высоким уровнем адаптивности, которым свойственна высокая продуктивность и устойчивость к биотическим и абиотическим факторам (стрессорам) среды, обеспечивают осуществление рентабельного картофелеводства относительно его биологизации и экологизации. При использовании таких сортов, прежде всего новых, возможно повысить урожайность картофеля на 20–70 % [3–5].

Даже в регионах с наиболее благоприятными почвенно-климатическими условиями повышенная устойчивость культивируемых сортов и гибридов к воздействию биотических и абиотических стрессоров – основной фактор развития агропромышленного комплекса, в частности картофелеводства [6].

В условиях повышенных температур воздуха и почвы, уменьшения и неравномерности осадков, что наблюдается в последние десятилетия, сортам должны быть присущи высокая продуктивность фотосинтеза и способность к ассимиляции не только при умеренных, но и повышенных температурах, несмотря на то, что ее интенсивность при повышенных температурах происходит более медленно [7, 8].

Только сочетание высокой потенциальной продуктивности и экологической устойчивости сортов и гибридов может обеспечить рентабельность применения высоких доз минеральных удобрений и пестицидов, орошения, новой сельскохозяйственной техники, а также выращивания культур, в том числе картофеля с использованием низкочастотных технологий [4].

Важным является вопрос о роли соотношения и взаимосвязи общей и специфической адаптивности культурных растений относительно увеличения потенциальной продуктивности (способность утилизировать природные и антропогенные ресурсы) и экологической устойчивости (упреждающее и ослабляющее влияние), абиотических и биотических стрессоров за счет механизмов предупреждения (или толерантность), а также возможности их сочетания на уровне сорта. В силу интегрированности продуктивного потенциала высших растений проявление многих специфических адаптивных реакций обычно подчинено общей адаптивности [9].

Все большее значение относительно обеспечения увеличения урожайности приобретает приспособленность агроценозов и агроэкосистем к нерегулируемым условиям среды (уровень солнечной радиации, экстремальные температуры, водные стрессы и др.). Соответственно, роль общей и специфической адаптивности растений в интенсификационных процессах будет непрерывно возрастать как единственный фактор повышения адаптивности агроценозов к непредсказуемым, непредвиденным и нерегулируемым благоприятным и стрессовым факторам внешней среды. Прежде всего, это значительные изменения климатических и погодных условий, отдельные факторы которых часто формируют критические периоды в течение вегетации растений. То есть возрастает значение оптимального соотношения сортов относительно их адаптивности [10, 11]. При этом важным фактором при использовании таких сортов является высокопродуктивный семенной материал, в том числе и новых сортов, что обеспечивает прирост урожая до 30 % [12, 13].

Эффективно использовать сорта можно только используя информацию об их продуктивности и стабильности в конкретных почвенно-климатических условиях. В первую очередь в настоящих климатических условиях это сорта картофеля с большим адаптивным потенциалом устойчивости к высоким температурам почвы и воздуха, дефициту влаги, которые при таких условиях обеспечивают нормальную жизнедеятельность растительного организма и в меньшей мере снижают урожайность. Такие сорта – наиболее доступный и экономически эффективный способ перехода к адаптивной стратегии интенсификации сельскохозяйственного производства, в том числе в картофелеводстве, достижения его высокой наукоемкости, ресурсоэнергоэкономичности и экологической безопасности [11, 14].

С целью выполнения поставленной задачи были проведены исследования, направленные на установление адаптивного потенциала новых и включенных в Государственный реестр сортов селекции Института картофелеводства Национальной академии аграрных наук Украины в условиях Правобережного Полесья Украины для решения проблемы интенсификации картофелеводства, прежде всего, используя семенной материал высоких категорий таких сортов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В исследованиях, которые проводили в 2015–2017 гг. на Полесском опытном отделении Института картофелеводства Национальной академии аграрных наук Украины, использовали сорта селекции данного Института.

В годы исследований погодные условия различались. Наивысшая среднемесячная температура воздуха наблюдалась в 2015 г. в июле (21,3 °С) и августе (21,5 °С), в 2016 г. в июле (20,5 °С) и августе (20,1 °С), в 2017 г. в сентябре (21,1 °С).

Сумма среднемесячных температур в течение вегетационного периода в 2015–2017 гг. была наивысшая в июне, июле и августе – 59,6; 62,7; 62,7 °С соответственно, наименьшая – в мае – 44,0 °С и сентябре – 47,4 °С.

Среднемесячное количество атмосферных осадков в апреле – сентябре составляло в 2015 г. 153,1 мм, в 2016 г. – 232,9, в 2017 г. – 245,1 мм.

В течение интенсивного роста, развития растений и клубнеобразования (июнь – август) среднемесячное количество атмосферных осадков составляло в 2016 и 2017 гг. 94,3 и 178,1 мм соответственно, что обеспечило и наиболее высокую среднесорттовую урожайность года – 24,0 и 25,0 т/га, в 2015 г. – 30,4 мм и 11,6 т/га соответственно.

Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая глинисто-песчаная. По агрохимической характеристике содержание гумуса составляло 0,91 %, общего азота – 0,02–0,25 %, общего фосфора – 0,03 %, гидролитическая кислотность – 1,85–2,4 мг-экв/100 г почвы, рН солевое – 4,8–5,0, степень насыщения основаниями – около 40 %, содержание подвижных форм фосфора – 2,3 мг-экв/100 г почвы, калия – 1,5–2,0 мг-экв/100 г почвы.

На опытном участке запахивали сидерат – озимую рожь +N₂₀. Во время посадки вносили в ряды нитроаммофоску и аммиачную селитру – 0,1 т в подкормку по всходам картофеля. Технология выращивания общепринятая для семеноводческих посадок данной зоны.

Определения и наблюдения в процессе исследований проводили, руководствуясь методическими рекомендациями по проведению исследований с картофелем [15].

С целью определения адаптивного потенциала использовали коэффициент адаптивности сорта (КА). Иными словами, за критерий для сравнения принималась во внимание видовая адаптивная реакция картофеля на конкретные условия вегетации, которая реализована в величине средней урожайности сравниваемых сортов. Полученная величина является показателем нормы реакции определенной совокупности сортов на факторы внешней среды в каждом конкретном случае. Реакция на внешнюю среду отдельных испытываемых сортов определялась при сравнении их урожайности со среднесорттовой урожайностью года.

Годовой коэффициент адаптивности (КАГ) рассчитывается для сорта по формуле

$$\text{КАГ} = (X_{ij}) \times 100 : X : 100,$$

где X_{ij} – урожайность отдельного сорта в год испытания;

X – среднесорттовая урожайность года.

Абсолютный коэффициент адаптивности (КАА) определяется по формуле

$$\text{КАА} = (X_i C) \times 100 : X_m : 100,$$

где $X_i C$ – средняя урожайность сорта в годы испытаний;

X_m – многолетняя среднесорттовая урожайность.

В зоне испытания критерием высокой общей адаптивности относительно сорта является абсолютный коэффициент адаптивности, специфический – годовой, стабильности

урожайности – отклонения урожайности конкретного сорта относительно среднесортной урожайности года и многолетней среднесортной урожайности.

Критерием адаптивного потенциала сорта, который выделяется высокой адаптивностью в регионе испытания, является коэффициент 1 и выше.

При расчетах коэффициента адаптивности сорта и абсолютного коэффициента адаптивности использовались методические разработки, приведенные в публикациях многих авторов (Животкова Л. А., Морозова З. А. Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6; Картофель и овощи. Л. И. Скутаева [и др.]. 2002. № 2. С. 10–11; Бондарчук А. А., Верменка Ю. Я., Чернохатова Л. В. Научн.-метод. рек. К.: ТОВ «КВИЦ», 2013. 28 с.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследованиями, которые были проведены в 2015–2017 гг. с сортами, внесенными в Государственный реестр и перспективными относительно их адаптивного потенциала по показателю урожайности, установлено, что при одинаковых условиях выращивания они не равнозначно реагируют на погодные условия в годы испытаний.

Годовой коэффициент адаптивности сорта относительно показателя урожайности у сорта Летана составил 1.06–1.24 при урожайности 13,3–28,8 т/га, у сорта Гурман – 1.0–1.02 при 11,6–25,5 т/га, Случ – 0.96–1.13 при 13,1–24,6 т/га, Струмок – 0.98–1.09 при 12,3–26,1 т/га, Злагода – 0.98–1.09 при 11,7–26,2 т/га, Партнёр – 0.96–1.25 при 11,1–29,9 т/га. У менее урожайных сортов Княгиня и Спокуса он составил 0.84–1.18 при 9,8–28,3 т/га и 0.9–1.04 при 10,5–24,9 т/га соответственно.

Наиболее урожайные в отдельные годы исследований были сорта Партнёр (урожайность 29,9 т/га, коэффициент адаптивности 1.25), Летана (29,8 т/га и 1.24), Княгиня (28,3 т/га и 1.18), Фея (27,2 т/га и 1.13), Злагода (26,2 т/га и 1.09).

Существенно отличаются показатели урожайности по годам. Различия между показателями годового коэффициента адаптивности: у сорта Княгиня – 0.84–1.18, Партнёр – 0.96–1.25, Спокуса – 0.90–1.04, Фея – 0.96–1.13. Это свидетельствует о том, что сорта отличаются не только по уровню проявления показателя, но и по реакции на погодные условия конкретного года выращивания.

В значительной мере реагировали на изменения погодных условий относительно года сорта Княгиня (КА в 2015 г. – 0.84, в 2016 г. – 1.04), Партнёр (КА в 2015 г. – 0.96, в 2017 г. – 1.02) (табл. 1).

В 2015 г. средний годовой показатель урожайности относительно среднеранних и среднеспелых сортов равнозначный, у позднеспелых сортов преимущество по урожайности составляло 0,2 т/га. В 2016 и 2017 гг. увеличение урожая установлено по среднеранним и среднеспелым сортам в сравнении со среднепоздними и составляло 2,1–2,5 и 0,8–1,1 т/га соответственно.

Среди сортов, которые испытывались в 2015 г. при наименьшей среднесортной урожайности года (11,6 т/га), за годы исследований наивысшая урожайность установлена у среднеспелого сорта Летана (13,3 т/га), среднепозднего Случ (13,1), среднераннего Струмок (12,3 т/га); наименее урожайные – среднеспелый Княгиня (9,8 т/га) и среднепоздний Спокуса (10,5 т/га).

В 2016 г. показателем среднесортной годовой урожайности (24,7 т/га) выделялись среднеранние сорта Партнёр (29,9) и Струмок (25,1), среднеспелые – Летана (29,8), Фея (27,2), Злагода (26,2 т/га). В 2017 г. с наивысшим сортовым показателем урожайности года (25,1 т/га) за три года исследований существенных различий относительно урожайности сортов разных групп спелости не установлено. Средний показатель урожайности года составлял 24,3–24,4 т/га, относительно отдельных сортов 24,2–26,6 т/га.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Урожайность сортов картофеля и их коэффициент адаптивности в годы испытаний, 2015–2017 гг.

Сорт	Урожайность по годам, т/га			Коэффициент адаптивности по годам		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Среднеранние						
Ария	11,0	24,5	25,3	0,94	1,02	1,01
Партнёр	11,1	29,9	25,5	0,96	1,25	1,02
Струмок	26,1	26,1	24,5	1,06	1,09	0,98
Среднеспелые						
Летана	13,3	29,8	26,6	1,15	1,24	1,06
Гурман	11,6	24,4	25,5	1,00	1,02	1,02
Княгиня	9,8	18,3	25,8	0,84	1,18	1,03
Фея	11,1	27,2	24,8	0,16	1,13	0,99
Злагода	11,1	26,2	24,5	1,01	1,09	0,95
Среднепоздние						
Случ	13,1	24,6	24,2	1,13	1,03	0,96
Спокуса	10,5	24,9	24,5	0,90	1,04	0,98
Среднесортная урожайность года	11,6	24,0	25,1	–	–	–
НСР _{0,5} , т/га	0,65	1,06	0,86	–	–	–

Годовой коэффициент адаптивности относительно испытываемых сортов также существенно не отличался и составлял 0,98–1,06 (табл. 1, 2).

Стабильность сортов по урожайности в годы испытаний неоднозначная. В 2015 г. разница относительно снижения урожая к среднесортному показателю года (11,6 т/га) характерна для сортов Княгиня (1,8), Спокуса (1,1), Ария (0,6), Партнёр (0,5 т/га). В 2016 г. снижение урожая к среднесортной урожайности года (24,0 т/га) установлена только у

Таблица 2 – Среднесортная урожайность года сортов картофеля разной спелости, 2015–2017 гг.

Сорт	Урожайность, т/га		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Среднеранние			
Ария	11,0	24,5	25,3
Партнёр	11,1	29,9	25,5
Струмок	12,3	26,1	24,5
Средний показатель года	11,5	26,8	25,1
Среднеспелые			
Летана	13,3	29,8	26,6
Гурман	11,6	24,4	25,5
Княгиня	9,8	28,3	25,8
Фея	11,1	27,2	24,8
Злагода	11,7	26,2	24,5
Средний показатель года	11,5	27,2	25,4
Среднепоздние			
Случ	13,1	24,6	24,2
Спокуса	10,5	24,9	24,5
Средний показатель года	11,8	24,7	24,3

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

сорта Княгиня (5,7 т/га). В 2017 г. незначительное снижение урожайности к среднесортовой урожайности года (25,1 т/га) установлена у сортов Фея (0,3), Спокуса, Злагода, Струмок (по 0,6), более значительное у сорта Случ (0,9 т/га).

Относительно стабильны по урожайности к среднесортовой урожайности года сорта Ария (2015 г. – (-)0,6 т/га; 2016 г. – 0,5; 2017 г. – 0,2 т/га), Гурман (0,0; 0,4, 0,4), Спокуса (-1,1; 0,9; -0,6), Случ (1,5; 0,6; -0,9 т/га соответственно); наиболее нестабильны – Партнёр (-0,5; 5,9; 0,4), Летана (1,7; 5,8; 1,5), Княгиня (-1,8; -5,7; 0,7), Фея (-0,5; 3,2; -0,3 т/га соответственно).

В то же время в течение 2015–2017 гг. стабильны относительно урожайности к среднесортовой урожайности года сорт Летана (1,7; 5,8; 1,5 т/га), несколько меньше – Гурман (0,0; 0,4; 0,4 т/га) (табл. 3).

Повышение урожайности в 2016 и 2017 гг., благоприятных для выращивания картофеля, отмечено у сортов Партнёр, Летана, Княгиня, Фея, Струмок, Злагода, которые следует отнести к сортам со специфической адаптивностью, в наибольшей мере реализующим свой генетический потенциал.

По абсолютному коэффициенту адаптивности сорта картофеля расположились в следующем порядке: Летана (1.15), Партнёр (1.1), Княгиня (1.05), Струмок и Фея (1.04), Злагода (1.03), Случ (1.02), Гурман (1.04), Ария (1.0), Спокуса (0.99) (табл. 3, 4).

Все сорта отвечали коэффициенту 1 и выше, что указывает на их высокий адаптивный потенциал в природно-климатической зоне выращивания, прежде всего из-за различных агрометеорологических условий в годы испытаний.

Вместе с тем выделяются как наиболее урожайные и соответственно с наибольшим коэффициентом адаптивности сорта Летана (23,2 т/га, КА 1.15), Партнёр (22,2; КА 1.1), Княгиня (21,3, КА 1.05), а также сорта Струмок и Фея (21,0 т/га, КА 1.04) (табл. 4).

Следовательно, сорта Летана, Партнёр, Княгиня, Струмок и Фея выделяются наиболее высоким адаптивным потенциалом в условиях Правобережного Полесья Украины.

Таблица 3 – Урожайность сортов картофеля и ее разница к среднесортовой урожайности года, 2015–2017 гг.

Сорт	Урожайность, т/га			Разница к среднесортовой урожайности года, т/га		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Среднеранние						
Ария	11,0	24,5	25,3	0,5	0,5	0,2
Партнёр	11,1	29,9	25,5	-0,5	5,9	0,4
Струмок	12,3	26,1	24,5	0,5	2,1	-0,6
Среднепоздние						
Летана	13,3	29,8	26,6	1,7	5,8	1,5
Гурман	11,6	24,4	25,5	0	0,4	0,4
Княгиня	9,8	18,3	25,8	-1,8	-5,7	0,7
Фея	11,1	27,2	24,8	-0,5	3,2	-0,3
Злагода	11,7	26,2	24,5	0,1	2,2	-0,6
Среднепоздние						
Случ	13,1	24,6	24,2	1,5	0,6	-0,9
Спокуса	10,5	24,9	24,5	-1,1	0,9	-0,6
Среднесортовая урожайность года	11,6	24,0	25,1	–	–	–

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 4 – Урожайность сортов картофеля в годы испытаний и их абсолютный коэффициент адаптивности, 2015–2017 гг.

Сорт	Урожайность, т/га				Абсолютный коэффициент адаптивности
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее за 2015–2017 гг.	
Среднеранние					
Ария	11,0	24,5	25,3	20,3	1.00
Партнёр	11,1	29,9	25,5	22,2	1.10
Струмок	12,3	26,1	24,5	21,0	1.04
Среднепоздние					
Летана	13,3	29,8	26,6	23,2	1.15
Гурман	11,6	24,4	25,5	20,5	1.01
Княгиня	9,8	28,3	25,8	21,3	1.05
Фея	11,1	27,2	24,8	21,0	1.04
Злагода	11,7	26,2	24,5	20,8	1.03
Среднепоздние					
Случ	13,1	24,6	24,2	20,6	1.02
Спокуса	10,5	24,0	24,5	20,0	0.99
Среднесортная урожайность года	11,6	24,0	25,1	–	–
Многолетняя среднесортная урожайность	20,2				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При испытании сортов картофеля относительно их адаптивного потенциала в определенных почвенно-климатических условиях коэффициент адаптивности по показателю урожайности и при его значении 1 и выше указывает на высокий адаптивный потенциал сорта относительно переменчивых погодных условий в годы выращивания.

Общая адаптивная способность при значении показателя 1 и выше и соответственно повышенная урожайность к показателю многолетней среднесортной урожайности (20,2 т/га) свойственны сортам Летана (КА 1.15; преимущество по урожайности 3,0 т/га), Партнёр (КА 1.100; 2,0), Княгиня (КА 1.05; 1,1), Струмок и Фея (КА 1.04; 0,8), Злагода (КА 1.03; 0,6), Случ (КА 1.02; 0,4 т/га).

Специфическая адаптивная способность использовать свой генетический потенциал относительно урожайности в благоприятные по погодным условиям годы свойственна сортам Партнёр, Летана, Княгиня. Преимущество по урожайности к показателю годовой среднесортной урожайности года (25,1 т/га) составляло у сорта Летана 1,5–2,3 т/га при КА 1.06, Партнёр – 0,4–3,3 при КА 1.10, Княгиня – 0,7–1,7 т/га при КА 1.05. При этом специфическая адаптивность сорта более значимо проявляется при высокой среднесортной урожайности года.

Использование в семеноводстве сортов картофеля с высоким адаптивным потенциалом по результатам испытаний в определенной почвенно-климатической зоне обеспечивает увеличение объемов производства семенного материала высоких категорий для проведения сортообновления и сортозамены. Относительно Правобережного Полесья Украины к таким сортам относятся Летана, Партнёр, Княгиня, Злагода, Фея, Случ, Струмок, Ария, Гурман.

Список литературы

1. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции – важнейший фактор интенсификации семеноводства в XX веке / А. А. Жученко // Вестн. семеноводства в СНГ. – 2000. – № 4. – С. 5–7.

2. Жученко, А. А. Адаптивное семеноводство / А. А. Жученко // Вестн. семеноводства в СНГ, 2000. – № 2. – С. 18–20.
3. Жученко, А. А. За адаптивной системой селекции и семеноводства – будущее / А. А. Жученко // Картофель и овощи. – 2012. – № 8. – С. 5.
4. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции – важнейший фактор интенсификации растениеводства в 21 веке / А. А. Жученко // Вестн. семеноводства в СНГ. – 2001. – № 3. – С. 11–15.
5. Подгаецкий, А. А. Проблемы адаптивного картофелеводства и их решение / А. А. Подгаецкий // Адаптивное растениеводство: проблемы и решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Минск, 2004. – С. 3–7.
6. Кириченко, В. В. Методические проблемы адаптивной селекции растений / В. В. Кириченко // Адаптивная селекция растений, теория и практика: сб. тез. междунар. конф. 10–14 нояб. 2002 г., Харьков, 2002. – С. 3–5.
7. Беседин, А. Л. Семеноводство картофеля / А. Л. Беседин, А. Х. Попенко. – Ростов н/Д: Ростовское книж. изд-во, 1961. – 91 с.
8. Глуска, А. Г. Воздействие температуры почвы на развитие нескольких сортов картофеля / А. Г. Глуска, К. Гоц, М. Петрика // *Biuletyn Instytutu Ziemiaka. Bonin.* – 1984. – № 31. – Р. 61–68.
9. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений / А. А. Жученко. – Кишинев: Штиница, 1988. – С. 26–36.
10. Жученко, А. А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений (мифы и реалии): лекции / А. А. Жученко // *Сельскохозяйственная биология.* – 2003. – № 1. – С. 40–45.
11. Жученко, А. А. Проблемы адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве сельскохозяйственных культур / А. А. Жученко // *Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений.* – М., 1995. – С. 4–16.
12. Осипчук, А. А. Результати та завдання селекції картоплі в Україні / А. А. Осипчук // *Картоплярство.* – К.: Аграрна наука, 2002. – Вип. 31. – С. 15–21.
13. Шпаар, Д. Выращивание картофеля / Д. Шпаар, П. М. Шуман. – М.: Россельхоз-академия, 1997. – 248 с.
14. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агро-сферы / А. А. Жученко. – М.: ООО «Изд-во Агрис», 2004. – Т. 1. – 640 с.
15. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. – Немішає-ве, 2002. – 182 с.

Поступила в редакцію 04.09.2018 г.

A. A. BONDARCHUK, Yu. Ya. VERMENKO, N. N. FURDYGA,
L. V. TYMKO

ADAPTIVE POTENCIAL OF POTATOES VARIETIES IN RIGHT BANK OF POLESYE OF UKRAINE

SUMMARY

The main criteria for the adaptability of 10 potatoes varieties of selection of the Institute of Potato Research of the National Academy of Agricultural Sciences in the right bank of Polesye of Ukraine for use in seed potato production are studied and determined. Potatoes varieties are promised on the basis of: yield, adaptability coefficient, general and specific adaptability, stability. The varieties with the indicated characteristics and their

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

complex combination are singled out and characterized. The main criterion of variety adaptability is the coefficient of adaptability for indicator 1 and higher, in terms of yield, under various agricultural and meteorological conditions during the growing years. The general adaptive capacity is inherent for the varieties Letana, Partnyor, Knyaginya, Strumok, Feya, Zlagoda, Sluch; in favorable weather conditions the specific adaptability is presented for varieties Letana, Partnyor, Knyaginya. In the seed potato production in the right bank of Polesye of Ukraine, it is more expedient to use the varieties Letan, Partnyor, Knyaginya, Strumok, Feya, Zlagoda, Sluch, Aria, Gurman for varieties sorting and rotation.

Key words: potatoes, varieties, yield, adaptability coefficient, general and specific adaptability, stability.

УДК 635.21:631.527:618.513.5

Н. С. Кожушко, Я. А. Завора

Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

E-mail: n.kojushko@gmail.com

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИЗНАКОВ КАРТОФЕЛЯ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ**РЕЗЮМЕ**

У сортов картофеля различного фракционного состава изучены параметры морфологических и биохимических признаков, коррелирующие с естественной убылью и ее составляющими при хранении. Для исследованных сортов в условиях Северо-Восточной Лесостепи Украины основными лимитирующими естественную убыль, в том числе потери воды, являются морфологические признаки клубней – коровой слой и кожура, потери сухого вещества – исходное их содержание. Для подбора родительских пар при селекции на лежкость и отборе сеянцев при клубневом размножении разработаны математические модели для прогнозирования селективируемого признака.

Ключевые слова: картофель, сорт, фракционный состав, лежкость, признаки, корреляция, математическое моделирование, исходный материал, клубневое размножение, отбор.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из основных продовольственных культур в Украине. В мировом производстве культуры Украина занимает четвертое место [1]. Среднегодовое государственное производство составляет порядка 20 млн т, в том числе в Сумском регионе – свыше 1 млн т [2].

Селекция картофеля в Украине проводится в пяти селекционных центрах при координации Института картофелеводства Национальной академии аграрных наук Украины (ИК НААНУ). Базовой основой северо-восточного селекцентра является Институт проблем картофелеводства в составе Сумского национального аграрного университета (ИПК СНАУ), направление селекции которого – создание нематодоустойчивых лежкоспособных сортов, пригодных к промышленной переработке.

Практический результат работы ИПК СНАУ – создание 11 новых сортов картофеля: в 2006 г. – 5, в 2010 г. – 4 и в 2017 г. – 2 [3]. При выведении сортов у исходных нематодоустойчивых форм учитывались признаки и свойства, коррелирующие с высокой урожайностью, устойчивостью к вредителям и пригодностью к переработке [4, 5].

С появлением новых сортов картофеля, использованием орошения при их выращивании и искусственного холода при хранении возникла необходимость изучения биологической взаимосвязи признаков, особенно в селекции на лежкость. Исследования вышеуказанных проблем относительно сортов картофеля селекции Сумского НАУ в условиях Северо-Восточной Лесостепи Украины свидетельствует об их актуальности.

Выявление биологической взаимосвязи комплекса признаков картофеля обеспечит возможность повышения эффективности отбора в практической селекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2014–2017 гг. в ИПК СНАУ. Оценивались сорта картофеля собственной селекции – Гончаровский, Ластивка, Смуглянка, Псельской, Студенческий.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Полевые опыты проводились на опытном поле учебно-научного производственного комплекса СНАУ. Почвы черноземные типичные глубоко малогумусные средне-суглинистые с типичной агрохимической характеристикой. Агротехника была общепринятой для выращивания картофеля. Для оптимального водообеспечения использовали капельное орошение. Влажность верхнего 70-сантиметрового слоя почвы поддерживалась на уровне 60–80 % ПВ.

Опыты по хранению картофеля проводились в условиях искусственного охлаждения при постоянной температуре 3–4 °С по методике ИК НААНУ [6]. Опытные образцы сортов картофеля формировались по фракционному составу клубней различного размера: 1-я фракция ≥ 60 мм, 2-я – 40–50, 3-я фракция ≤ 30 мм. Анализ проводился по 9 признакам: 1 – естественная убыль массы клубней картофеля при хранении (%); 2 – масса клубня (г); 3 – размер клубня по наибольшему поперечному диаметру (мм); 4 – форма (индекс формы); 5 – толщина корового слоя (мм); 6 – масса кожуры клубня (г); 7 – исходное содержание в клубнях сухого вещества (%); 8 – потери исходного содержания сухого вещества при хранении (%); 9 – потери воды при хранении (%).

Достоверность полученных результатов исследований проверялась методом дисперсионного анализа, взаимосвязь между признаками устанавливалась методом корреляции с использованием стандартных пакетов вычислительных программ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характеристика сортов картофеля по комплексу хозяйственно ценных признаков представлена в таблице 1.

В результате сравнительной оценки сортов картофеля установлено, что за исследуемый период в процессе хранения сорт Смуглянка выгодно отличался размером естественной убыли (5,89 %). У сортов Ластивка, Псельской и Гончаровский выраженность этого признака колебалась от 7,01 до 7,51 %, а у сорта Студенческий достигала 9,84 %, что в 1,7 раза выше сорта Смуглянка. Сортовое достоверное различие по размеру естественной убыли массы клубней подтверждается результатом статистической обработки данных ($F_{\text{факт.}} = 30,91 > F_{05} = 2,54$). Выявлено существенное различие между сортами по форме клубня ($F_{\text{факт.}} = 17,70$) и толщине корового слоя ($F_{\text{факт.}} = 3,21$).

Следует особо выделить такой показатель, как содержание сухого вещества в клубнях исследуемых сортов картофеля. При среднем значении показателя 22,2 % сортовое варьирование составляло от 24 до 18 % и было достоверным ($F_{\text{факт.}} = 52,30$). К сортам с высоким (24–23 %) содержанием сухого вещества относились Смуглянка, Гончаровский, со средним (22 %) – Ластивка и Студенческий, с низким (18 %) – сорт Псельской.

Таблица 1 – Статистическая оценка сортов картофеля по комплексу признаков в ИПК СНАУ в 2014–2017 гг., $F_{05} = 2,54$

Сорт	Признак								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Смуглянка	5,89	100,14	53,72	1,47	2,46	3,11	24,02	0,89	5,07
Ластивка	7,01	71,50	47,15	1,28	2,46	2,48	22,97	0,95	6,06
Псельской	7,18	99,78	49,89	1,06	1,98	2,26	18,13	0,72	6,46
Гончаровский	7,51	83,68	49,17	1,39	2,48	2,52	23,28	1,10	6,41
Студенческий	9,84	85,92	50,18	1,25	2,09	2,04	22,58	1,30	8,53
Среднее	7,49	88,20	50,02	1,29	2,29	2,46	22,20	0,99	6,51
$НСР_{05}$	0,73	44,28	10,55	0,23	0,41	0,85	0,90	0,17	0,67
$F_{\text{факт.}}$	30,91	0,60	0,39	17,70	3,21	1,38	52,30	34,32	27,77

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Существенное различие выявлено среди сортов по потерям сухого вещества ($F_{\text{факт.}} = 34,32$) и воды ($F_{\text{факт.}} = 27,77$). Так, при минимальном значении потерь сухого вещества за период хранения 0,72 % у сорта Псельской наибольшее отклонение наблюдалось у сортов Студенческий (0,41) и Гончаровский (0,38), наименьшее – у сортов Смуглянка (0,17) и Ластивка (0,23 %).

Вместе с тем не было обнаружено существенного варьирования средних значений таких признаков, как размер клубней и масса их кожуры.

Результаты анализа данных варьирующих 9 признаков сортов картофеля трех фракций представлены в таблице 2. Масса и размер клубней крупной фракции достигали 152 г и 64 мм, что в 1,8 и 1,3 раза соответственно выше значения этих признаков средней фракции. Не наблюдалось изменений по форме клубней и потерям сухого вещества при хранении.

Значения остальных показателей этой фракции имели тенденцию к увеличению: толщина корового слоя (2,60 мм), масса кожуры (3,41 г), содержание сухого вещества (22,36 %).

Несущественное уменьшение среднего значения размера естественной убыли (7,15 % крупной фракции) произошло за счет варьирования признака в основном у сортов Смуглянка (5,32 %) и Студенческий (9,38 %).

При сравнительной характеристике сортов средней фракции выявлено как общее, так и сортовое варьирование по признакам. Масса и размер клубней составляли 83 г и 51 мм, что по значению практически соответствует данным общей оценки сортов картофеля. Кроме того, следует остановиться, во-первых, на снижении значения такого показателя, как масса кожуры (с 3,4 до 2,6 г); во-вторых, на тенденции повышения содержания сухого вещества (с 22,35 до 22,67 %) за счет сортового варьирования показателя. Естественная убыль массы клубней среднего фракционного состава фактически не претерпела существенного изменения (7,22 против 7,15 %).

Таблица 2 – Характеристика сортов картофеля разного фракционного состава по признакам, 2014–2017 гг.

Сорт	Признак									
	Фракция	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Смуглянка	1	5,32	182,41	68,33	1,50	3,3	4,9	24,09	0,83	4,49
	2	5,94	86,32	55,92	1,40	2,1	2,4	24,42	0,89	5,05
	3	6,43	31,68	36,92	1,52	2,0	1,7	23,56	0,94	5,67
Ластивка	1	6,92	116,16	58,58	1,16	2,7	3,0	23,18	0,93	5,98
	2	6,86	68,10	47,75	1,31	2,3	2,9	23,42	0,96	5,90
	3	7,26	30,24	35,13	1,37	2,4	1,6	22,31	0,96	6,30
Псельской	1	6,80	174,43	67,58	1,03	2,2	3,4	18,56	0,69	6,11
	2	6,96	88,96	47,58	1,08	2,1	2,6	18,77	0,71	6,25
	3	7,79	35,94	34,50	1,06	1,7	0,8	17,07	0,76	7,03
Гончаровский	1	7,33	136,21	62,00	1,44	2,6	3,7	23,22	1,02	6,31
	2	6,94	89,75	51,00	1,44	2,9	2,6	23,46	1,00	5,95
	3	8,26	25,08	34,50	1,28	1,9	1,2	23,16	1,27	6,99
Студенческий	1	9,38	153,81	65,83	1,28	2,2	2,1	22,75	1,29	8,09
	2	9,42	83,19	53,39	1,16	2,4	2,4	23,29	1,30	8,12
	3	10,72	20,76	31,38	1,52	1,7	1,6	21,70	1,30	9,42
Среднее	1	7,15	152,60	64,47	1,28	2,6	3,4	22,36	0,95	6,20
	2	7,22	83,27	51,12	1,28	2,4	2,6	22,67	0,97	6,25
	3	8,09	28,74	34,41	1,31	1,9	1,4	21,56	1,05	7,08

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Данные характеристики мелкой фракции показывают уровень значения признаков исследуемых сортов. Нетоварные клубни мелкого фракционного состава массой 28,74 г и размером 34,4 мм по сравнению с другими фракциями характеризовались увеличением потерь за счет естественной убыли до 8 %, большими потерями исходного содержания сухого вещества – до 1,05 %, воды – до 7,1 % при одновременном уменьшении значений параметров таких признаков, как толщина корового слоя (1,9 против 2,6 и 2,4 мм) и масса кожуры (1,4 против 3,4 и 2,6 г).

Таким образом, на основе анализа данных за 2014–2017 гг. из исследованных сортов товарной крупной и средней фракций выделилось три группы сортов по величине значения признака:

– низкий уровень естественной убыли массы клубней сортов Смуглянка (5,3–5,9 %); средний – Ластивка, Псельской, Гончаровский (6,86–6,94); высокий – Студенческий (7,15–7,22 %);

– высокое значение выраженности признаков толщина корового слоя (3,3 мм) и масса кожуры клубня (4,9 г) у сорта Смуглянка; среднее – Гончаровский (2,6 и 3,7), Ластивка (2,7 и 3,0), Псельской (2,2 и 3,4); низкое – Студенческий (2,2 мм и 2,4 г).

Взаимосвязь признаков и степень их влияния на основную сортовую характеристику – естественная убыль – была проанализирована через вычисление коэффициентов корреляции (табл. 3).

Установлено, что в условиях ИПК СНАУ природные потери массы клубней сортов картофеля при хранении на 27 % обусловлены толщиной корового слоя и на 26 % – массой кожуры клубня. Между естественной убылью, коровым слоем и массой кожуры выявлена средняя корреляционная зависимость ($r = -0,521 \dots -0,512$). На 9 % ($r = -0,312$) и 8 % ($r = -0,286$) естественная убыль зависела от размера и массы клубня; от формы клубня – на 4 % ($r = -0,200$) и от содержания в клубнях сухого вещества – только на 1,6 % ($r = -0,127$).

При анализе коэффициентов корреляции крупной фракции выявлена достоверная очень высокая зависимость естественной убыли от массы кожуры клубня ($r = -0,828$) и высокая ($r = -0,670$) от толщины корового слоя, доля влияния этих признаков составила соответственно 68,5 и 44,9 %.

Выраженность морфологических признаков сортов картофеля мелкого фракционного состава проявилась в их влиянии на размер естественной убыли: коровой слой клубня – 41 % ($r = -0,641$), масса клубня – 48,6 ($r = -0,697$), размер клубня – 64 % ($r = -0,801$).

Таким образом, доказана достоверная зависимость естественной убыли от морфологических признаков толщины коры и массы клубня с максимальным проявлением по крупной фракции и от размера и массы клубня – по мелкой.

Таблица 3 – Зависимость естественной убыли картофеля разных фракций от количественных и качественных признаков клубней, 2014–2017 гг.

Признак	По фракциям (среднее)		Крупная		Средняя		Мелкая	
	r	r ²	r	r ²	r	r ²	r	r ²
Коровой слой	-0,521	0,271	-0,670	0,449	-0,052	0,003	-0,641	0,410
Масса кожуры	-0,512	0,262	-0,828	0,685	-0,381	0,144	-0,178	0,032
Размер клубня	-0,312	0,097	-0,141	0,020	0,075	0,006	-0,801	0,641
Масса клубня	-0,286	0,082	-0,201	0,040	0,069	0,005	-0,697	0,486
Форма клубня	-0,200	0,040	-0,167	0,028	-0,272	0,074	-0,269	0,072
Сухое вещество	-0,127	0,016	-0,116	0,014	-0,016	0,0003	-0,095	0,009

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Не выявлены достаточно значимые корреляционные связи между естественной убылью и формой клубня (доля влияния от 2,8 до 7,4 %), а также между исходным содержанием в клубнях сухого вещества, влияние которого обнаружено в общем по фракциям и по крупной фракции (1,6 и 1,4 %), но практически отсутствовало по средней и мелкой фракциям.

При подборе исходного материала для селекции картофеля, в данном случае на лежкость, крайне важно знать потенциальные возможности родительских форм по выделенным признакам с сильным влиянием на естественную убыль (табл. 4).

Установлено, что естественная убыль в наибольшей степени обусловлена толщиной корового слоя клубней сортов Смуглянка (78,8 %) и Гончаровский (73,4), затем – сортов Псельской (60,8) и в меньшей степени – Студенческий (52,8 %).

Что касается влияния массы кожуры, то этот признак, также как и коровой слой, является лимитирующим естественную убыль сорта Смуглянка ($r = -0,900$, доля влияния – 81 %). Достаточно высокая отрицательная корреляционная зависимость между признаками прослеживалась у сортов Студенческий ($r = -0,733$; 53,7 %) и Гончаровский ($r = -0,664$; 44 %), у сорта Псельской естественная убыль и масса кожуры находились в средней зависимости ($r = -0,531$; 28 %). Коэффициенты корреляции между этими признаками, как правило, у сортов средней фракции были выше, чем у крупной, за исключением сорта Студенческий – был ниже ($r = -0,427$ против $r = -0,874$); сильная корреляционная связь выявлена у сортов Псельской ($r = -0,982$) и Студенческий ($r = -0,995$).

Таблица 4 – Корреляционный анализ естественной убыли сортов картофеля разных фракций, 2014–2017 гг.

Фракция	Толщина корового слоя			Масса кожуры		
	r	r ²	y = a + bx	r	r ²	y = a + bx
Смуглянка						
Среднее	-0,883	0,788	7,52 – 0,66x	-0,900	0,811	6,86 – 0,32x
1	-0,936	0,877	6,39 – 0,33x	-0,973	0,948	6,81 – 0,31x
2	-0,990	0,981	6,96 – 0,49x	-0,277	0,077	–
3	-0,887	0,787	8,02 – 0,78x	-0,978	0,957	10,17 – 2,15x
Ластивка						
Среднее	-0,564	0,318	9,71 – 1,09x	-0,565	0,314	8,05 – 0,42x
1	-0,844	0,713	15,58 – 9,19x	-0,979	0,960	16,71 – 3,26x
2	-0,873	0,762	10,80 – 1,71x	-0,643	0,414	8,99 – 0,75x
3	0,687	0,473	5,80 + 0,62x	-0,854	0,729	7,71 – 0,28x
Псельской						
Среднее	-0,780	0,608	12,79 – 2,84x	-0,531	0,282	8,43 – 0,55x
1	-0,932	0,869	43,50 – 16,68x	-0,901	0,812	42,84 – 10,72x
2	-0,983	0,967	11,97 – 2,45x	-0,955	0,913	10,36 – 1,32x
3	-0,982	0,964	15,39 – 4,54x	-0,930	0,866	13,17 – 6,36x
Гончаровский						
Среднее	-0,856	0,734	11,22 – 1,45x	-0,664	0,440	8,76 – 0,49x
1	-0,842	0,709	9,64 – 0,88x	-0,981	0,962	16,53 – 2,51x
2	-0,926	0,858	15,89 – 3,08x	-0,908	0,824	10,15 – 1,21x
3	-0,715	0,512	15,15 – 3,58x	-0,907	0,822	15,58 – 5,91x
Студенческий						
Среднее	-0,727	0,528	14,22 – 2,09x	-0,733	0,537	14,16 – 2,12x
1	-0,874	0,765	31,61 – 10,13x	-0,719	0,517	18,53 – 4,29x
2	-0,427	0,182	10,31 – 0,37x	-0,538	0,289	10,58 – 0,49x
3	-0,995	0,991	20,43 – 5,80x	-0,982	0,965	20,84 – 6,23x

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Масса кожуры как признак, лимитирующий естественную убыль, был выделен у сортов Смуглянка, Ластивка крупной и средней фракций, у сортов Псельской, Гончаровский для средней и мелкой, а у сорта Студенческий – только для клубней мелкого фракционного состава.

Таким образом, в случае с приведенным набором сортов применение корреляционного анализа позволило выявить тесно связанные между собой физиологический признак естественная убыль и морфологические признаки клубня коровой слой и кожура.

В связи с тем, что естественная убыль картофеля при хранении обусловлена двумя составляющими – потерями сухого вещества и воды, проведен анализ их взаимосвязи (табл. 5). Из приведенных данных видно, что доля влияния потерь практически не варьировала по разным фракциям сортов картофеля. Однако коэффициенты корреляции были достоверные, очень высокие между естественной убылью и потерями воды ($r = 0,991 \dots 0,994$), достаточно высокие между основным признаком и потерями сухого вещества ($r = 0,700 \dots 0,787$).

Результаты корреляционного анализа потерь воды сортов картофеля разных фракций представлены в таблице 6. Сравнивая влияние выделенных морфологических признаков (толщина корового слоя и масса кожуры клубня) на размер потерь воды сортами картофеля, можно сделать заключение о более сильном влиянии первого признака.

Выявлены различия по корреляционной связи между потерями воды и толщиной коры: достоверная очень высокая обратная – у сортов Смуглянка ($r = -0,831, r^2 = 0,691$) и Гончаровский ($r = -0,835, r^2 = 0,697$); высокая отрицательная – у сортов Псельской ($r = -0,768, r^2 = 0,591$) и Студенческий ($r = -0,720, r^2 = 0,519$); средняя отрицательная – у сорта Ластивка ($r = -0,535, r^2 = 0,286$).

Установлена корреляционная зависимость потерь воды от толщины коры в разрезе фракционного состава сортов картофеля: более сильная связь у сортов Смуглянка, Ластивка и Псельской по крупной и средней фракциям ($r = -0,997 \dots -0,837$); Студенческий – по мелкой ($r = -0,991$) и по крупной ($r = -0,846$), Гончаровский – по средней ($r = -0,883$).

Установлено влияние массы кожуры клубней на потери воды при хранении сортов картофеля: Смуглянка (68 %), Студенческий (53), Гончаровский (38), Ластивка (33) и Псельской (29 %).

Достоверная высокая отрицательная связь выявлена: по крупной и мелкой фракциям картофеля – у сортов Смуглянка ($r = -0,893 \dots -0,997$), Псельской ($r = -0,909 \dots -0,943$), Гончаровский ($r = -0,820 \dots -0,913$); по крупной – Ластивка ($r = -0,984$); по мелкой – Студенческий ($r = -0,989$).

По результатам корреляционного анализа потерь сухого вещества при хранении сортов разных фракций в зависимости от исходного его содержания выявлена менее сильная связь между потерями воды и морфологическими признаками, а именно в общем доля влияния составляла 19 %, по средней фракции достигала 29,5 %.

Таблица 5 – Взаимосвязь между естественной убылью картофеля разных фракций и ее составляющими

Фракция	Потери сухого вещества			Потери воды		
	r	r ²	y = a + bx	r	r ²	y = a + bx
Среднее	0,757	0,574	2,47 + 5,07x	0,993	0,986	0,22 + 1,12x
1	0,787	0,620	2,15 + 5,05x	0,994	0,989	0,20 + 1,12x
2	0,784	0,614	2,65 + 4,71x	0,993	0,986	0,13 + 1,13x
3	0,700	0,490	3,12 + 4,75x	0,991	0,983	0,21 + 1,13x

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 6 – Корреляционный анализ потерь воды сортами картофеля разных фракций, 2014–2017 гг.

Фракция	Толщина корового слоя			Масса кожуры		
	r	r ²	y = a + bx	r	r ²	y = a + bx
Среднее						
Среднее	-0,558	0,311	10,08 – 1,65x	-0,526	0,278	8,23 – 0,70x
1	-0,777	0,514	11,51 – 2,04x	-0,837	0,700	10,29 – 1,20x
2	-0,072	0,005	–	-0,368	0,136	8,45 – 0,86x
3	-0,686	0,470	12,86 – 2,99x	-0,221	0,049	–
Смуглянка						
Среднее	-0,831	0,691	6,78 – 0,69x	-0,828	0,686	6,07 – 0,33x
1	-0,997	0,995	5,88 – 0,43x	-0,893	0,798	6,16 – 0,34x
2	-0,931	0,867	5,73 – 0,33x	-0,374	0,140	5,27 – 0,10x
3	-0,801	0,642	7,98 – 1,10x	-0,977	0,999	11,55 – 3,39x
Ластивка						
Среднее	-0,535	0,286	8,39 – 0,95x	-0,583	0,339	7,03 – 0,39x
1	-0,858	0,736	13,47 – 2,75x	-0,984	0,969	14,35 – 2,79x
2	-0,837	0,702	9,46 – 1,55x	-0,608	0,370	7,81 – 0,67x
3	0,493	0,243	4,71+0,67x	-0,736	0,542	6,89 – 0,37x
Псельской						
Среднее	-0,768	0,591	11,42 – 2,51x	-0,542	0,293	7,66 – 0,50x
1	-0,931	0,868	40,58 – 15,66x	-0,909	0,826	40,27 – 10,10x
2	-0,977	0,955	10,57 – 2,08x	-0,955	0,913	9,16 – 1,13x
3	-0,989	0,974	13,33 – 3,76x	-0,943	0,889	11,53 – 5,31x
Гончаровский						
Среднее	-0,835	0,697	9,28 – 1,15x	-0,621	0,386	7,37 – 0,38x
1	-0,730	0,533	8,45 – 0,81x	-0,820	0,672	14,52 – 2,24x
2	-0,883	0,780	13,12 – 2,47x	-0,949	0,893	8,74 – 1,06x
3	-0,743	0,552	12,83 – 3,04x	-0,913	0,834	13,01 – 4,87x
Студенческий						
Среднее	-0,720	0,519	12,70 – 1,99x	-0,732	0,536	12,67 – 2,02x
1	-0,846	0,716	26,61 – 8,42x	-0,713	0,509	15,88 – 3,65x
2	-0,174	0,030	–	0,310	0,096	8,86 – 0,31x
3	-0,991	0,982	18,69 – 5,54x	-0,989	0,979	19,19 – 6,02x

Достоверная высокая положительная связь между потерями сухого вещества и исходным его содержанием установлена по средней фракции сорта Студенческий ($r = 0,915$) и по мелкой – Ластивка ($r = 0,927$); средняя положительная связь по мелкой фракции – Гончаровский ($r = 0,720$) и Смуглянка ($r = 0,770$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате трехлетних исследований (2014–2017 гг.) изучены параметры 9 хозяйственно ценных признаков 5 сортов картофеля различного фракционного состава, коррелирующих с естественной убылью и ее составляющими при хранении продукции.

Установлено, что основными лимитирующими составляющими естественную убыль картофеля при хранении потерь воды являются биоморфологические признаки клубней, такие как коровой слой и кожура, потерь сухого вещества – исходное его содержание.

При селекции картофеля для подбора родительских пар и отбора лежкоспособных сеянцев, различающихся крупноклубневостью, на ранних этапах клубневого размножения разработаны математические модели для прогнозирования селективируемого признака.

Список литературы

1. Faostat: Production: Crop. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. – Дата доступу: 22.04.2018.
2. Статистичний щорічник України за 2016 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/2446342/>. – Дата доступу: 14.04.2018.
3. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minagro.gov.ua/rating/files/r3.pdf>. – Дата доступу: 14.04.2018.
4. Кожушко, Н. С. Характеристика вихідного матеріалу картоплі щодо лежкоздатності / Н. С. Кожушко, М. Д. Гончаров // Вісн. СНАУ. Сер. «Агрономія і біологія». – 2004. – Вип. 1 (8). – С. 5–9.
5. Кожушко, Н. С. Результати селекції картоплі на лежкоздатність / Н. С. Кожушко, Л. С. Торчицька, В. М. Прокопенко // Вісн. СНАУ. Сер. «Агрономія і біологія». – 2007. – Вип. 10–11 (14–15). – С. 5–10.
6. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / за ред. В. В. Кононюченка. – Немішаєве: ІК УААН, 2002. – 183 с.

Поступила в редакцію 05.09.2018 г.

N. S. KOZHUSHKO, Ya. A. ZAVORA

BIOLOGICAL RELATIONSHIP OF POTATOES CHARACTERS AND ITS USAGE IN PRACTICAL SELECTION

SUMMARY

The parameters of eight morphological and biochemical characteristics that correlate with natural losses and its components during storage for potatoes varieties of different fractional composition are learned. The main limiting factors of natural losses are morphological features, bark layer and peel of bulb for studied varieties of potato in the conditions of north-east Lisostep of Ukraine. For selection of parental pair during selection for storability and removing of the worst of plant lets under bulb breeding that are developed mathematical models.

Key words: potatoes, variety, fractional composition, storability, characteristics, correlation, mathematic modeling, parent material, bulb breeding, selection.

УДК 635.21:631.526.32:581.192

Л. Н. Козлова, Г. И. Пискун, А. А. Корзан

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: l-kozlova@tut.by

СУММАРНАЯ АНТИОКСИДАНТНАЯ СПОСОБНОСТЬ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Методом фотолюминесценции на приборе «PHOTOSHEM» определена суммарная антиоксидантная способность (САОС) 2105 образцов клубней картофеля. Образцы различались между собой по цвету кожуры и мякоти, интенсивности окрашивания, степени зрелости клубней, продолжительности хранения, условиям выращивания (метеорологическим и технологическим). САОС клубней картофеля в зависимости от цвета кожуры и мякоти изменяется от 32 до 9650 μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса. У клубней картофеля с фиолетовой кожурой САОС в 1,6 раза выше, чем у клубней с красной кожурой, и в 3,3 раза выше, чем у клубней с желтой кожурой. У клубней картофеля с фиолетовой и красной мякотью САОС в 2,7 раза выше, чем у образцов с кремовой, желтой и белой мякотью. Образцы картофеля с кремовой, желтой и белой мякотью обладают одинаковой САОС.

Ключевые слова: картофель, сорт, гибрид, суммарная антиоксидантная способность, цвет кожуры и мякоти.

ВВЕДЕНИЕ

Большую популярность во всем мире приобретает «цветной» картофель. Спросом пользуются образцы, у которых окрашена не только кожура, но и мякоть, так как их антиоксидантная способность в 6–7 раз больше, чем у клубней с белой или желтой мякотью. Использование в пищу «цветного» картофеля помогает защитить организм человека от сердечно-сосудистых заболеваний и онкологии [1].

В пределах генетического разнообразия картофеля возможен выбор из различных видов селекционных образцов, богатых красными, фиолетовыми и синими пигментами, которые обеспечивают окраску и могут действовать как антиоксиданты. Как показывают данные многих исследований, окрашенный картофель является натуральным источником фитонутриентов, таких как каротиноиды, оксикоричные кислоты, флавоноиды, аскорбиновая кислота, токоферолы, антоцианы, α -липоевая кислота, селен и др. [2–6].

Картофель с желтой мякотью имеет более высокое содержание каротиноидов, таких как лютеин, зексантин, виолаксантин [7]. Каротиноиды содержатся и в клубнях картофеля с белой, желтой, оранжевой или красной мякотью. В научных публикациях отмечается, что количество каротиноидов составляет от 50 до 100 мг в 100 г сырой мякоти клубней с белой мякотью и до 2000 мг в клубнях с темно-желтой и оранжевой мякотью [8]. С. Brown [7] отмечает, что в сортах картофеля с белой мякотью содержится 40–101 мг/100 г сырого веса каротиноидов, в желтых – 101–250,

ярко-желтых – 509–795 мг/100 г. В клубнях с красной и фиолетовой мякотью присутствуют такие антиоксиданты, как протокатеховая, феруловая, кофейная, *п*-кумаровая кислоты [9, 10]. Присутствует также небольшое количество флавоноидов, таких как рутин, кверцетин, мирицетин, нарингенин [11–13]. Красная мякоть картофеля содержит пеларгонидин, а фиолетовая, кроме него, содержит мальвидин, петунидин, пеонидин и дельфинидин. Именно эти антоцианы обеспечивают красную и фиолетовую окраску мякоти или кожуры. В клубнях с белой и желтой мякотью присутствует до 30 мг антоцианов в 100 г сырой мякоти, а в клубнях с красной, синей или фиолетовой мякотью их содержится в 2,0–2,5 раза больше.

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» проводятся исследования по созданию исходного материала для селекции сортов картофеля с окрашенной мякотью. Созданы гибриды с красной, фиолетовой и синей мякотью, которые в настоящее время проходят оценку по питательным свойствам и другим хозяйственно ценным признакам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили клубни картофеля с желтой, красной, фиолетовой кожурой и белой, кремовой, желтой, красной и фиолетовой мякотью различных селекционных питомников, полученные в отделе селекции картофеля и лаборатории генетики Центра в 2013–2018 гг.

Суммарная антиоксидантная способность определялась методом фотолюминесценции на приборе «РНТОСНЕМ». Принцип метода измерения суммарной антиоксидантной способности заключается в следующем: свободные радикалы (супероксид анион радикалы) образуются при оптическом возбуждении (излучении) фотосенсибилизатора (красителя). Данные радикалы частично выделяются из пробы при реакции с присутствующими в ней антиоксидантами. Остаточные радикалы в измерительной ячейке вызывают люминесценцию вещества-детектора, благодаря чему и определяется антиоксидантная способность пробы. Антиоксидантная способность проб измеряется относительно стандарта – аскорбиновой кислоты (построение калибровочной кривой), после чего она представляется в эквивалентных единицах стандарта.

Экспериментальные данные обрабатывали на ПЭВМ с использованием ряда пакетов специализированных прикладных программ (AB-StatV – 1,1, Microsoft Excel).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определена САОС 2105 образцов клубней картофеля. Они различались между собой не только по цвету кожуры и мякоти, но и по интенсивности окрашивания, степени зрелости клубней, продолжительности хранения, условиям выращивания (метеорологическим и технологическим).

Исследования показали, что в зависимости от цвета кожуры и мякоти САОС клубней картофеля изменяется от 32 до 9650 μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса (табл. 1).

САОС образцов с фиолетовой кожурой изменялась от 124 до 8400 μM и в среднем по опыту составила 2472 μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса. У клубней с фиолетовой мякотью среднее значение этого показателя – 2746, с желтой – 1544, кремовой – 1463, белой – 1364. Вариабельность в зависимости от цвета мякоти составила 41,8–91,2 %. У клубней с фиолетовой кожурой зафиксированы 12–50-кратные различия по содержанию антиоксидантов в зависимости от цвета мякоти.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Суммарная антиоксидантная способность образцов клубней картофеля с различным цветом кожуры и мякоти, μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса

Цвет мякоти	Цвет кожуры			
	фиолетовый	красный	розовый	желтый
Фиолетовый				
<i>n</i>	565			
lim	627–8400			
\bar{x}	2746			
<i>s</i>	1148	–	–	–
$S_{\bar{x}}$	48,3			
$S_{\bar{x}}\%$	1,7			
V%	41,8			
Кремовый				
<i>n</i>	22	22	73	130
lim	440–5303	35–2831	106–3754	106–3568
\bar{x}	1463	805	1040	739
<i>s</i>	1334	757	875	484,9
$S_{\bar{x}}$	284	161,4	102	42,5
$S_{\bar{x}}\%$	19,4	20	9,8	5,8
V%	91,2	94,0	84,1	65,6
Белый				
<i>n</i>	49	20	76	105
lim	227–4012	171–3004	76–5186	62–4000
\bar{x}	1364	1030	1084	675
<i>s</i>	1001	765	983	552
$S_{\bar{x}}$	143	171,1	112,8	53,9
$S_{\bar{x}}\%$	14,3	16,6	10,4	8,0
V%	73,4	74,3	90,7	81,8
Желтый				
<i>n</i>	84	88	162	512
lim	124–6185	59–3726	32–4994	95–4410
\bar{x}	1544	1034	1005	752
<i>s</i>	1189	871	859	564
$S_{\bar{x}}$	129,7	92,8	67,5	24,9
$S_{\bar{x}}\%$	8,4	9,0	6,7	3,3
V%	77,0	84,2	85,5	75,0
Красный (розовый)				
<i>n</i>		105	92	
lim		332–6539	584–9650	
\bar{x}		2663	2557	
<i>s</i>		1223	1105	
$S_{\bar{x}}$		119,3	115,2	
$S_{\bar{x}}\%$		4,5	4,5	
V%		45,9	43,2	

Примечание. *n* – объем выборки; lim – пределы варьирования показателя; \bar{x} – средняя арифметическая; *s* – стандартное отклонение; $S_{\bar{x}}$ – ошибка средней арифметической; $S_{\bar{x}}\%$ – относительная ошибка средней арифметической; V% – коэффициент вариации.

У образцов с красной кожурой САОС изменялась от 35 до 6539 μM и в среднем составила 1740 μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса. САОС клубней с красной (розовой) мякотью в среднем по опыту составляла 2663, желтой – 1034, белой – 1030, кремовой – 805. Вариабельность – 45,9–94,0 %. Различия в зависимости от цвета мякоти также очень высокие (17–80-кратные).

САОС образцов с розовой кожурой изменялась от 32 до 9650 μM и в среднем составила 1381 μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса. Среднее значение данного показателя у образцов с красной (розовой) мякотью – 2557, белой – 1084, кремовой – 1040, желтой – 1005. Вариабельность – 43,2–90,7 %. Различия в зависимости от цвета мякоти 16–156-кратные.

У образцов с желтой кожурой САОС изменялась от 62 до 4410 μM и в среднем составила 739 μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса. Среднее значение данного показателя у образцов с кремовой мякотью – 739, желтой – 752, белой – 675. Вариабельность – 65,6–81,8 %. Различия в зависимости от цвета мякоти 33–64-кратные.

Наблюдаются сильные различия по САОС между образцами со схожими характеристиками клубней. У картофеля с фиолетовой кожурой и фиолетовой мякотью зафиксированы 13-кратные различия в САОС, у клубней с красной кожурой и красной (розовой) мякотью – 9-кратные, у клубней с розовой кожурой и красной (розовой) мякотью – 16-кратные, у клубней с желтой кожурой и желтой мякотью – 46-кратные. По нашему мнению, в опыте не учитывалась интенсивность окрашивания мякоти, степень зрелости клубней, продолжительность хранения, условия выращивания. Сходные результаты получены в исследованиях J. Jemison [14], в которых отмечена семикратная разница в содержании антиоксидантов между сортами с красной кожурой и белой мякотью.

Статистически, с 99 %-м уровнем вероятности доказано, что у клубней картофеля с фиолетовой кожурой САОС в 1,6 раза выше, чем у клубней с красной кожурой, и в 3,3 раза выше, чем у клубней с желтой (табл. 2). Полученные данные согласуются с результатами других исследователей [14–17].

Среди образцов картофеля с фиолетовой кожурой наибольшей САОС обладают клубни с фиолетовой мякотью в сравнении с генотипами с желтой, белой, кремовой мякотью. Различия в САОС между образцами с желтой, белой, кремовой мякотью не доказаны.

Большой САОС обладают клубни с красной (розовой) кожурой и красной (розовой) мякотью по сравнению с образцами с желтой, белой, кремовой мякотью. Различия в САОС между образцами с желтой, белой, кремовой мякотью не доказаны.

Установлено, что у картофеля с желтой кожурой САОС выше у клубней с желтой и кремовой мякотью по сравнению с белой. Клубни с желтой и кремовой мякотью не отличаются между собой по САОС.

САОС у клубней картофеля с фиолетовой и красной мякотью выше, чем у образцов с кремовой, желтой и белой мякотью. Различий по САОС между образцами с кремовой, желтой и белой мякотью не установлено.

По данным В. Nayak [15], содержание антиоксидантов у клубней с фиолетовой мякотью выше, чем у клубней с красной, белой и желтой мякотью, у которых оно практически одинаковое. В нашем опыте клубни с красной мякотью показывали значительно более высокую САОС, на уровне клубней с фиолетовой мякотью. Полученные нами данные по образцам с желтой мякотью согласуются с данными M. S. Al-Saikhhan [18], где также не установлено различий по содержанию антиоксидантов между клубнями картофеля с желтой и белой мякотью.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Доверительные интервалы для различных уровней вероятности

Цвет мякоти, относительная ошибка средней арифметической	Цвет кожуры			Доверительные интервалы без учета цвета кожуры
	фиолетовый	красный (розовый)	желтый	
Без учета цвета мякоти: $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2472 ± 141,6***	1513 ± 145,2***	739 ± 60,3***	–
$s_{\bar{x}}\%$	1,9	3,2	2,7	–
Фиолетовая мякоть: $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2746 ± 144,9***	–	–	2746 ± 144,9***
$s_{\bar{x}}\%$	1,7	–	–	1,7
Желтая мякоть: $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1544 ± 129,7	1015 ± 54,6	752 ± 74,7***	909 ± 26,9*
$s_{\bar{x}}\%$	8,4	5,4	3,3	2,9
Красная мякоть: $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	–	2614 ± 166,8***	–	2614 ± 250,2***
$s_{\bar{x}}\%$	–	3,2	–	3,2
Белая мякоть: $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1364 ± 143	1073 ± 96,1	675 ± 53,9	963 ± 54,3*
$s_{\bar{x}}\%$	14,3	9,0	8,0	5,6
Кремовая мякоть: $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1463 ± 284	985 ± 87,7	739 ± 42,5*	898 ± 49,6*
$s_{\bar{x}}\%$	19,4	8,9	5,8	5,5

* Для 68 % уровня вероятности.

** Для 95 % уровня вероятности (в таблице не представлено).

*** Для 99 % уровня вероятности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

САОС клубней картофеля в зависимости от цвета кожуры и мякоти изменяется от 32 до 9650 μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса.

Наблюдаются сильные различия по САОС между образцами со схожими характеристиками клубней. У картофеля с фиолетовой кожурой и фиолетовой мякотью зафиксированы 13-кратные различия в САОС, у клубней с красной кожурой и красной (розовой) мякотью – 19-кратные, у клубней с розовой кожурой и красной (розовой) мякотью – 16-кратные, у клубней с желтой кожурой и желтой мякотью – 46-кратные.

Доказано, что у клубней картофеля с фиолетовой кожурой САОС в 1,6 раза выше, чем у клубней с красной кожурой, и в 3,3 раза выше, чем у клубней с желтой кожурой.

У клубней картофеля с фиолетовой и красной мякотью САОС в 2,7 раза выше, чем у образцов с кремовой, желтой и белой мякотью.

Образцы картофеля с кремовой, желтой и белой мякотью обладают одинаковой САОС.

Список литературы

1. Киру, С. Д. Генетические ресурсы картофеля для новых направлений селекции / С. Д. Киру // Картофелеводство. Результаты исследований, инновации, практический

опыт: материалы науч.-практ. конф. и координ. совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства». – М., 2008. – Т. 1. – С. 49–56.

2. Ames, B. N. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging / B. N. Ames, M. K. Shigenaga, T. M. Hagen // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1993. – Vol. 90. – P. 7915–7922.

3. The potential role of antioxidant vitamins in preventing cardiovascular diseases and cancers / S. Herberg [et al.] // Nutrition. – 1998. – Vol. 4. – P. 513–520.

4. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products / Y. S. Velioglu [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1998. – Vol. 46. – P. 4113–4117.

5. Prospects for chemoprevention of cancers / R. Tamimi [et al.] // Journal of Internal Medicine. – 2002. – Vol. 251. – P. 286–300.

6. Lisinska, G. Potato Science and Technology / G. Lisinska, W. Leszczynski // Elsevier Science Publishers Ltd., Barking, Essex, UK, 1989. – 391 p.

7. Brown, C. Antioxidants in potato / C. Brown // American Journal of Potato Research. – 2005. – Vol. 82. – P. 163–172.

8. Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients / C. M. Andre [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2007. – Vol. 55. – P. 366–378.

9. Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acids in potatoes. I. Coloured cultivars of *Solanum tuberosum* L. / C. Lewis [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1998. – Vol. 77. – P. 45–57.

10. Anthocyanin-rich red potato flakes affect serum lipid peroxidation and hepatic SOD mRNA level in rats / K. H. Han [et al.] // Biosci. Biotechnol. Biochem. – 2006. – Vol. 71. – P. 1356–1359.

11. Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acids in potatoes. II. Wild, tuberous *Solanum* species / C. Lewis [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1998. – Vol. 77. – P. 58–63.

12. Rodriguez-Saona, L. Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes / L. Rodriguez-Saona, M. Giusti, R. Wrolstad // Journal of Food Science. – 1998. – Vol. 63. – P. 458–465.

13. Reyes, L. Antioxidant capacity, anthocyanins and total phenolics in purple- and red-fleshed potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes / L. Reyes, J. Miller, L. Cisneros-Zevallos // American Journal of Potato Research, 2005. – Vol. 82. – P. 271–277.

14. Jemison, J. Antioxidants in Red Potato Varieties / J. Jemison, M. Ellen Camire, M. Dougherty // Maine Potato Board – Research Report, 2009. – 7 p.

15. Colored potatoes dried for antioxidant-rich value-added foods / B. Nayak [et al.] // Journal of food processing and preservation. – 2011. – Vol. 35. – P. 571–580.

16. Шанина, Е. П. Селекция на повышенное содержание антиоксидантов в картофеле / Е. П. Шанина // Современное состояние и перспективы развития картофелеводства: материалы IV науч.-практ. конф., Чебоксары, 2012 г. / ВНИИКХ им. А. Г. Лорха, КУП «Агро-Инновации». – Чебоксары, 2012. – С. 35–38.

17. Lachman, J. Red and purple potatoes – A significant antioxidant source in human nutrition / J. Lachman, K. Hamouz, M. Orsak // Chem. Listy. – 2005. – Vol. 99. – P. 474–482.

18. Al-Saikhhan, M. S. Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato / M. S. Al-Saikhhan, L. R. Howard, J. C. Miller // Journal of food science. – 1995. – Vol. 60, № 2. – P. 341–343.

Поступила в редакцию 30.08.2018 г.

L. N. KOZLOVA, G. I. PISKUN, A. A. KORZAN

TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY OF POTATOES TUBERS

SUMMARY

Using the photoluminescence method, a total antioxidant capacity (TAC) of 2105 potato tuber samples was determined on the «PHOTOCHEM» device. Samples differed according to the color of the skin and pulp, the intensity of staining, the degree of maturity of tubers, the duration of storage, the growing season conditions (meteorological and technological). The TAC of potato tubers varies from 32 to 9650 μM equivalent of ascorbic acid/100 g fresh weight, depending on the color of the peel and pulp. Potatoes tubers with purple skin TAC are 1.6 times higher than in tubers with red skin and 3.3 times higher than in tubers with yellow. Potatoes tubers with purple and red pulp TAC are 2.7 times higher than in samples with cream, yellow and white pulp. Samples of potatoes with cream, yellow and white flesh have the same TAC.

Key words: potatoes, variety, hybrid, total antioxidant capacity, color of the skin and pulp.

УДК 635.21: 631.811

Л. И. Костина, О. С. Косарева

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова»,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: o.kosareva@vir.nw.ru

ГЕНЕАЛОГИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ**РЕЗЮМЕ**

В статье приведены сведения о результатах анализа генеалогии сортов картофеля. В результате выделены сорта, которые рекомендуются в качестве исходного материала в селекции на главные хозяйственно ценные признаки: скороспелость, высокую продуктивность, устойчивость к фитофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), раку картофеля (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.), парше обыкновенной (*Streptomyces scabies* (Thaxt.) Waksman et Henrici), золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* Woll.).

Анализ родословных сортов картофеля показал, что подвид *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* формировался на основе *Solanum tuberosum* subsp. *chiloense* и *Solanum andigenum*. В создании современных сортов принимали участие и другие виды картофеля: *S. acaule* Bitt., *S. chacoense* Bitt., *S. stoloniferum* Schlecht., *S. spigazzinii* Bitt., *S. vernei* Bittet Wittm. и др.

Ключевые слова: картофель, сорт, скороспелость, продуктивность, устойчивость, селекция, родословная.

ВВЕДЕНИЕ

Для того чтобы разобраться в многообразии сортов картофеля старого и современного сортимента, необходим анализ их родословных. Еще в 1932 г. Н. Rathlef сделал попытку провести генеалогический анализ сортов. По происхождению он разделил селекционные сорта картофеля на семь больших групп:

1. Старая англо-американская группа, ведущая начало от первых интродукций 1500–1600 гг. в Ирландию и Англию и проникшая в Северную Америку с ирландскими переселенцами около 1720 г. От нее происходят и многие местные скандинавские сорта. Из основных родоначальников селекционных сортов к ней относятся Patersons Victoria и Peachblow.

2. Старая континентально-европейская группа, ведущая начало от интродукций из Испании 1580–1600 гг. К этой группе отнесены старые французские сорта: Belle Fontenay, Institut Beauvais, Rondejaune, Auvergne, Violettede Fores, Fleurde Pecher, Vitelotte. Из более поздних родоначальников сюда относятся Erstevon Nassengrund и Zwiskauer fruhe. Н. Rathlef высказал предположение, что сорта этой группы могли возникнуть путем естественного отбора из семян перуанского *S. andigenum*.

3. Группа Rouge Purple Chili ведет свое начало от более поздней интродукции Гудрича в 1848 г. Эта группа очень многочисленна. Гены Rouge Purple Chili имеются в большинстве сортов старого и современного сортимента.

4. Группа Daber – Wohlmann вывезена из Южной Америки около 1830 г. и характеризуется сильной антоциановой окраской на стебле, листе и соцветии. С этой группой имеет общие черты семья Flourball.

5. Семья Franche, распространенная в Нидерландах, французского происхождения, характеризуется сильно рассеченными листьями и интенсивной антоциановой окраской, характерной для перуанских сортов.

6. Ясенелистная группа стоит изолированно и известна с конца XVIII ст. Сюда относятся сорта *Muatts Ashleaf* и *Juli*.

7. Рожковая группа (*Horchon*) очень старая, обособленная и малораспространенная. Она фертильна и ракоустойчива. Для этой группы характерны многочисленные глазки на клубне и сильно рассеченные листья с мелкими долями. Эта группа имеет общие черты с перуанскими сортами.

На основе анализа родословных сортов картофеля по потомствам можно выделить ценных производителей для селекции на скороспелость, продуктивность, повышенное содержание крахмала, устойчивость к болезням и вредителям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Работа выполнена на материале коллекции селекционных сортов картофеля старого и современного сортимента. Современные сорта были оценены по методическим указаниям отдела генетических ресурсов картофеля (2010 г.). В методических руководствах представлены основные морфологические и хозяйственно ценные признаки. При составлении родословных сортов по потомствам использованы принципы, изложенные в методических указаниях Л. И. Костиной «Выделение исходного материала для селекции картофеля на основе генеалогии» (1992 г.) [3] и монографии Л. И. Костиной и О. С. Косаревой «Генеалогия отечественных сортов картофеля» (2017 г.) [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе исследований были составлены родословные по потомствам более 2000 сортов картофеля старого и современного сортимента. Предками старых исходных сортов (первые циклы скрещиваний) оказались сорта *Early Rose* (1861 г.), *Daber* (импортируемый в Европу в 1830 г.), *Patersons Victoria* (1843 г.), *Flourball* (1875 г.) и др. Родословные составлены по циклам скрещиваний от предковых старых сортов до современного сортимента [1, 2, 6, 7]. Большое число сортов приведено в руководстве «Выделение исходного материала для селекции картофеля на основе генеалогии» [3].

Анализ родословных показывает, что основная масса сортов представляет многочисленное потомство немногих исходных сортов. При построении групп сортов возникают трудности, вызываемые многочисленными родственными отношениями между ними. Основные потомства в целом могут быть охарактеризованы лишь по преобладающей группе сортов, сходных по комплексу признаков. Родственные связи яснее выражены в близких поколениях и нечетко в последующих.

Многочисленно в современном сортименте потомство *Rouge Purple Chili*, насчитывающее 850 сортов. В старом сортименте потомство этого сорта составляло 854 образца. Следовательно, более 1700 сортов старого и современного сортимента связаны с этим чилийским сортом. Наиболее многочисленным его потомством является *Early Rose* (сеянец *Garnet Chili*) – 816 сортов. Сорт *Early Rose*, выведенный А. Бреси в США в 1961 г. отбором сеянцев, полученных от самоопыления *Garnet Chili* (сеянец *Rouge Purple Chili*), использовали в селекции на скороспелость. С использованием *Early Rose* выведены распространенные сорта: *Cobbler* (сеянец *Early Rose*), *Oberarnbacher Fruhe* [(*Keiserkrone*×*Jubel*)×(*Early Rose*×*Gisevius*)], *Triumph* (*Perles*×*Early Rose*), Детскосельский (*S. demissum*×*S. andigenum*, F₂ опылен сорт *Early Rose*), Нарымский

ранний (Early Rose×Сеянец 60), Пензенская скороспелка (Early Rose×Голубоцветка), Северянин (клон Early Rose×Katahdin), а также более новые сорта: Алена {(Early Rose×Katahdin)×Камераз]}×Зарево}, Белоярский ранний {[Cobbler ((Epicure×*S. demissum*)×Gluckauf)×Centifolia]}×Early Rose}, Нарымка (Early Rose×сеянец сорта Berlichingen)×(Идеал×ВИР 6-650) и др.

Многочисленно в потомстве Early Rose во втором цикле скрещиваний потомство сорта Cobbler, насчитывающее 16 сортов, 85 % из них скороспелые: Агрономический, Белоярский ранний, Лайма, Мурманский, Полесский ранний, Прикульский ранний и др. Потомство сорта Oberarnbacher Fruhe насчитывает 15 сортов, в их числе скороспелые сорта Antinema, Carla, Passat и новые скороспелые сорта Августовский (Пензенская скороспелка×Oberarnbacher Fruhe), Новоусманский (Пензенская скороспелка×Oberarnbacher Fruhe) и Чернский (182-61×Oberarnbacher Fruhe).

Много скороспелых сортов в потомстве сорта Triumph: Dazos, Sheridan, Warba, Waseca, White Triumph и др. С сортом Пензенская скороспелка выведены скороспелые сорта Августовский, Аксеновский (Пензенская скороспелка×Revenu), Новоусманский, Якутянка (Пензенская скороспелка×Пересвет).

В третьем цикле скрещиваний Early Rose многочисленны потомства сортов Earleine (14 сортов), Epicure (26 сортов) и Прикульский ранний (54 сорта). Особый интерес для селекции представляет сорт Прикульский ранний. Почти все сорта, выведенные с его участием, скороспелые: Арина, Белорусский ранний, Белоснежка, Изора, Киевский ранний, Ласточка, Минский ранний, Повировец, Уральский ранний и др. В пятом цикле скрещиваний сорта Early Rose с сортом Жуковский ранний выведены скороспелые сорта: Антошка (Невский×Жуковский ранний), Баритон (клон сорта Жуковский ранний), Мангуст (Жуковский ранний×Ласунак).

Анализ родословных сортов в потомстве Early Rose показал, что поиск нового исходного материала на скороспелость должен базироваться на потомстве этого сорта.

Потомство сорта Patersons Victoria в современном сортименте насчитывает 740 сортов, наиболее многочисленным из которых является потомство сорта Jubel, насчитывающее 575 сортов. Это лучший компонент при выведении сортов, устойчивых к раку и парше. Это также лучший компонент при выведении сортов, устойчивых к раку и парше. С его использованием выведены сорта, устойчивые или слабо поражаемые паршой обыкновенной: Ackersegen (Hindenburg×Allerfruheste Gelbe), Aspotet (Hindenburg×Centifolia), Blanc (Dukat×Hindenburg), Sajka (Hindenburg×смесь пыльцы), Carnea (Kranz Kameke×Hindenburg), Cayuga (Hindenburg×Katahdin), Kotnov[(Aspa×Pac)×Hindenburg], Донской [сеянец 4237 (сеянец1005×Hindenburg)×Октябренок], Любимец (5419 с/44×Hindenburg), Стендский белый (Валё×Hindenburg).

Во втором цикле скрещиваний сорта Hindenburg многочисленно потомство сорта Ackersegen, насчитывающее 22 сорта, в их числе устойчивые к парше сорта: Anco (MPI 335/37×Ackersegen), Calrose (Ackersegen×Katahdin), Heiko (Ackersegen×MPI 335/37), Universal (Ackersegen×*S. andigenum*).

В потомстве сорта Hindenburg интерес представляет во II цикле скрещиваний потомство сорта Aquila и в III цикле потомство сорта Schwalbe. Сорт Aquila не обладает устойчивостью к парше обыкновенной, но устойчив к раку, фитофторозу и вирусным болезням и хорошо передает эти признаки своему потомству, которое включает 82 сорта. Большинство из них ракоустойчивы, имеются также устойчивые к фитофторозу: Ancilla, Datura, Drossel, Fink, Horsa, Star, Zeisig, Кандидат, Огонек и др. Многочисленно потомство сорта Schwalbe (24 сорта), которое насчитывает

много сортов, устойчивых или слабо поражаемых вирусными болезнями: Adretta, Galina, Mariella, Specula, Xenia и др.

Потомство сорта Eersteling включает 90 сортов. Данный сорт очень ранний, урожайный и хорошо передает эти признаки потомству, которое насчитывает 90 % скороспелых сортов: Ambra (Eersteling×B/53), Barima (Eersteling×Fruhmolle), Rode Eersteling (мутант сорта Eersteling), Saskia (Rode Eersteling×Herald). Сорт Saskia хорошо передает потомству скороспелость и крупноклубневость, в его потомстве 32 сорта: Alcmaria {Sirtema×[Saskia×(CPC 1673-20×Furore)]}, Axilia (Saskia×Ora), Arkula [Axilia×(Saskia×Schwalbe)] и др.

Многочисленно в современном сорimente потомство старого сорта Flourball, насчитывающее 178 сортов. Этот сорт выведен еще в 1875 г. Наиболее многочисленным в его потомстве является сорт Katahdin, включающий 170 сортов. Он широко вовлечен в селекцию картофеля во многих странах мира – США, Англии, Нидерландах, Германии, России, Финляндии, Польше, Румынии, Японии и др. В потомстве этого сорта много урожайных сортов с крупными клубнями, устойчивых к вирусу Y.

Наличие большого числа высококрахмалистых сортов в потомстве сорта Erstevon Nassengrund объясняется созданием данного сорта на основе перуанского сеянца *S. andigenum*. В III цикле скрещиваний этого сорта представляет интерес сорт Hochprozentige (Blucher×Bismarck), в потомстве которого все сорта с высоким содержанием крахмала (около 24 %): Erdkraft (Ostbote×Hochprozentige), Fabricia (Ostbote×Hochprozentige), Fecula (Falke×Hochprozentige), Odra (Uran×Hochprozentige). Сорт Erdkraft также является хорошим производителем высококрахмалистых сортов: Poprad (Erdkraft×PG 27), Posmo (Erdkraft×Gineke), Верба (Erdkraft×гибрид 2497-9 (с *S. demissum*)).

Потомство сорта Daber, который импортирован в 1830 г. из Южной Америки, насчитывает 52 сорта. В потомстве этого сорта старого соримента насчитывается около 500 сортов. Хорошими производителями сортов с высоким содержанием крахмала являются сорта Wohltmann (Daber×Erstevon Fromsdorf) и Rode Star (Wohltmann×Erica).

Составлены родословные сортов, выведенных с использованием культурного вида *S. andigenum*, насчитывающие 760 сортов. Родословная старого сорта Cuzco включает 200 сортов. Сорт Cuzco является сеянцем перуанского сорта, относящегося к *S. andigenum*. Сорт Early Goodrich, который был широко вовлечен в селекцию, является сеянцем сорта Cuzco. В потомстве Early Goodrich широко распространены старые сорта: Лорх, Корневский, Лошицкий, Валге, Вырыпаевский, Уральский, Янтарный и др.

В селекции сортов, устойчивых к картофельной нематоде, использованы образцы *S. andigenum* 1673-20, 1673-1, клон 54.3.14.34 и др.

По H. Rathlef вторая группа – старая континентально-европейская, пятая группа – семья Fransche, седьмая группа (рожковая) с сильно рассеченными листьями и сильной антоциановой окраской связаны с перуанскими сортами. Сорт Erstevon Nassengrund выведен на основе перуанского сеянца *S. andigenum*. Потомство этого сорта насчитывает 937 сортов. Учитывая все вышесказанное, вклад культурного вида *S. andigenum* в создание сортового разнообразия был значительный – более 2000 сортов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ генеалогии сортов картофеля по потомствам показал, что большинство скороспелых сортов находятся в потомстве сорта Early Rose. Многочисленны потомства Jubel и Hindenburg (в потомстве Patersons Victoria), их сорта устойчивы к раку и парше обыкновенной.

В потомстве сорта Aquila (потомство Hindenburg) имеются сорта, слабо поражаемые раком, фитофторозом и вирусными болезнями. Сорт Katahdin (в потомстве сорта

Flourball) широко вовлечен в селекцию во многих странах мира, в его потомстве много высокоурожайных сортов.

Установлено наличие большого числа высококрахмалистых сортов в потомстве сорта Erstevon Nassengrund, в их числе Hochprozentige, Erdkraft, Poprad, Posmo, Вербя.

Анализ родословных сортов картофеля показал, что подвид *Solanum tuberosum subsp.* формировался на основе *Solanum tuberosum subsp. chiloense* и *Solanum andigenum*. В создании современных сортов принимали участие и другие виды картофеля: *S. acaule* Bitt., *S. chacoense* Bitt., *S. stoloniferum*, *S. spgazzinii*, *S. vernei* и др.

Список литературы

1. Каталог мировой коллекции ВИР: Картофель / сост.: Л. И. Костина [и др.]. – СПб.: ВИР, 2010. – Вып. 804. – 53 с.
2. Каталог мировой коллекции ВИР: Картофель / сост.: Л. И. Костина [и др.]. – СПб.: ВИР, 2016. – Вып. 829. – 43 с.
3. Костина, Л. И. Выделение исходного материала для селекции картофеля на основе генеалогии: методические указания / Л. И. Костина. – СПб., 1992. – 105 с.
4. Костина, Л. И. Генеалогия отечественных сортов картофеля / Л. И. Костина, О. С. Косарева. – СПб.: ВИР, 2017. – 72 с.
5. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля ВИР / сост.: С. Д. Киру [и др.]. – СПб.: ВИР, 2010. – 27 с.
6. Сорта картофеля: каталог 2005 / сост.: Л. Н. Вологодина [и др.]. – Минск, 2005. – 115 с.
7. Hils, U. Wold Catalogue of Potato Varieties Germany / U. Hils, L. Peterse, 2005. – 237 p.
8. Rathlef, H. Die Stammtafeln des Weltsortiments der Kartoffel und ihre generativen fruchtbaren Sorten. Erschienenim Kuhn-Archiv / H. Rathlef. – 1932. – Band 33. – 431 s.

Поступила в редакцию 06.09.2018 г.

L. I. KOSTINA, O. S. KOSAREVA

GENEOLOGY OF POTATOES ELITE VARIETIES

SUMMARY

The information about the analysis results on the breeding record of potatoes varieties are presented in the article. As a result of screening of a potato variety, the best varieties are recommended for use as initial material for breeding on main commercial traits: for early ripeness, productivity, resistance to late blight (Phitophthora infestans (Mont.) de Bary), resistance to cancer (Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc.), resistance to scarb (Streptomyces scabies (Thaxt.) Waksman et Henrici), resistance to gold potato cyst nematode (Globodera rostochiensis Woll.).

The analysis of genealogical potatoes varieties showed that subspecies Solanum tuberosum subsp. Tuberosum was formed on the basis of Solanum tuberosum subsp. chiloense and Solanum andigenum. Other types of potatoes also took part in creation of modern varieties: S. acaule Bitt., S. chacoense Bitt., S. stoloniferum Schlecht., S. spgazzinii Bitt., S. vernei Bitt. Wittm., etc.

Key words: potatoes, variety, early ripeness, productivity, resistance, breeding, breeding record.

УДК 635.21:631.52

Н. В. Кравченко¹, А. А. Подгаецкий¹, В. М. Собран², И. В. Собран¹¹ Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина² Институт картофелеводства Национальной академии аграрных наук

Украины, пгт. Немешаево, Бородянский район, Киевская область, Украина

E-mail: podgaje@ukr.net

**СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА СРЕДИ ПОТОМСТВА
ОТ БЕККРОССИРОВАНИЯ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ
КАРТОФЕЛЯ В ПЕРВОМ КЛУБНЕВОМ ПОКОЛЕНИИ****РЕЗЮМЕ**

В статье представлены экспериментальные данные по оценке потомства от бек-кроссирования сложных межвидовых гибридов по содержанию крахмала в клубнях на материале первого клубневого поколения. Лучшим в распределении потомства по крахмалистости среди опылителей Ирбитский и Багряна оказался сорт Багряна.

Среди потомства комбинаций с участием в качестве опылителя сорта Ирбитский и девяти беккроссов межвидовых гибридов (материнские формы) только в четырех выявлен высокий потенциал по способности образовывать высококрахмалистое (больше 20 %) потомство. У этих популяций также выявлено относительно высокое среднепопуляционное значение показателя, а также значительное количество гибридов с более высоким выражением признака, чем у лучшей родительской формы. Меньшим было у них и количество гибридов с крахмалистостью выше 20 %. Замена сорта Ирбитский на сорт Багряна позволила только увеличить частоту отбора высококрахмалистых гибридов.

Положительное влияние на возможность выделения гибридов с высоким содержанием крахмала имело использование в качестве материнских форм сортов Багряна и Верди в комбинациях с беккроссами межвидовых гибридов картофеля. Значительно уступал им в этом отношении сорт Подолия.

Практической селекционной ценностью относительно возможности выделения высококрахмалистого потомства обладают беккроссы межвидовых гибридов 10.1/7 и 10.3/1.

Ключевые слова: картофель, содержание крахмала, первое клубневое потомство, межвидовые гибриды, их беккроссы.

ВВЕДЕНИЕ

Биологическая особенность картофеля – наличие в клубнях большого, в среднем 75 %, количества воды и только 25 % сухих веществ [1]. Из-за этого картофель характеризуется низкой калорийностью, что составляет 75 ккал на 100 г клубней. Расширение спектра переработки картофеля на продукты переработки, получение из клубней крахмала и спирта должно основываться на создании сортов с высоким содержанием сухих веществ, в частности крахмала.

Надежным способом решения этой проблемы является вовлечение в селекционную практику сородичей культурных сортов с эффективным генетическим контролем признака [2, 3]. Несмотря на сложности вовлечения в селекционную практику культурных и особенно диких видов картофеля [4], в настоящее время практически вся селекция

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

культуры основывается на использовании метода межвидовой гибридизации. В результате целенаправленных исследований П. И. Альсмика [2] удалось создать сорта с содержанием крахмала в клубнях до 29 %, а среди некоторых сеянцев и больше.

Сложность получения высококрахмалистых сортов в полигенном контроле признака [5]. В других исследованиях доказан не только указанный тип контроля, но и доминантное наследование признака, что позволит повышать содержание крахмала среди потомства, используя трансгрессию [6].

Имеется еще несколько особенностей наследования крахмалистости клубней. Обнаружена положительная связь между поздним созреванием и содержанием крахмала [7], отсутствует корреляция или она отрицательная между высокой продуктивностью и аналогичным содержанием крахмала [8], на проявления последнего признака значительное влияние оказывают внешние условия [2]. Предыдущими нашими исследованиями [9] установлено специфическое влияние родительских форм на проявление признака среди потомства, особенно при выделении трансгрессивных форм. Поэтому целью исследования было выявление особенностей содержания крахмала в клубнях потомства от разных типов насыщающих скрещиваний.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исходным материалом послужили сложные межвидовые гибриды картофеля с участием мексиканских диких видов, их беккроссы, а также сорта Ирбитский, Багряна, Верди, Подолия в качестве компонентов насыщающих скрещиваний. Изучали содержание крахмала среди гибридов первого клубневого поколения, полученных от сеянцев первого года. Сорт Базис является сложным межвидовым гибридом с происхождением аналогичным сорту Щедрик.

Методика проведения эксперимента общепринятая в картофелеводстве [10]. Содержание крахмала определяли по удельному весу.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о влиянии опылителей на проявление признака среди потомства, а также взаимном влиянии контроля признака родительских форм. Установлены различия в содержании крахмала среди потомства с одинаковой материнской формой – беккроссом 10.6Г38, но разными опылителями, сортами Ирбитский и Багряна. Несмотря на то, что в первой популяции выделен сеянец с очень высоким содержанием крахмала, модальный класс распределения потомства был с очень низкой крахмалистостью. Наоборот, в комбинации 10.6Г38×Багряна модальный класс оказался с повышенным проявлением признака, и к классу с 19,1–22,0 % содержанием крахмала отнесены 12 гибридов.

Таблица 1 – Распределение потомства отдельных популяций по содержанию крахмала

Комбинация	Распределение потомства (%) по содержанию крахмала, %					
	< 13,0	13,1–15,0	15,1–17,0	17,1–19,0	19,1–22,0	> 22,0
10.6Г38×Ирбитский	31,6	23,7	26,3	13,2	2,6	2,6
10.6Г38×Багряна	15,7	22,9	34,9	12,0	14,5	0
08.197/48×Ирбитский	66,7	33,3	0	0	0	0
08.197/48×Багряна	19,4	22,6	25,8	16,1	16,1	0
88.1425с1×Ирбитский	50,0	20,0	30,0	0	0	0
88.1425с1×Багряна	33,3	33,3	0	33,4	0	0

Близкие данные получены по двум другим блокам с беккроссами 08.197/48, 88.1425с1 и такими же опылителями. В большей степени это относится при использовании материнской формы в качестве беккросса 08.197/48. Хотя в данной популяции не было потомства с очень высоким содержанием крахмала, однако высокое проявление признака имели пять гибридов, или 16,1 % от общего количества проанализированных.

Немногочисленность потомства комбинаций с участием беккросса 88.1425с1 не позволяет сделать определенные выводы, хотя модальный класс потомства с низкой крахмалистостью комбинаций с участием сорта Ирбитский и наличие гибрида со средним выражением показателя в популяции с сортом Багряна свидетельствует о преимуществе использования последнего для получения более крахмалистого потомства.

Влияние материнских форм – беккроссов межвидовых гибридов на проявление крахмалистости среди потомства можно определить по блокам комбинаций с одинаковыми опылителями (табл. 2). Среди девяти комбинаций с участием сорта Ирбитский высоким потенциалом по выделению высококрахмалистых гибридов характеризовались только четыре, где материнскими формами были беккроссы 10.6Г38, 89.202с77, 10.1/7 и 10.11/12, у которых количество гибридов с содержанием крахмала свыше 20 % составило 22,4–26,4 %. Очень низким количеством высококрахмалистых гибридов характеризовалась комбинация 08.197/48×Ирбитский. Максимальное проявление показателя среди ее потомства составило всего 13,2 %. Анализируя полученные данные этой комбинации и комбинации 08.197/48×Багряна, можно отметить, что материнская форма последней способствовала образованию высококрахмалистых гибридов – до 23,0 %. Вероятно, в этих популяциях главным является благоприятное или неблагоприятное сочетание факторов контроля признака родительских форм, а не генетический его контроль.

Сравнительно высоким среднепопуляционным содержанием крахмала характеризовались популяции с участием беккроссов 89.202с77, 88.1450с2 и 10.1/7, у которых он был 16,0 % и выше. Однако по величине коэффициента вариации эти комбинации неоднозначны. Наименьшее варьирование отмечено в популяциях с беккроссом 10.1/7.

Практическую селекционную ценность представляют:

- комбинации с более высокой крахмалистостью, чем у лучшей родительской формы или с содержанием крахмала свыше 20 %. Относительно материнских форм лучшими были три, названные выше, у которых также имелась наивысшая частота потомства с содержанием крахмала свыше 20 %;

- комбинации с участием в качестве опылителя сорта Багряна. В каждой популяции с этим сортом выделены гибриды с более высоким содержанием крахмала, чем у лучшей родительской формы. Кроме того, в трех гибридных популяциях удалось отобрать высококрахмалистые гибриды.

Положительно повлияло на крахмалистость потомства использование в качестве материнской формы Багряна. Особенно выделилась комбинация Багряна×10.3/1, где оказался очень высокий процент высококрахмалистых гибридов. За исключением комбинации Багряна×89.202с77, другие характеризовались высоким средним проявлением показателя. Сравнительно низкое значение коэффициента вариации по содержанию крахмала отмечено в двух популяциях: Багряна×08.194/107 и Багряна×90.729/14. В данных комбинациях имелось много гибридов с содержанием крахмала выше, чем у лучшей родительской формы. В комбинации Багряна×08.194/107 частота таких гибридов достигала 80,0 %. Также в данных популяциях выделено максимальное количество гибридов с содержанием крахмала выше 20 %. В комбинации Багряна×10.3/1 их количество составило 37 %.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Характеристика гибридных комбинаций по содержанию крахмала, 2017 г.

№ популяции	Происхождение	Количество гибридов, шт.	Содержание крахмала, %		σ	V, %	Процент гибридов с содержанием крахмала свыше 20 %	
			min-max	среднее			больше родительских форм	20 и >
1	10.6Г38×Ирбитский	43	9,9-23,5	14,3 ± 0,6	3,86	27,0	33,3	5,1
2	08.197/48×Ирбитский	4	9,9-13,2	11,5 ± 0,8	1,64	14,3	0	0
3	89.202с77×Ирбитский	12	11,6-22,4	16,5 ± 1,1	3,84	23,3	58,3	16,7
4	88.1450с2×Ирбитский	13	10,0-21,1	16,0 ± 1,0	3,52	22,0	61,5	15,4
5	10.1/7×Ирбитский	34	11,2-26,4	16,9 ± 0,6	3,23	19,1	79,3	10,3
6	10.11/12×Ирбитский	16	9,9-23,5	15,3 ± 1,0	3,88	25,4	43,8	6,3
7	88.1425с1×Ирбитский	13	9,9-16,4	13,2 ± 0,7	2,34	17,7	0	0
8	09.236с1×Ирбитский	15	9,8-19,6	13,4 ± 0,8	3,11	23,2	18,2	0
9	08.197/105×Ирбитский	5	9,9-19,6	14,3 ± 1,9	4,18	29,2	40,0	0
10	10.6Г38×Багряна	86	9,8-21,7	15,6 ± 0,3	2,94	18,8	62,7	7,2
11	88.1425с1×Багряна	3	11,1-18,5	14,7 ± 2,2	3,71	25,2	33,3	0
12	10.1/7×Багряна	22	9,9-23,5	14,5 ± 0,9	4,43	30,6	50,0	22,2
13	08.197/48×Багряна	31	9,8-23,0	15,8 ± 0,6	3,21	20,3	56,3	9,4
14	Багряна×Базис	26	9,9-23,3	17,3 ± 0,7	3,45	19,9	66,7	29,6
16	Багряна×08.194/107	6	16,5-20,2	18,1 ± 0,7	1,63	9,0	80,0	20,0
17	Багряна×90.729/14	12	13,5-21,7	17,3 ± 0,7	2,34	13,5	45,5	9,1
18	Багряна×89.202с77	7	10,7-20,9	16,2 ± 1,6	3,86	23,8	50,0	16,7
19	Багряна×10.3/1	26	12,3-29,7	18,5 ± 0,9	4,55	24,6	66,7	37,0
20	Вердик×10.6Г14	20	12,5-20,8	16,2 ± 0,7	3,19	19,7	35,0	20,0
21	Вердик×10.11/7	34	11,4-30,1	19,6 ± 1,0	5,75	29,3	63,3	50,0
23	Вердик×10.36/1	25	11,1-28,1	18,1 ± 1,1	5,00	27,6	61,9	23,8
24	Подолья×90.690/7	5	11,9-19,4	16,3 ± 1,4	3,02	18,5	20,0	0
26	Подолья×10.3/1	19	10,0-23,5	17,4 ± 1,0	4,61	26,5	52,6	36,8
30	Подолья×09.13Г33	35	9,8-19,2	12,9 ± 0,5	2,88	22,3	16,7	0
31	Подолья×90.666/1	6	10,0-16,2	12,4 ± 0,9	2,17	17,5	16,7	0
34	Подолья×08.197/105	5	9,9-13,9	12,5 ± 0,7	1,6	12,8	0	0
35	Подолья×81.459с18	34	9,9-18,8	13,5 ± 0,4	2,29	17,0	54,1	0
37	Подолья×88.1425с1	41	9,9-24,6	14,9 ± 0,5	2,96	19,9	14,0	2,3

В гибридной популяции с участием в качестве материнской формы сорта Верди и гибрида 10.11/7 у одного из гибридов содержание крахмала достигло 30,1 %, что оказалось наивысшим в опыте. В двух популяциях с участием сорта Верди высоким было также среднее значение показателя. В этих же комбинациях частота потомства с более высоким проявлением показателя, чем у лучшей родительской формы, превышала 60 %, а гибридов с содержанием крахмала больше 20 % было 20 % и выше.

По сравнению с предыдущими сортами, наименьшую ценность для создания исходного селекционного материала с высоким содержанием крахмала имел сорт Подолия. Только в двух популяциях из семи выявлен высокий потенциал проявления признака: Подолия×10.3/1 и Подолия×88.1425с1.

Сравнивая две популяции: Багряна×10.3/1 и Подолия×10.3/1, можно сделать вывод о положительном влиянии опылителя на проявление крахмалистости в потомстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У комбинаций с одинаковыми материнскими формами – беккроссами многовидовых гибридов и опылителями сортами Ирбитский и Багряна максимальное количество высококрахмалистых гибридов выделялось с участием сорта Багряна.

В девяти популяциях, где опылителем был сорт Ирбитский, а материнскими формами беккроссы многовидовых гибридов, только в четырех обнаружен высокий потенциал по возможности выделения высококрахмалистых гибридов с проявлением показателя выше 22 %. У них наблюдалось наиболее высокое (16 % и выше) среднепопуляционное значение показателя, а также частота гибридов с более высоким выражением признака, чем у лучшей родительской формы в селекции на высокое содержание крахмала.

Практической селекционной ценностью обладают сорта Багряна и Верди в качестве материнских форм, а также беккроссы межвидовых гибридов: 10.1/7, 10.3/1.

Список литературы

1. Метлицкий, Л. В. Биохимия / Л. В. Метлицкий // Картофель. – М.: Колос, 1970. – С. 41–58.
2. Альсмик, П. И. Селекция картофеля в Белоруссии / П. И. Альсмик. – Минск: Ураджай, 1979. – 128 с.
3. Букасов, С. М. Селекция и семеноводство картофеля / С. М. Букасов, А. Я. Камераз. – Л.: Колос, 1972. – 358 с.
4. Подгаецкий, А. А. Межвидовая несовместимость картофеля, методы и способы ее преодоления. Методические рекомендации / А. А. Подгаецкий; Украинская акад. аграр. наук, Ин-т картофелеводства. – Киев, 1993. – 99 с.
5. Яшина, И. М. Принципы генетических исследований при селекции на повышенное содержание крахмала и устойчивость к фитофторе / И. М. Яшина // Картофель. – Минск: Урожай, 1966. – С. 49–58.
6. Hunnius, W. Zuchtungt rocken substan zreicher Kartoffeln (Starke und Eiweifi) / W. Hunnius // Kartoffelbau. – 1969. – № 20. – S. 46–51.
7. Munzert, M. Der Starke- und Eiweifigehalt sowie die Vollernte vertraglichkeit der Kartoffelun terdem Einfluß der Reifezeit. Arneitstag / M. Munzert, M. Scheldt // Arbeitsgem. Saatzuchtlejter, Gumpenstein. – 1978. – S. 193–208.
8. Maris, B. Studies on maturity, yield, under-water weight and some other characteristics of potato progenies / B. Maris // Euphytica. – 1969. – № 18. – P. 287–319.

9. Подгаецкий, А. А. Перспективність потомства міжвидових гібридів картоплі за вмістом крохмалю / А. А. Подгаецкий, С. М. Горбась // Вісник Сумського аграрного університету. – 2012. – Вип. 9 (24). – С. 136–140.

10. Методика исследования по культуре картофеля / отв. ред. Н. С. Бацанов. – М., 1967. – 263 с.

Поступила в редакцию 06.09.2018 г.

N. V. KRAVCHENKO, A. A. PODGAETSKIY, V. M. SOBRAN,
I. V. SOBRAN

STARCH CONTENT IN THE FIRST STEP GENERATION INTERSPECIFIC HYBRIDS POTATOES

SUMMARY

The experimental data on the evaluation of offspring from backcrossing of complex interspecific hybrids on starch content in tubers on the material of the first tuber generation are presented in the article. The best in the distribution of the progeny of starch among the varieties Irbitskiy and Bagryana was the last.

Among the progeny of the block of combinations with the Irbitskiy variety and various nine backcrosses of interspecific hybrids (maternal forms) in only four, a significant potential for the ability to form a highly starchy (more than 20 %) offspring was identified. These populations also showed a relatively high average population value of the indicator, as well as a significant frequency of offspring with a higher expression of the trait than the best parental form. They had a smaller part of their offspring with starch higher than 20 %. The replacement of the Irbitskiy variety with the Bagryana variety allowed only to increase the frequency of selection of highly starchy hybrids.

A positive effect on the possibility of isolating hybrids with a high starch content was the use of the parent forms of the Bagryana and Verdi variety in combinations with backcrosses of interspecies hybrids. Variety Podolia significantly inferior to them in this respect.

Some backcrosses of interspecific hybrids possess the practical selection value for the possibility of isolating highly starch offspring: 10.1/7, 10.3/1.

Key words: potatoes, starch content, first tuber progeny, interspecific hybrids, their backcrosses.

УДК 633.49:631.527

**А. В. Митюшкин, А. А. Журавлев, В. А. Жарова,
Ал-р В. Митюшкин, С. С. Салюков, С. В. Овечкин,
А. С. Гайзатулин, Е. А. Симаков**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха», пос. Красково,
Люберецкий район, Московская область, Россия
E-mail: vniikh@mail.ru

ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДБОР РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ В СЕЛЕКЦИИ СТОЛОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены современные сведения о пищевой ценности клубней столовых сортов картофеля, являющихся источником высокоустойчивого крахмала, витамина С, белка и минеральных веществ – калия, фосфора, магния, железа и цинка. Сорта картофеля с разноцветной мякотью отличаются высокой концентрацией каротиноидов и антоцианов, обладающих повышенной антиоксидантной активностью. Использование современных методов массовой оценки содержания макро- и микрокомпонентов в клубнях широкого разнообразия генетических ресурсов картофеля позволяет осуществлять эффективный подбор родительских компонентов в селекции сортов нового поколения, отличающихся повышенной питательной ценностью клубней.

Ключевые слова: артофель, селекция, биохимический состав клубней, макро- и микрокомпоненты, питательная ценность клубней.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия картофель по достоинству занимает второе место среди пищевых культур и вносит огромный вклад в решение проблемы питания человека в отношении макро- (углеводы, протеин, волокна) и микроэлементов (витамины, минеральные вещества и вторичные метаболиты) [7], причем среди витаминов – прежде всего витамин С, минеральных элементов – калий, фосфор и магний [2]. Кроме того, картофель является источником антиоксидантов, среди которых аскорбиновая кислота, каротиноиды и соединения фенола [3, 10]. При этом существующие возможности спектрального анализа в ближней инфракрасной области (NIRS), доступные для использования в оценке содержания крахмала, глюкозы, фруктозы, сахарозы и протеина в клубнях картофеля, также успешно применимы и в отношении определения содержания витаминов, каротиноидов и минеральных веществ. Использование NIRS для идентификации сортов картофеля с потенциально полезными качествами в отношении пищевой ценности является весьма перспективным в реализации селекционных программ, ориентированных на создание сортов картофеля нового поколения.

Целью исследования является оценка перспективы использования сортов картофеля различного генетического происхождения в селекции высокопродуктивных и устойчивых к патогенам столовых сортов с повышенным содержанием макро- и микрокомпонентов в клубнях, обуславливающих их питательную ценность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Экспериментальные исследования проведены в 2015–2017 гг. в условиях мелкоделяночных опытов экспериментальной базы ФГБНУ ВНИИКХ «Пышлицы» Шатурского и «Коренево» Люберецкого районов Московской области. Опытные коллекционные сортообразцы выращивали в идентичных почвенных и агротехнических условиях. При уборке от каждого сортообразца отбирали по 15–20 здоровых клубней среднего размера (диаметром 5–6 см округлой и 4–5 см овальной формы) и сохраняли в условиях оптимальной температуры и влажности воздуха для проведения биохимических анализов. Лабораторные оценки проводили через 1,5–2,0 месяца послеуборочного хранения. Крахмалистость клубней определяли по удельной массе согласно общепринятой методике (2006), окраску мякоти – в соответствии с классификацией UPOV, а кулинарные качества – потемнение мякоти сырых и вареных клубней, мучнистость, разваримость и вкус – по методике, рекомендованной международной рабочей группой EAPR (2001). Анализ содержания макро- и микрокомпонентов в клубнях с использованием инфракрасного анализатора проводили совместно с ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений (Московская область, г. Солнечногорск).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При сравнительном изучении содержания крахмала в клубнях коллекционных сортообразцов картофеля в качестве стандарта использовали высококрахмалистый сорт Накра, средняя крахмалистость которого составляла 18,4 %. Наиболее благоприятным для крахмалонакопления оказался 2016 г., когда сумма температур и количество осадков приближались к средним многолетним. 2015 г. отличался неравномерным выпадением осадков, что способствовало усиленному дыханию растений, израстанию клубней и замедлению процесса крахмалонакопления. В погодных условиях 2017 г., неблагоприятных для крахмалонакопления, оптимального уровня минерального питания и довольно короткого вегетационного периода ни один среднеспелый сорт по крахмалистости не достиг уровня сорта Накра. В частности, наиболее высококрахмалистым оказался сорт Свитанок Киевский с содержанием крахмала в среднем за 2015–2017 гг. на уровне 17,8 % (табл. 1).

Согласно представленным данным, изучаемая группа сортообразцов в своем большинстве имеет светло-желтую окраску мякоти и только сорта Удача, Василек, Наяда – белую, Ягодка и гибриды 88.16/20, 90.30/3, 81.14/61 – кремовую, Юбиляр – желтую, Сюрприз – розовую и Фиолетовый – фиолетовую, что обусловлено содержанием каротиноидов или антоцианов.

Оценка коллекционных сортообразцов по интенсивности потемнения мякоти сырых и вареных клубней показала, что наиболее стабильными в отношении данного признака (8–9 баллов) оказались сорта Накра, Наяда, Пикассо, Сатурна и гибриды 88.16/20, 90.30/3; умеренно и слаботемнеющую мякоть имели сорта Блакит, Фелокс, Рая, Свитанок Киевский и Василек; сильнотемнеющую – сорта Адора, Аусония, Кардинал, Удача, Черниговский, Ягодка и гибрид 81.14/61. Отсутствие тесной связи интенсивности потемнения мякоти как сырых, так и вареных клубней с содержанием крахмала и сроком созревания сортов обуславливает необходимость тщательного подбора компонентов для скрещивания, отличающихся высокой устойчивостью к потемнению мякоти клубней в сыром и вареном виде.

Кроме того, изучаемый сортимент картофеля оценивали с точки зрения вкусовых и кулинарных качеств клубней. Хорошим вкусом клубней с оценкой выше 4,0 баллов,

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Характеристика кулинарных качеств клубней коллекционных сортообразцов картофеля, 2015–2017 гг.

Сорт, гибрид	Срок созревания	Содержание крахмала, %	Окраска мякоти	Потемнение мякоти клубней, балл		Органолептические показатели, балл		
				сырых	вареных	Мучнистость	Разваримость	Вкус
Адора	Среднеранний	13,5	Светло-желтая	5	5	5	7	4,0
Аусония	Среднеранний	13,0	Светло-желтая	6	5	7	7	4,2
Блакит	Среднепоздний	14,7	Светло-желтая	7	7	5	7	3,9
Фелокс	Ранний	12,7	Светло-желтая	7	7	5	7	4,0
Гранола	Среднеспелый	12,5	Светло-желтая	7	9	7	7	4,1
Кардинал	Среднеспелый	15,6	Светло-желтая	6	5	5	7	4,0
Конкорд	Среднеспелый	16,5	Светло-желтая	7	5	7	7	4,2
Накра	Среднеспелый	18,4	Светло-желтая	9	8	7	7	4,1
Наяда	Среднеспелый	14,6	Белая	8	8	5	5	4,0
Нида	Среднеспелый	14,2	Светло-желтая	7	7	7	7	4,5
Пикассо	Среднепоздний	14,5	Светло-желтая	9	8	5	7	3,8
Рая	Среднеранний	13,2	Светло-желтая	7	7	5	7	4,0
Романо	Среднеранний	12,3	Кремовая	6	7	7	5	3,9
Сатурна	Среднеспелый	16,2	Светло-желтая	9	8	5	5	3,8
Свитанок Кневский	Среднеранний	17,8	Светло-желтая	7	7	7	7	5,0
Удача	Ранний	12,3	Белая	5	5	5	5	4,0
Черниговский	Среднеранний	12,6	Светло-желтая	5	5	5	7	4,0
Ягодка	Ранний	11,0	Кремовая	5	5	7	7	4,1
Василек	Среднеспелый	10,4	Белая	7	7	5	5	4,9
Фиолетовый	Среднепоздний	11,9	Фиолетовая	–	–	7	5	4,5
Сюрприз	Среднеспелый	12,2	Розовая	–	–	5	5	4,0
Юбияр	Ранний	13,3	Желтая	8	8	5	7	4,0
88.16/20	Среднеспелый	16,4	Кремовая	9	9	7	7	4,4
90.30/3	Среднеспелый	15,8	Кремовая	8	8	7	9	4,2
81.14/61	Среднеспелый	15,5	Кремовая	5	5	5	9	4,0

сильной разваримостью и рассыпчатостью их мякоти выделялись сорта Аусония, Гранола, Конкорд, Накра, Нида, Свитанок Киевский, Ягодка, Василек и гибриды 86.16/20, 90.30/3.

При анализе биохимического состава клубней картофеля установлена значительная вариабельность его показателей в зависимости от сорта и различных факторов внешней среды: погодных условий, почвы, обеспеченности ее влагой и агротехнических мероприятий, а также физиологической зрелости клубней и режима их хранения. В частности, относительно макроэлементов следует подчеркнуть, что явным преобладанием среди них в клубнях картофеля отличался углеводный компонент преимущественно в виде крахмала. При этом важной особенностью крахмала является отношение амилозы к амилопектину и степень фосфорилирования, способные влиять на его физико-химические свойства и, в частности, такой показатель, как вязкость. Картофельный крахмал представлен в виде гранул, обычно содержащих амилозу и амилопектин в соотношении 1:3. Разветвленная структура амилопектина позволяет ему усваиваться гораздо лучше, нежели амилозе со структурой в виде линейной цепочки, что способствует усилению гликемической реакции [6]. Следует отметить, что крахмал легко усваивается в картофельных блюдах длительного приготовления. При этом неустойчивая фракция усвоенного крахмала может не участвовать в процессе пищеварения в переднем отделе кишечника, а ферментировать в заднем его отделе. Однако устойчивый крахмал необходим в питании человека, поскольку обоснована его полезность для предупреждения и контроля заболеваний пищеварительной системы и сбоя в обмене веществ [7]. В процессе приготовления фракции крахмала становятся желатиноподобными и легко усваиваются, а при охлаждении процесс желатинирования замедляется, и в таком картофеле оказывается около 13 % устойчивого крахмала [4]. Ковалентно-связанный фосфор присутствует в крахмале картофеля в значительном количестве по сравнению с другими растительными крахмалами и влияет на его основные свойства – желатинирование и клейкость, которые определяют целесообразность использования картофеля для переработки на различные виды картофелепродуктов [1].

В клубнях картофеля выявлены также сахара, среди которых основным дисахаридом является сахароза, а среди моносахаридов – глюкоза и фруктоза. Как известно, обжарка при высоких температурах приводит к реакции Майларда между редуцирующими сахарами и свободными аминокислотами. Присутствие же излишнего количества редуцирующих сахаров в клубнях приводит к нежелательному потемнению и горьковатому вкусу обжаренных продуктов, а также может привести к образованию акриламида (потенциального канцерогена). Поэтому рекомендуемое содержание редуцирующих сахаров в клубнях не должно превышать 0,3–0,5 %.

При анализе содержания протеина в клубнях сортов картофеля оно оказалось незначительным и составляло 1,6–2,5 % в сырой массе. Это вполне сопоставимо с его содержанием в корнях и клубнях других растений. Однако биологическая ценность протеина картофеля как растительного источника уступает только протеину мяса и гораздо выше протеина пшеницы, овса и многих овощей. Важной характеристикой протеина картофеля является наличие почти всех незаменимых аминокислот и значительное содержание в нем лизина, хотя в нем не хватает метионина. Поэтому картофель является существенным дополнением к зерновым с низким содержанием лизина в качестве комбинированных источников высококачественного протеина.

Содержание жиров в клубнях картофеля совсем незначительно – менее 1 %. Однако такое содержание несущественно с точки зрения питания, но весьма ощутимо оказывает влияние на вкус.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Кроме того, биохимический состав клубней сортообразцов картофеля включает микроэлементы, представленные большим количеством различных минеральных веществ, что наглядно демонстрируют данные таблицы 2.

В частности, калий – это преобладающий минеральный элемент в клубнях картофеля, содержание которого варьировало от 451 до 710 мг/100 г. Калий необходим в относительно больших количествах, поскольку играет ключевую роль в функционировании нервной системы человека. В 100 г картофеля содержится более 10 % от рекомендуемой суточной нормы (RDA) калия для взрослого человека (суточная норма калия составляет 4000–4700 мг/день). Высокое содержание калия способствует контролю над повышенным кровяным давлением и снижает риск инсульта [2].

Фосфор и магний также выявлены в клубнях картофеля в значительных количествах – 96–130 мг/100 г и 26–33 мг/100 г соответственно. Сто граммов картофеля с наибольшим содержанием фосфора и магния могут обеспечить 10–17 % и 10–13 % соответственно от рекомендуемой суточной нормы (700–1250 мг/день для фосфора и 320–420 мг/день для магния) [5].

Кальций обнаружен в клубнях в меньшем количестве (9–15 мг/100 г). При потреблении 100 г картофеля количество кальция составляет менее 1 % от рекомендуемой суточной нормы (1000–1300 мг/день). Однако кальций имеет особое значение для организма человека, так как смягчает ответную реакцию на абиотические стрессы (жару, холод) [8].

В клубнях сортообразцов картофеля содержится смесь разнообразных антиоксидантов из витамина С, каротиноидов и полифенолов, оказывающих влияние на снижение частоты возникновения сердечной недостаточности, некоторых видов онкологических заболеваний, макулярной дистрофии, тяжелых случаев катаракты.

Среди витаминов в клубнях картофеля обнаружено значительное содержание витамина С (аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот), небольшое количество витаминов В₃ и В₅, а также водорастворимых витаминов, таких как витамин В₁ (тиамин) и витамин В₆ (пиридоксин). Жирорастворимые витамины, включая витамин Е, отмечены в незначительных количествах (табл. 3).

Клубни свежесобранного картофеля существенно различались по содержанию аскорбиновой кислоты, которое может достигать 50 мг/100 г сырой массы. В зависимости от генотипа и условий выращивания содержание аскорбиновой кислоты в свежесобранном картофеле колебалось от 6,5 до 26,9 мг/100 г сырой массы клубней.

Таблица 2 – Содержание минеральных веществ в клубнях сортообразцов картофеля (среднее), 2016 г.

Минеральные вещества	Содержание в 100 г клубней		
	min	max	среднее
Жидкость, г	33	65	49
Калий, мг	451	710	550
Фосфор, мг	96	130	111
Магний, мг	26	33	28
Кальций, мг	9	15	12
Железо (общ.), мг	0,73	1,26	0,90
Цинк, мг	0,38	1,03	0,59
Марганец, мг	0,20	0,25	0,21
Медь, мг	0,13	0,34	0,21
Йод, мкг	7,21	29,11	14,30
Селен, мкг	0,005	0,42	0,27

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Содержание витаминов в клубнях сортов образцов картофеля (среднее), 2016 г.

Витамины	Среднее содержание в 100 г клубней
С, мг	13,30
В ₃ , мг (РР или ниацин)	2,22
В ₅ , мг (пантотеновая кислота)	0,52
Е, мг	0,19
В ₆ , мг (пиридоксин)	0,18
В ₁ , мг (тиамин)	0,12
В ₂ , мг (рибофлавин)	0,03
В ₉ , мкг (фолат общ.)	28

Процесс приготовления клубней снижает концентрацию аскорбиновой кислоты, и в зависимости от способа приготовления эти различия весьма значительные. В частности, концентрация витамина С в клубнях, сваренных в мундире, выше, чем у запеченных или приготовленных в микроволновой печи. Содержание сохраненной аскорбиновой кислоты для сваренного, запеченного и приготовленного в микроволновой печи картофеля составляет 53–97, 6–66 и 6–39 % соответственно [7].

Относительно содержания каротиноидов в клубнях сортов картофеля необходимо отметить, что оно отражается на цвете мякоти. Сорта с желтой мякотью клубней содержали значительно больше каротиноидов. В частности, концентрация этих соединений варьирует от 125,8 до 184,0 мкг/100 г сырой массы клубней сортов образцов с желтой мякотью. Причем основным каротиноидом является зеаксантин [3]. Клубни с кремовым цветом мякоти содержали незначительные концентрации каротиноидов в пределах 97,4–262,7 мкг/100 г сырой массы клубней с лютеином, виолаксантином и бета-каротином в качестве основных каротиноидов. Кстати, лютеин и зеаксантин – два каротиноида, которые обнаружены в высоких концентрациях в человеческой сыворотке и локализованы в сетчатке глаза, предохраняя от макулярной дистрофии. Более того, в клубнях картофеля с желтой мякотью зеаксантин обнаружен в концентрациях, близких к 129,0 мкг/100 г сырой массы, что очень важно, поскольку пищевые источники зеаксантина очень ограничены (маис и паприка). Полифенольные соединения представляют собой вторичные метаболиты растений и классифицируются как фенольные кислоты, флавоноиды и танины. Флавоноиды включают в себя антоцианы – натуральные пигменты, придающие красно-синий с фиолетовым цвет клубням, а также многим фруктам и овощам. Благодаря своим антиоксидативным возможностям полифенолы обладают потенциально полезными для здоровья свойствами, включая антибактериальные, противовирусные и противовоспалительные свойства, а также оказывают сосудорасширяющее действие [5].

В этой связи важно подчеркнуть довольно существенное преимущество новых столовых сортов для диетического питания Василек, Сюрприз и Фиолетовый по уровню антиоксидантной активности, величина которой в клубнях этих сортов в 2,8–3,0 раза выше в сравнении с другими столовыми сортами (табл. 4).

Данное преимущество сортов для диетического питания связано с наличием антоцианов флавоноидной природы (катехин, эпикатехин, гликозиды) у сортов с фиолетовой окраской кожуры и мякоти (Василек, Фиолетовый) или каротиноидов группы ксантофиллов (лютеин, зеаксантин, виолаксантин) у сорта с ярко-розовой окраской кожуры и мякоти клубней (Сюрприз). Общая концентрация флавоноидов варьировала от 48,6 до 55,2 мг/100 г сырой массы клубней в зависимости от сорта и условий выращивания. Безусловно, высокие концентрации антоцианов обнаружены в голубике, малине, баклажане и в пурпурном маисе, однако вклад картофеля может быть гораздо выше из-за

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 4 – Биохимические показатели клубней сортов картофеля для диетического питания, 2015–2016 гг.

Показатели	Сорта			
	Василек	Сюрприз	Фиолетовый	Удача (контроль)
Сухое вещество, %	16,6	15,3	14,1	17,2
Общий белок, %	3,2	3,6	3,9	2,0
Витамин С, мг%	22,4	23,2	25,2	10,0
Антоцианы, % на сухое вещество	10,3	2,8	13,3	0,0
Флавоноиды, мг/100 г сырого вещества	53,7	48,6	55,2	39,1
Антиоксидантная активность, мг галловой кислоты/г картофеля	4,85	4,17	5,11	1,24

количества его потребления. Потенциал антиоксидантов напрямую связан с концентрацией антоцианов в клубнях картофеля. Поэтому потребление в пищу фиолетового и красного картофеля может иметь существенное значение в предохранении организма человека от преждевременного старения и целого ряда тяжелых хронических заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Картофель является одним из высокоэнергетических пищевых продуктов, богатых углеводами и содержащих незначительное количество жиров. При этом он является источником высокоустойчивого крахмала, оптимизация которого возможна в зависимости от сортовых особенностей. В клубнях сортов картофеля содержится достаточное количество витамина С, которое варьирует также в зависимости от их генотипического происхождения и способа приготовления. Кроме того, картофель является источником минеральных веществ, среди которых преобладает калий, но не менее важны железо и цинк. Поэтому селекция на увеличение концентрации этих микроэлементов имеет решающее значение в снижении дефицита питательных веществ, особенно в регионах с большим потреблением картофеля.

Диетические сорта картофеля с окрашенной мякотью являются хорошим источником антиоксидантов, таких как каротиноиды и полифенолы, способствующих предупреждению как дегенеративных, так и возрастных заболеваний. Сорта с ярко-желтой мякотью отличаются высокой концентрацией каротиноида зеаксантина, участвующего в предохранении зрения человека от макулярной дистрофии. Картофель с фиолетовой мякотью является источником антоциана – натурального пигмента, обладающего высоким антиоксидантным потенциалом. Использование метода, основанного на спектральном анализе в ближней инфракрасной области (NIRS) для массовой оценки содержания макро- и микроэлементов в клубнях, значительно облегчает оценку генетических ресурсов картофеля для подбора родительских форм при селекции сортов нового поколения с улучшенными пищевыми достоинствами.

Список литературы

1. Bertoft, E. Structure of potato starch / E. Bertoft, A. Blennow // *Advances in potato chemistry and technology*. – 2009. – P. 83–98.
2. Bethke, J. The effects of boiling and leaching on the content of potassium and other minerals in potatoes / J. Bethke // *J. Food Sci.* – 2008. – Vol. 73. – P. 80–85.
3. Duthie, G. Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants / G. Duthie, S. Duthie, J. Kyle // *Nut. Res. Rev.* – 2000. – № 13. – P. 79–106.

4. Englyst, H. N. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions / H. N. Englyst, S. M. Kingman, J. H. Cummings // Eur. J. Clin. Nut. – 1992. – № 46. – P. 533–550.
5. Horton, D. La Papa: Produccion, comercializacion y programas. Potato: Production, marketing and programs / D. Horton // Co-publication of the Internacional Potato Center, Lima, Peru. – Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, 1992. – P. 1–270.
6. Kumar, D. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes / D. Kumar, B. P. Singh, P. Kumar // Ann. Appl. Biol. – 2004. – Vol. 145. – P. 247–256.
7. Nofrarias, M. Potential health benefits of potato starch / M. Nofrarias, D. Martinez-Puig, J. F. Perez // Global Science Books. – 2009. – № 3. – P. 1–7.
8. Palta, J. P. Role of calcium in plant responses to stresses: Linking basic research to the solution of practical problems / J. P. Palta // Hort. Sci. – 1996. – Vol. 31. – P. 51–57.
9. Tuber and starch quality of wild and cultivated potato species and cultivars Potato research / G. Jansen [et al.]. – 2001. – Vol. 44. – P. 137–146.
10. Woolie, J. A. The Potato in the Human Diet / J. A. Woolie // Cambridge (UK), University Press. – 1987. – P. 1–231.

Поступила в редакцию 10.09.2018 г.

A. V. MITYUSHKIN, A. A. ZHURAVLEV, V. A. ZHAROVA,
A. V. MITYUSHKIN, S. S. SALYUKOV, S. V. OVECHKIN,
A. S. GAYZATULIN, E. A. SIMAKOV

EFFECTIVE SELECTION OF PARENTAL FORMS IN GARDEN POTATOES VARIETIES BREEDING FOR A HEALTHY DIET

SUMMARY

The modern data on nutritional value of garden potatoes tubers which are the source of stable starch, vitamin C, protein and minerals-potassium, phosphorus, magnesium, iron and zinc are presented in the article. Potatoes varieties with multicolored pulp have a high concentration of carotenoids and anthocyanins with high antioxidant activity. The use of modern methods for mass evaluation of the content of macro- and micro-components in tubers of a wide diversity of genetic resources of potatoes provides for effective selection of parental components in the breeding of varieties of new generation, improved nutritional tubers value.

Key words: potatoes, selection, biochemical tubers structure, macro- and micro-components, nutritional tubers value.

УДК 635.21:[631.524.86:632.484]

В. Н. Назаров, И. И. Бусько, И. В. Леванцевич, Л. А. Манцевич
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: zachita@tut.by

УСТОЙЧИВОСТЬ ГИБРИДОВ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ КАРТОФЕЛЯ К РИЗОКТОНИОЗУ

РЕЗЮМЕ

*В статье представлены двухлетние данные по устойчивости гибридов конкурсного сортоиспытания картофеля к *Rhizoctonia solani* Kuhn. Дана оценка селекционного материала картофеля по росткам и клубням на устойчивость к ризоктониозу и рекомендованы гибриды для вовлечения в селекционный процесс.*

Ключевые слова: картофель, ризоктониоз, устойчивость, селекция.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний картофеля является ризоктониоз (возбудитель гриб *Rhizoctonia solani* Kuhn.). Потери урожая картофеля в настоящее время при благоприятных условиях для развития *R. Solani* достигают 49 %. Снижается качество семенного материала. Агротехнические методы обеспечивают довольно эффективную защиту картофеля от ризоктониоза в случае депрессивного или умеренного его проявления на клубнях. Однако при эпифитотийном развитии заболевания эти приемы не могут в полной мере способствовать выращиванию здорового и высококачественного семенного материала картофеля [1, 2]. Выращивание устойчивых сортов является экологически оправданным способом защиты культурных растений [3]. Созданные на основе диких и культурных видов картофеля межвидовые гибриды являются источниками хозяйственно ценных признаков для селекции сортов различного народнохозяйственного назначения [4]. Выведение и выращивание устойчивых к ризоктониозу сортов картофеля – один из наиболее эффективных методов их защиты от болезни [5].

На плодородных, хорошо заправленных удобрениями почвах многие сорта ведут себя как толерантные, в то время как на бедных – как неустойчивые. Толерантность – способность сорта в условиях инфекционного фона реагировать на заражение лишь незначительным уменьшением урожайности (порогом считается снижение до 20 %). Для обеззараживания сильно зараженных площадей более пригодны сорта, сочетающие устойчивость сверхчувствительного типа с высокой толерантностью [7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на опытном поле отдела иммунитета и защиты картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Почва дерново-подзолистая, средне-суглинистая. Содержание гумуса 2,8 %; кислотность почвы pH (КСИ) – 5,4; обеспеченность макроэлементами: P₂O₅ – 281 мг/кг, K₂O – 223 мг/кг.

Одна часть испытуемых гибридов инфицировалась чистой культурой *R. Solani*, выращенной на подкисленном картофельно-глюкозном агаре, а другая – высаживалась без инфекции (контроль). При инфицировании на каждый клубень помещалось 1/16 часть колоний гриба, выращенного на картофельно-глюкозном агаре в чашках Петри.

Оценку селекционного материала картофеля на устойчивость и толерантность к ризоктониозу проводили в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне согласно методическим указаниям [8].

Степень поражения гибридов картофеля ризоктониозом по росткам определяли в фазу полных всходов по шкале:

- 9 – симптомы поражения отсутствуют;
- 8 – пятна одиночные, малые, светло-коричневые;
- 7 – пятна более глубокие, но не охватывающие всей окружности ростка и достигающие не более 1/4 длины ростка;
- 5 – язвы глубокие, охватывающие всю окружность ростка и достигающие до 1/2 длины ростка;
- 3 – язвы очень глубокие и длинные, охватывающие всю окружность ростка и достигающие более 3/4 длины ростка;
- 1 – гибель верхней части или всего ростка.

При уборке картофеля учитывали урожайность образцов в контроле и с инфекцией, а также заселенность клубней склероциями. Поражение клубней картофеля ризоктониозом оценивали по шкале:

- 9 – отсутствие склероциев на клубнях;
- 7 – заселено склероциями от 1 до 25 % поверхности клубня;
- 5 – заселено 26–50 % поверхности клубня;
- 3 – заселено 51–75 % поверхности клубня;
- 1 – заселено более 75 % поверхности клубня.

В 2016 г. исследовались 35 гибридов конкурсного сортоиспытания в сравнении с 8-ю сортами-стандартами, в 2017 г. – 41 гибрид конкурсного сортоиспытания в сравнении с 7-ю сортами-стандартами.

Вид испытания – мелкоделяночный. Расположение делянок рандомизированное. Повторность проведения опыта трехкратная.

Степень поражения картофеля ризоктониозом по росткам проводили 12 июля в 2016 г. и 6 июля в 2017 г. Для этого с каждой делянки брали по 5 кустов растений и на каждом пораженном стебле подсчитывали количество поражений. Затем определяли средний балл устойчивости для всего сорта и согласно градации баллов определяли устойчивость гибридов картофеля к ризоктониозу.

Степень поражения картофеля ризоктониозом по клубням определяли в период уборки в 2016–2017 гг. По формуле подсчитывался средний балл устойчивости. Затем согласно градации баллов по 9-балльной шкале определяли устойчивость гибридов картофеля к поражению ризоктониозом. Для определения толерантности брался вес картофеля отдельно с инфекционного и контрольного участков.

Схема опытов представлена в таблице 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований показали, что очень высокой степенью устойчивости к ризоктониозу как по росткам, так и по клубням на протяжении двух лет не обладал ни один гибрид (табл. 2). С высокой устойчивостью было отмечено незначительное количество гибридов в пределах 2,9 % и только по росткам. Больше всего

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Схема опытов

		2016 г.				2017 г.			
Контроль	102995-5	Контроль	41-11-5	–	Контроль	Манифест	Контроль	17-12-9	–
072899-7	Контроль	12-11-11	Контроль	–	092941-6	Контроль	Ласунак	Контроль	–
Контроль	092924-52	Контроль	13-11-5	–	Контроль	Лилея	Контроль	77-10-15	–
102995-35	Контроль	Ласунак	Контроль	–	072899-10	Контроль	6-12-10	Контроль	–
Контроль	Лилея	–	31-11-5	–	Контроль	113013-8	Контроль	77-10-2	Контроль
102995-10	Контроль	107-11-2Л ₄	Контроль	–	092949-9	Контроль	34-12-7	Контроль	Здабыгак
Контроль	092924-14	Контроль	13-11-9	–	Контроль	092929-1	Контроль	35-09-15	Контроль
072899-10	Контроль	3283-4	Контроль	–	092924-5	Контроль	41-11-5	Контроль	8849-43
Контроль	092924-59	–	Рагнеда	–	Контроль	113010-4	Контроль	Рагнеда	Контроль
103001-23	Контроль	3293-4	Контроль	–	102995-5	Контроль	3341-1	Контроль	8860-5
Контроль	092951-18	Контроль	Здабыгак	–	Контроль	113011-1	Контроль	27-13-4	Контроль
102995-32	Контроль	3295-32	Контроль	–	092924-59	Контроль	3355-10	Контроль	8871-8
Контроль	072899-6	–	8746-7	–	Контроль	072902-2	Контроль	8908-7	Контроль
102995-4	Контроль	3287-10	Контроль	–	092924-52	Контроль	3163-19	Контроль	Атлант
Контроль	102995-12	–	20653-12	–	Контроль	3199-1	Контроль	8665-26	Контроль
072899-18	Контроль	3287-12	Контроль	Манифест	103001-23	Контроль	3309-18	Контроль	8868-2
Контроль	092947-9	Контроль	8828-7	–	Контроль	Скарб	Контроль	8875-11	Контроль
092951-17	Контроль	3283-7	Контроль	8908-2	102995-4	Контроль	3345-20	Контроль	8746-7
Контроль	Явар	Контроль	8799-2	Контроль	Контроль	3201-28	Контроль	8894-23	Контроль
072899-8	Контроль	Скарб	Контроль	Атлант	072899-6	Контроль	3344-2	Контроль	8662-13

Примечание. Номера гибридов и стандарты – с инфекцией.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Результаты оценки устойчивости к ризоктониозу гибридов конкурсного испытания, 2016–2017 гг.

Степень устойчивости	Ростки				Клубни			
	2016 г.		2017 г.		2016 г.		2017 г.	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Очень высокая	–	–	–	–	–	–	–	–
Высокая	1	2,9	–	–	–	–	–	–
Относительно высокая	11	31,4	16	39,0	35	100,0	41	100,0
Средняя	21	60,0	23	56,1	–	–	–	–
Низкая	2	5,7	2	4,9	–	–	–	–
Очень низкая	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего	35	100,0	41	100,0	35	100,0	41	100,0

образцов конкурсного испытания картофеля в 2016 и 2017 гг. было отмечено: по росткам – со средней степенью устойчивости 60,0 и 56,1 %, по клубням – в эти годы все гибриды (100 %) были с относительно высокой степенью устойчивости. Объясняется это тем, что погодные условия в период посадки картофеля и высокие температурные показатели воздуха на протяжении вегетационных периодов этих лет способствовали невысокому проявлению степени заболевания. Гибриды с низкой устойчивостью обнаружены только по росткам. Гибридов с очень низкой устойчивостью по росткам и по клубням не обнаружено.

После учета и взвешивания клубней гибридов картофеля на инфекционном и контрольном участках поля была подсчитана их толерантность. Результаты показали, что в основном исследуемые гибриды на инфекционном фоне реагировали на заражение незначительным снижением урожайности, их толерантность была в пределах 20 % (порог снижения урожайности) как в 2016 г., так и в 2017 г. Оставшаяся часть гибридов была выше этого порога. Снижение урожайности колебалось в 2016 г. в пределах 22,3–28,3 %, в 2017 г. – 21,4–30,0 % (табл. 3).

Таблица 3 – Толерантность гибридов картофеля, 2016–2017 гг.

Гибрид	Вес, кг		Толерантность, %
	Инфекция	Контроль	
2016 г.			
102995-5	5,5	5,7	3,5
8799-2	7,2	7,3	1,4
8908-2	6,8	6,9	1,4
072899-18	5,1	5,6	8,9
102995-4	7,0	7,5	6,7
092924-14	8,8	9,5	7,4
3287-12	6,8	7,5	9,3
12-11-11	7,6	8,1	6,2
103001-23	5,9	6,9	14,5
072899-10	5,7	7,0	18,6
102995-10	6,0	6,8	11,8
092924-52	7,4	8,6	14,0
072899-6	7,3	8,7	16,1
3293-4	5,6	6,3	11,1
102995-12	4,8	6,0	20,0
8746-7	7,3	8,7	16,1

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 3

Гибрид	Вес, кг		Толерантность, %
	Инфекция	Контроль	
092951-17	6,6	9,2	28,3
102995-32	4,4	5,7	22,8
072899-7	6,2	8,3	25,3
107-11-2Л ₄	7,1	9,2	22,8
20653-12	7,3	9,4	22,3
8828-7	7,2	9,7	25,8
2017 г.			
092924-5	7,4	7,6	2,6
113011-1	10,2	10,7	4,7
3345-20	9,4	9,5	1,1
6-12-10	8,2	8,3	1,2
35-09-15	7,8	8,2	4,9
092941-6	8,4	8,9	5,6
072902-2	9,1	9,8	7,1
3201-28	11,2	11,8	5,1
8746-7	9,0	10,0	10,0
072899-6	7,4	8,8	15,9
092949-9	6,6	7,8	15,4
3412-7	6,5	7,5	13,3
27-13-4	7,8	9,2	15,2
8894-23	5,3	6,6	19,7
092924-52	9,8	13,8	29,0
102995-5	7,0	9,5	26,3
3355-10	7,8	11,0	29,1
41-11-5	7,6	10,5	27,6
17-12-9	7,0	10,0	30,0
8662-13	9,2	11,7	21,4
072899-10	6,1	8,5	28,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, очень высокой степенью устойчивости к ризоктониозу как по росткам, так и по клубням на протяжении двух лет не обладал ни один гибрид.

При оценке болезни гибридов конкурсного испытания 2016–2017 гг. по клубням все они были с относительно высокой степенью устойчивости к ризоктониозу (100 %).

В основном исследуемые гибриды на инфекционном фоне реагировали на заражение незначительным снижением урожайности, их толерантность была в пределах 20 % как в 2016 г., так и в 2017 г.

За период исследований (2016–2017 гг.) по росткам и клубням были выделены следующие гибриды с высокой степенью устойчивости: 20653-12; 3295-32; 12-11-11; 103001-23; 3355-10; 8662-13. Данные гибриды были рекомендованы для дальнейшей селекционной работы.

Список литературы

1. Биопрепарат Бактосол в защите картофеля от болезней во время вегетации / И. И. Бусько [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 21. – С. 220–226.

2. Эффективность препарата Селест Топ, КС в защите картофеля от ризоктониоза / И. И. Бусько [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 21. – С. 228–232.

3. Фитопатологическая ситуация на картофеле в Беларуси и пути ее улучшения / В. Г. Иванюк [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Т. 10. – С. 163–170.

4. Козлов, В. А. Выделение источников устойчивости к болезням и других хозяйственно ценных признаков среди межвидовых гибридов картофеля / В. А. Козлов, И. А. Шутинская, В. С. Абакшинок // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 108–115.

5. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 695 с.

6. Жукова, М. И. Актуальные проблемы фитосанитарного состояния агроценозов картофеля / М. И. Жукова // Науч. тр. Белорус. НИИ защиты растений. – Минск, 2001. – Вып. XXV. – С. 153–156.

7. Создание нематоустойчивых сортов – приоритетное направление в селекции картофеля на Среднем Урале / Е. П. Шанина [и др.] // Аграр. вестн. Урала. – 2011. – № 02 (81). – С. 59–61.

8. Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и механическим повреждениям / НИИКХ. – М., 1980. – 52 с.

Поступила в редакцию 30.08.2018 г.

V. N. NAZAROV, I. I. BUSKO, I. V. LEVANTSEVICH,
L. A. MANTSEVICH

HYBRIDS RESISTANCE OF COMPETITIVE VARIETY TRIAL OF POTATOES TO RHIZOCTONIA SOLANI KUHN.

SUMMARY

The two-year data on resistance of competitive variety trials of potatoes hybrids to Rhizoctonia solani Kuhn. are presented in the article. The estimation of potatoes breeding material for sprouts and tubers for resistance to Rhizoctonia solani Kuhn. is given and some hybrids for breeding department are recommended.

Key words: potatoes, Rhizoctonia, resistance, breeding.

УДК 635.21:631.563

А. А. Подгаецкий, Н. В. Кравченко, А. А. Ставицкий
Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина
E-mail: podgaje@ukr.net

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ, ИХ БЕККРОССОВ ПО СТОЛОВЫМ КАЧЕСТВАМ КЛУБНЕЙ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты оценки сложных межвидовых гибридов, их беккроссов по столовым качествам клубней, а также проявление среди выделенного материала других агрономических признаков. При каждом учете в годы проведения исследования выделены гибриды с более высоким проявлением вкусовых качеств, разваримости, мучнистости, запаха и меньшим потемнением вареных клубней, чем лучший из сортов-стандартов.

Доказана возможность выделения образцов с высокими столовыми качествами и другими агрономическими признаками: продуктивностью, большим количеством клубней в кусте, в том числе товарных, большей средней массой одного клубня, а также товарностью урожая.

Ключевые слова: картофель, межвидовые гибриды и их беккроссы, вкусовые качества клубней, потемнение вареной мякоти, разваримость, мучнистость, запах, продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является очень ценной сельскохозяйственной культурой. При его выращивании можно получить наибольшее, равное батату, количество энергии с 1 га, что выше, чем, например, у кукурузы, на 20 %. Это же относится к белку, которого накапливается в клубнях при выращивании в средней полосе 1,1 кг/день с 1 га, что больше по сравнению с кукурузой на 38 % [1]. Кроме этого, ценность белка заключается в наличии незаменимых аминокислот (лейцина, изолейцина, лизина, метионина и др.) [2]. Особенность картофельного крахмала в легкой усвояемости человеческим организмом. Для расщепления крахмала картофеля необходимо лишь 10 мин, тогда как крахмал кукурузы, пшеницы и многих других сельскохозяйственных культур усваивается только через 2 часа [3].

Приведенные выше и другие положительные качества картофеля обеспечили значительную популярность культуры. Во многих странах мира благодаря картофелю в большой мере решается продовольственная проблема.

Значительная часть выращенного картофеля используется людьми в свежем виде. В связи с этим большое значение приобретают столовые качества клубней. Влияние их на процессы, происходящие в организме человека, подробно изложены в монографии О. Е. Пюрко с соавторами [4].

Важность отдельных столовых качеств клубней настолько велика, что на этой основе выделены кулинарные типы сортов с указанием целесообразности их использования [5]: А – салатный картофель; В – для поджаривания, отваривания, использования в супы; С – для пюре, отваривания; D – для запекания, отваривания, пюре. Кроме разваримости клубней, их консистенции, мучнистости, водянистости существуют

и другие показатели, которые в значительной мере влияют на выбор сортов с позиции столовых качеств: запах, вкусовые качества, потемнение вареного или сырого картофеля, а также морфологические признаки.

Сложности биохимических процессов, происходящих в растении, отражаются на проявлении столовых признаков. Это также относится к их взаимному влиянию. Учитывая, что большинство столовых качеств клубней контролируются полигенами, на проявление которых значительное влияние оказывает внешняя среда, сложность контроля этих признаков очевидна.

Учитывая вышеизложенное, а также особенность генетического контроля столовых качеств клубней межвидовых гибридов, их беккроссов, целью исследования было установление селекционной ценности используемого оригинального материала по столовым качествам клубней.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве исходного материала в исследовании были использованы сложные трех-, четырех-, пяти- и шестивидовые гибриды с участием мексиканских диких видов *S. Bulbocastanum* Dun., *S. Demissum* Lindl., а также других диких и культурных видов, их беккроссы. Степень насыщающих скрещиваний достигала шести. В большинстве случаев для этой цели использовались разные сорта.

Значительная часть показателей оценивалась в процессе дегустации клубней образцов согласно общепринятой методике [6]. При определении отдельных признаков использовали методику, утвержденную Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о различиях в проявлении вкусовых качеств клубней как среди межвидовых гибридов, их беккроссов, так и сортов-стандартов (табл. 1). Только незначительная часть исследуемого материала характеризовалась более высокими вкусовыми качествами, чем лучший из сортов-стандартов. Это относилось к 1-м учетам 2015 и 2016 гг. Противоположная тенденция имела место при 2-м учете в 2016 г., когда часть образцов с указанным выше проявлением признака составила 10,4 %.

Большие отличия по проявлению вкусовых качеств клубней в зависимости от сроков проведения учетов выявлены также у сортов-стандартов. Например, у среднеспелого сорта Анатан они составили 3,0 балла, у среднепозднего сорта Случ – 2,3, а у раннего сорта Тирас – лишь 1,5 балла. Последний не только проявлял стабильные вкусовые качества клубней, но также имел наиболее высокое выражение показателя.

Как свидетельствуют полученные данные, многие гибриды имеют нетемнеющую мякоть после варки. Особенно это относилось к 1-му учету 2015 и 2016 гг., по сравнению со вторым. Максимальная часть гибридов с нетемнеющей мякотью клубней отмечена при 1-м учете 2015 г. – 13,4 %, что превышало минимальное значение показателя (2-й учет 2016 г.) в 3,4 раза. За редким исключением сорта Случ в 2016 г. и при 1-м учете в 2015 г., Анатан при 2-м учете в 2015 г. и 1-м учете в 2016 г., сорта-стандарты характеризовались слабо темнеющей мякотью клубней.

Полученные данные свидетельствуют о возможности выделения межвидовых гибридов, их беккроссов с сильно развариваемыми клубнями. Наименьшее количество образцов с указанной характеристикой выявлено при 2-м учете в 2016 г.; наибольшее – при 2-м учете в 2015 г. с разницей в 9,7 раза. Сорта-стандарты также значительно отличались

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Потенциал межвидовых гибридов, их беккроссов по столовым качествам клубней

Материал	Оценено, шт.	Среди них с баллами выше, чем у лучшего стандарта (%), по				
		вкусовым качествам	потемнению	разваримости	мучнистости	запаху
Урожай 2014 г., 1-й учет						
Гибриды	279	2,5	6,5	5,0	17,2	6,8
Тирас, стандарт (балл)		6,1	7,0	7,0	3,0	5,0
Анатан, стандарт (балл)		6,0	7,0	7,0	5,0	7,0
Случ, стандарт (балл)		3,2	7,0	5,0	5,0	7,0
Урожай 2015 г., 1-й учет						
Гибриды	134	0,8	13,4	5,2	17,9	2,2
Тирас, стандарт (балл)		7,0	7,0	7,0	5,0	7,0
Анатан, стандарт (балл)		3,6	7,0	7,0	3,0	7,0
Случ, стандарт (балл)		5,5	5,0	5,0	3,0	7,0
Урожай 2015 г., 2-й учет						
Гибриды	111	5,4	6,6	12,6	21,6	9,0
Тирас, стандарт (балл)		6,1	7,0	5,0	3,0	5,0
Анатан, стандарт (балл)		6,0	5,0	7,0	5,0	7,0
Случ, стандарт (балл)		4,8	7,0	3,0	3,0	7,0
Урожай 2016 г., 1-й учет						
Гибриды	188	1,1	5,3	10,6	27,7	23,4
Тирас, стандарт (балл)		6,1	7,0	7,0	5,0	7,0
Анатан, стандарт (балл)		6,6	5,0	5,0	5,0	7,0
Случ, стандарт (балл)		5,2	5,0	5,0	3,0	7,0
Урожай 2016 г., 2-й учет						
Гибриды	154	10,4	3,9	1,3	24,7	11,7
Тирас, стандарт (балл)		5,5	7,0	7,0	3,0	5,0
Анатан, стандарт (балл)		5,8	7,0	7,0	5,0	7,0
Случ, стандарт (балл)		4,4	5,0	3,0	3,0	7,0

по выражению данного показателя. Например, у сорта Случ слабая разваримость клубней отмечена во время 2-го учета в 2015 и 2016 гг. За исключением 2-го учета в 2015 г., сильной разваримостью характеризовались клубни сорта Тирас.

Клубни многих межвидовых гибридов, их беккроссов имели очень мучнистую и мелкозернистую мякоть. Максимальная их часть выявлена во время 1-го учета 2016 г. – 27,7 %, а минимальная – при 1-м учете в 2014 г. (17,2 %). Отдельные образцы имели очень мучнистую и зернистую мякоть клубней.

Среди сортов-стандартов наиболее высоким и сравнительно стабильным проявлением мучнистости характеризовался сорт Анатан. Лишь при 1-м учете в 2015 г. он имел слабо мучнистые клубни. В меньшей мере проявление данного показателя относилось к сортам Тирас и Случ.

Клубни многих гибридов имели более высокое проявление запаха, чем лучший сорт-стандарт. Особенно это относилось к 1-му учету в 2016 г., когда часть такого материала составляла 23,4 %. Противоположное проявление данного показателя относилось к 1-му учету 2015 г., во время проведения которого 2,2 % образцов имели очень приятный запах. Только сорт Тирас характеризовался удовлетворительным запахом при 1-м учете в 2014 г. и 2-м – в 2015 и 2016 гг.

Очень желательным для исходного материала является сочетание высоких столовых качеств с другими агрономическими. В таблице 2 представлены гибриды, имеющие сравнительно высокую продуктивность, ее составляющие, а также значительное

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Проявление продуктивности и ее составляющих среди гибридов с высоким выражением столовых качеств клубней, 2014–2016 гг.

Полевой номер, стандарт	Продуктивность, г/гнездо	Количество клубней, шт/гнездо		Средняя масса клубней, г		Товарность, %
		товарных	всех	товарных	всех	
81.386с97	512	4,1	8,6	104	60	83
81.436с3	687	7,6	12,1	83	57	92
86.293с47	615	7,0	11,9	77	52	88
88.110с57	522	6,1	11,8	70	44	82
88.790с10	562	11,1	15,2	41	37	81
89.202с77	989	14,2	21,3	62	46	88
90.675/25	711	5,3	14,1	110	50	82
90.691/9	717	11,6	15,2	52	47	84
08.194/33	714	7,2	15,9	85	45	86
08.187/13	680	4,2	8,6	154	79	95
09.36/3	641	4,2	7,3	134	88	88
Тирас, стандарт	566	5,3	6,4	99	88	93
Анатан, стандарт	922	6,8	8,2	126	112	93
Случ, стандарт	436	3,2	4,5	116	97	85

проявление столовых качеств клубней. Из-за высокой продуктивности сорта-стандарта Анатан только беккросс 89.202с77 превысил его по выражению данного показателя. В то же время ни один гибрид не имел более низкую продуктивность, чем сорт Случ.

Для многих образцов свойственна многоклубневость. Максимальное количество клубней в среднем на гнездо имел беккросс 89.202с77 – 21,3 шт. Только у гибрида 09.36/3 среди представленных в таблице было меньше клубней, чем у сорта Анатан, и все превышали проявление показателя у двух других сортов-стандартов.

Аналогичная тенденция характерна и для количества товарных клубней в гнезде. У гибридов 88.790с10, 89.202с77 и 90.691/9 их было больше 10 шт. Вместе с тем у других трех образцов выражение данного признака оказалось ниже, чем у сорта-стандарта Тирас, хотя все гибриды имели количество товарных клубней в пересчете на гнездо больше по сравнению с сортом Случ.

Для всех гибридов характерна большая разница между количеством всех клубней и товарных. Максимальной она была у гибрида 90.675/25 (8,8 шт/гнездо), а минимальной – у беккросса 09.36/3 (3,1 шт/гнездо). Это объяснялось способностью изучаемых образцов завязывать большое количество клубней, но часть товарных среди них меньше, чем у сортов. Указанная разница у стандартов находилась в пределах 1,1–1,4 клубня/гнездо.

Межвидовые гибриды, их беккроссы характеризовались сравнительно небольшой средней массой одного клубня. Только у образца 09.36/3 проявление показателя было на уровне стандарта сорта Тирас. У шести беккроссов выражение этого признака было 50 г и меньше, а у гибрида 88.790с10 – всего 37 г.

Несколько иным, по сравнению с изложенным, был показатель средней массы одного товарного клубня. У образцов 08.187/13 и 09.36/3 его величина превышала значения у лучшего сорта-стандарта Анатан. Еще у двух гибридов масса была больше 100 г. Однако средняя масса товарных клубней образца 88.790с10 оказалась меньше 50 г.

Вышеизложенное обусловило большую разницу между средней массой одного клубня и товарного. Исключение составили гибриды 88.790с10, 89.202с77 и 90.691/9, у которых указанная разница оказалась близкой к сортам-стандартам.

Многоклубневость и большие различия между средней массой всех клубней и товарных отрицательно сказались на товарности урожая. Только у двух гибридов величина показателя превысила 90 %, а у беккросса 88.790с10 она была 81 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доказана перспективность сложных межвидовых гибридов, их беккроссов для выделения образцов с высоким проявлением столовых качеств. Выявлено влияние на реализацию генетического контроля признаков внешних условий в процессе выращивания растений и сроков проведения оценок. По сравнению с другими столовыми качествами клубней, наибольшая часть оцененного материала превышала сорта-стандарты по проявлению мучнистости, запаха и потемнению мякоти вареных клубней.

Выделенный исходный селекционный материал кроме высоких столовых качеств клубней характеризовался высокой продуктивностью, большим количеством клубней, в том числе товарных, и в меньшей мере – средней массой одного клубня, товарностью урожая.

Список литературы

1. Van der Zaag, D. E. Potato production and utilization in the world / D. E. Van der Zaag // Pot. Res. – 1976. – № 19. – P. 37–72.
2. Метлицкий, Л. В. Биохимия плодов и овощей / Л. В. Метлицкий; под ред. Н. С. Бацанова. – М.: Колос, 1970. – С. 41–58.
3. Гоголян, М. Попрощайтесь с болезнями / М. Гоголян. – М.: Советский спорт, 2002. – 303 с.
4. Пюрко, Е. О. Еколого-фізіологічні аспекти метаболізму *Solanum tuberosum* L та її значення для людини / О. Е. Пюрко, Т. Е. Христова, М. М. Мусієнко // Київ-Мелітополь. – 2017. – 216 с.
5. Настольная книга картофелевода / В. Г. Иванюк [и др.]; под ред. С. А. Турко. – Минск: Рэйплац, 2007. – 126 с.
6. Методические указания по определению столовых качеств картофеля / С. М. Букасов [и др.]. – Л.: ВИР им. Н. И. Вавилова, 1975. – 15 с.
7. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 70 с.

Поступила в редакцию 07.09.2018 г.

A. A. PODGAETSKIY, N. V. KRAVCHENKO, A. A. STAVITSKIY
**SELECTIONAL VALUE OF INTERSPECIFIC POTATOES HYBRIDS
AND BACKCROSSES ON GARDEN TUBERS QUALITY**

SUMMARY

The evaluation results of complex interspecies hybrids, their backcrosses for garden qualities of tubers, and the manifestation of other agronomical features among the isolated material are presented in the article. With each account in the years of the study, hybrids with higher taste, digestibility, cooking property, smell and less darkening of boiled tubers were more isolated than the best of the varietal standards.

The possibility of isolating other agronomical features among the samples with high garden qualities is proved: productivity, significant number of all and marketable tubers, large average weight of one tuber and marketability and also the marketability of yield.

Key words: potatoes, interspecific hybrids and their backcrosses, tubers taste, darkening of boiled pulp, cooking property, softness, smell, productivity.

УДК635.21:632.651

**В. И. Сидорчук¹, Н. В. Писаренко¹, Л. В. Гайдук¹,
Л. В. Незаконова², В. А. Козлов²**

¹ Полесское опытное отделение Института картофелеводства
Национальной академии аграрных наук Украины, с. Федоровка,
Малинский район, Житомирская область, Украина

² РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: tkacenkoolena@ukr.net

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ В ПОЛЕССКОМ ОПЫТНОМ ОТДЕЛЕНИИ ИНСТИТУТА КАРТОФЕЛЕВОДСТВА НААН УКРАИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ СЕМЯН И ОТЦОВСКИХ ФОРМ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований Полесского опытного отделения Института картофелеводства Национальной академии аграрных наук (ПОО ИК НААН) сортов и гибридов картофеля белорусской селекции, их процентное содержание в потомстве от скрещивания. Приведена характеристика сортов, созданных при их участии.

Ключевые слова: картофель, селекция, сорта, гибриды, комбинации скрещиваний, исходные данные.

ВВЕДЕНИЕ

Почвенно-климатические условия Полесья Украины благоприятны для возделывания таких культур, как озимая рожь, овес, лен, люпин и картофель, который является одной из главных продовольственных сельскохозяйственных культур в данном регионе [1]. Однако достаточно бедные почвы с низкой влагообеспеченностью в летний период, частой засухой и суховеями с небольшими и кратковременными осадками в период вегетации создают жесткие условия для выращивания картофеля [2].

Поэтому стратегия селекции в Полесском опытном отделении ориентирована на высокий потенциал адаптивности по основным селективируемым признакам, повышение качества и биологической ценности сортов картофеля. Наряду с этим учитываются интерес потребителей к выращиванию скороспелых сортов и наличие комплексной устойчивости к раку картофеля, картофельной нематоде, фитофторозу, стеблевой нематоде, парше обыкновенной, вирусным болезням и др. Для повышения результативности селекции по вопросу устойчивости к болезням широко используется метод межвидовой гибридизации.

Общеизвестно, что сорта – неотъемлемая часть биоэнергетических ресурсов страны. При использовании техногенной оптимизации условий внешней среды значение экономической и фитопатогенной устойчивости возделываемых сортов способствует повышению рентабельности картофелеводства. Доказано, что за счет сорта возможно повысить урожай на 30–40 % [3–5]. Внедрение новых сортов, обладающих высоким адаптивным потенциалом к местным агроэкологическим условиям и сочетающих

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

высокую продуктивность с полевой устойчивостью к заболеваниям, позволит противостоять воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды и обеспечит население качественным картофелем [6].

Следует отметить, что тенденция мирового развития картофелеводства предусматривает увеличение производства картофелепродуктов и уменьшение использования клубней в свежем виде. Тенденция к развитию картофелеперерабатывающей промышленности наблюдается и в Беларуси. В результате целенаправленной работы белорусских селекционеров создан ряд сортов с требуемыми параметрами для получения различных продуктов [7].

Для улучшения показателей отечественных сортов по высокому содержанию крахмала и комплексу параметров для пригодности к промпереработке широко используются сорта и гибриды белорусской селекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Ежегодно в селекционной работе лаборатории селекции ПОО ИК НААН при создании сортов используется исходный материал, полученный от селекционных учреждений Украины и зарубежья. Основной метод – гибридизация. Испытание селекционного материала проводится в соответствии с принятой схемой селекционного процесса [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сегодня основные требования, которые предъявляют сорту независимо от направления использования, – высокая продуктивность с отличными потребительскими качествами, устойчивостью к неблагоприятным условиям внешней среды и пригодностью к промышленной переработке. С этой целью в селекции ПОО ИК НААН широко используются сорта белорусской селекции, что способствует выделению исходного материала и расширению его разнообразия.

Из приведенных данных в таблице 1 следует отметить, что за многолетний период селекционных скрещиваний (1979–2017 гг.) было получено и использовано в работе около 3766 комбинаций, из них 543 имели в своей генеалогии отцовскую форму белорусского происхождения. Анализ данных таблицы указывает на то, что процентное содержание комбинаций с использованием селекционного материала белорусской селекции в период с 2000–2009 гг. выросло практически вдвое.

Это результат создания сортов селекции опытной станции, отобранных из семян белорусской селекции, которые были получены в 2000 г. в РУП «Научно-практический

Таблица 1 – Процентное соотношение использованных комбинаций с участием отцовских форм белорусской селекции, 1979–2017 гг.

Период	Использованных комбинаций, шт.		% комбинаций с белорусским происхождением	Получено семян, тыс. шт.		% семян с белорусским происхождением
	всего	с участием белорусского материала		всего	с участием белорусского материала	
1979–1989 гг.	1703	155	9	1902,898	200,953	11
1990–1999 гг.	702	69	10	692,268	78,236	11
2000–2009 гг.	782	132	17	516,039	104,737	20
2010–2017 гг.	579	187	32	260,816	118,203	45
Всего	3766	543	14	3372,021	502,129	22

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». В итоге целенаправленной селекции опытной станции из предоставленного селекционного материала отобраны и поданы в Государственное испытание следующие сорта:

2007 г. Среднеранний, устойчивый к картофельной нематоде сорт Партнёр^N (включен в Реестр сортов растений Украины в 2009 г.);

2008 г. Раннеспелый – сорт Радинка^N, среднеранний – Легионер^N и среднепоздний – Спокуса^N, которые устойчивы к картофельной нематоде;

2017 г. Раннеспелый, устойчивый к картофельной нематоде сорт Опилля^N.

В период 2010–2017 гг. наблюдается увеличение до 32 % комбинаций с белорусским происхождением. Это объясняется тем, что за последние пять лет в процесс гибридизации интенсивно привлекаются гибриды и сорта собственной селекции, которые в первом или во втором поколении имеют в генеалогии белорусское происхождение.

В результате тесного сотрудничества с белорусскими коллегами по обмену селекционным материалом в настоящее время лаборатория селекции Полесского опытного отделения имеет около 34 % ценных форм с комплексом хозяйственных признаков от общего количества в структуре отцовского питомника (рис. 1).

Необходимо отметить, что кроме высоких биохимических, морфологических и технологических показателей сортов, пригодных для промышленной переработки (содержание крахмала выше среднего, отличные вкусовые качества), белорусские формы также отличаются высокой фертильностью и способностью к ягодообразованию. С внедрением их в процесс гибридизации чаще всего в потомстве наблюдаются гибриды с желтой или слабо-желтой мякотью, сетчатой кожурой, мелкими и поверхностными глазками. В потомстве, полученном в результате скрещивания с этим материалом, выщепляется большое количество форм с устойчивостью к картофельной нематоде и полевой устойчивостью к вирусным болезням. Многолетние наблюдения за ростом и развитием сортов белорусской селекции в наших условиях показывают, что по визуальной оценке они имеют более здоровый вид на фоне сортов голландской и немецкой селекции. Все эти показатели способствуют интенсивному использованию их в селекционной работе ПОО ИК НААН (табл. 2).

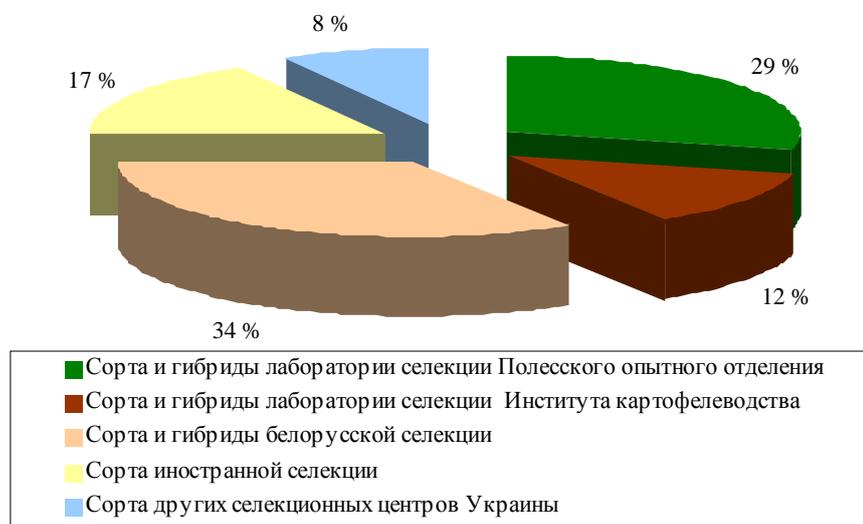


Рисунок 1 – Структура питомника отцовских форм в лаборатории селекции ПОО ИК НААН, 2016–2018 гг.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Наиболее распространенные сорта и гибриды картофеля белорусской селекции в генеалогии селекционного материала ПОО ИК НААН

Период	Сорта и гибриды белорусской селекции
1979–1989 гг.	Разваристый, Верба, Ласунак, Зубренок, Темп, Свитязанка, Синтез, Ясень, 31-13, 313-10, 310-1, 317-5
1990–1999 гг.	Ласунак, Синтез, Оресса, Гранат, Живица, Верес, Аксамит, Свитязанка, 34-36, 41-40
2000–2009 гг.	Криница, Талисман, Здабытак, Милавица, Лазурит, Выток, Лиля, Бриз, Сузорье, Маг, 00.15-9, 00.10-18, 00.20/17
2010–2017 гг.	Криница, Рагнеда, Вектар, Манифест, Палац, Лад, Нара, Маг, Фальварак, Богач, Блакит, Лиля, Лель, Архидея, Чараўник, 2395-121, 2591-11, 032532-7, 47ХУ98-32, 36-01-06

Таблица 3 – Результаты создания новых сортов картофеля в лаборатории селекции картофеля ПОО ИК НААН и года передачи их в Государственное испытание

Период	Сорта, группа спелости		
	Ранние	Среднеранние	Среднеспелые и среднепоздние
2000–2004 гг.	Дара**, Жеран, Карлик 04, Тирас	Завия, Малинская белая	Тетерев ^{N**} , Полеская юбилейная
2005–2009 гг.	Ведруска, Вымир, Радинка ^{N***} , Сантарка	Партнёр ^{N***} , Легионер ^{N***}	Дорогинь, Звиздаль ^N , Спокуса ^{N***}
2010–2014 гг.	Взирец ^N , Выгода, Радомысль	Подолия**, Межиричка11**	Вересивка, Иванковская ранняя, Летана, Предслава ^{N**} , Сингаивка, Чарунка
2015–2017 гг.*	Опилля ^{N***}	Авангард ^{N**} , Барская белая ^{N**}	Альянс**, Базаля ^N , Володарка, Олександрит ^N

* Проходят государственное испытание.

** Созданные при участии белорусского исходного материала.

*** Отобранные из гибридных семян белорусской селекции.

В результате целенаправленной селекционной работы в ПОО по расширению ассортимента скороспелых высокопродуктивных сортов картофеля в таблице 3 представлены данные заключительных испытаний новых сортов за период 2000–2017 гг. В 2018 г. в Реестр сортов растений Украины включено пять раннеспелых, два среднеранних и восемь среднеспелых сортов, созданных в лаборатории селекции картофеля. Еще семь проходят государственное испытание.

Анализируя генеалогию сортов (см. табл. 3), следует отметить, что из 35 представленных сортов – 8 (23 %) созданы с участием одной из белорусских отцовских форм и 5 (14 %) – отобраны из селекционного материала белорусской селекции. Отсюда следует, что $\frac{1}{3}$ сортов картофеля ПОО ИК НААН имеет в своей генеалогии белорусское происхождение.

Сорта включены в Реестр сортов растений Украины:

Межиричка 11 (в генеалогии – сорт Гранат^N) – среднеранний, столовый (рис. 2). Урожайность 7,0–9,0 т/га на 40–45 день после всходов, 37,0–43,0 т/га – в конце вегетации. Вкусовые качества хорошие, розвариваемость слабая (тип В). Содержание крахмала 13,0–14,0 %.

Сорт характеризуется интенсивным ростом ботвы и ранним клубнеобразованием.

Устойчив к обычному патотипу рака (1), ржавости клубней и вирусам X, S, M. Средневосприимчив к парше обыкновенной и дитиленхозу.



Рисунок 2 – Сорт Межиричка 11

Клубни розовые, округлые, среднего размера, выровненные и однородные; кожура слабосетчатая с мелкими глазками; мякоть белая. Период покоя клубней средний, лежкость хорошая. Пригоден для выращивания на всех типах почв. Включен в Реестр сортов растений Украины в 2015 г. Рекомендуемые зоны возделывания: Полесье и Лесостепь;

Партнёр^Н (отобран из семян белорусской селекции) – среднеранний, столовый (рис. 3). Урожайность 6,0–8,0 т/га на 40–45 день после всходов, 31,0–36,0 т/га – в конце вегетации. Товарность 89–92 %. Крупноклубневый сорт с высокими вкусовыми качествами и хорошей

развариваемостью клубней (тип ВС), устойчив к потемнению мякоти в сыром и вареном виде. Содержание крахмала 12,0–14,5 %.

Устойчив к картофельной нематоде (R_0 1), обычному (1) и агрессивному (13) патотипам рака картофеля, ржавости клубней. Средневосприимчив к фитофторозу, парше обыкновенной и механическим повреждениям.

Клубни крупные, округло-овальные; кожура желтая, гладкая; глазки мелкие; мякоть желтая; период покоя средний. Сорт отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая в первой половине вегетации.

Сорт достаточно устойчив к засухе и пригоден для выращивания на легких и средних по гранулометрическому составу почвах. Неустойчивый к избыточному увлажнению почв. Включен в Реестр сортов растений Украины в 2009 г. Рекомендуемые зоны возделывания: Полесье, Лесостепь и Степь;

Предслава^Н (в генеалогии – сорт Здабытак) – среднеспелый, столовый (рис. 4).

Урожайность 10,0–13,0 т/га на 55 день после всходов, 38,0–42,0 т/га – в конце вегетации. Товарность 89–92 %. Содержание крахмала 16,5–18,5 %. Вкусовые качества хорошие, развариваемость слабая (тип В), содержание редуцированного сахара низкое.

Устойчив к картофельной нематоде (R_0 1), обычному (1) патотипу рака картофеля, ржавости клубней, фитофторозу листьев и клубней.

Многоклубневый, клубни средние, округлые, среднеустойчивые к механическим повреждениям; кожура желтая, гладкая; глазки средние; мякоть белая; период покоя средний. Всходы равномерные, отличается интенсивным ростом куста и быстрым



Рисунок 3 – Сорт Партнёр^Н



Рисунок 4 – Сорт Предслава^Н

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

смыканием ботвы у междурядьях. Сорт пригоден для возделывания на всех типах почв. Включен в Реестр сортов растений Украины в 2017 г. Рекомендуемая зона возделывания – Лесостепь;

Тетерев^Н(в генеалогии – сорт Гранат^Н) – среднепоздний, столовый (рис. 5). Урожайность 9,0–11,0 т/га на 55 день после всходов, 36,0–40,0 т/га – в конце вегетации. Товарность 89–93 %. Вкусовые качества хорошие, развариваемость слабая (тип АВ). Содержание крахмала 14,0–16,0 %.

Сорт отличается коротким периодом покоя, равномерными всходами, интенсивным ростом ботвы и ранним клубнеобразованием.

Устойчив к картофельной нематодe (R_0 1), обычному (1) патотипу рака, фитофторозу листьев и клубней, ржавости клубней и кольцевой гнили.

Клубни розовые, округлые, среднего размера, выровненные и однородные, устойчивы к механическим повреждениям, кожура слабосетчатая с мелкими глазками, мякоть белая. Сорт пригоден для выращивания на всех типах почв. Восприимчив к засухе во второй период вегетации. Включен в Реестр сортов растений Украины в 2000 г. Рекомендуемые зоны возделывания: Полесье и Лесостепь.

Сорта в государственном испытании:

Опиля^Н (отобран из семян белорусской селекции) – раннеспелый, столовый (рис. 6). Урожайность 4,0–7,0 т/га на 40–45 день после всходов, 31,0–35,0 т/га – в конце вегетации. Товарность 88–92 %. Сорт с хорошими вкусовыми качествами и развариваемостью клубней (тип ВС), устойчив к потемнению мякоти в сыром и вареном виде. Содержание крахмала 15,5–16,5 %.

Устойчив к картофельной нематодe (R_0 1), обычному (1) и агрессивным (11, 18) патотипам рака картофеля. Средневосприимчив к парше обыкновенной и ржавости клубней.

Клубни крупные, округлые; кожура желтая, гладкая; среднеустойчивый к механическому повреждению; глазки мелкие; мякоть светло-желтая; период покоя средний, лежкость хорошая. Сорт отличается равномерными всходами, ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая в первой половине вегетации. Достаточно устойчив к засухе и пригоден для выращивания на легких и средних по гранулометрическому составу почв. Передан в государственное испытание в 2018 г.;

Авангард^Н (в генеалогии – сорт Партнёр^Н) – среднеранний, столовый (рис. 7).

Урожайность 6,0–8,0 т/га на 40–45 день после всходов, 31,0–36,0 т/га – в конце вегетации. Товарность 89–92 %. Крупноклубневый сорт с прекрасными вкусовыми качествами и хорошей развариваемостью клубней (тип ВС), устойчив к потемнению мякоти



Рисунок 5 – Сорт Тетерев^Н



Рисунок 6 – Сорт Опиля^Н



Рисунок 7 – Сорт Авангард^Н

в сыром и вареном виде. Содержание крахмала 12,0–14,5 %.

Устойчив к картофельной нематодe (R_0 1), обычному (1) и агрессивному (13) патотипам рака картофеля, ржавости клубней. Средневосприимчив к фитофторозу, парше обыкновенной и механическому повреждению.

Клубни крупные, округлые; кожура желтая, слабосетчатая; глазки мелкие; мякоть желтая; период покоя средний. Сорт отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая в первой половине вегетации. Достаточно устойчив к засухе и пригоден для выращивания на легких и средних по гранулометрическому составу почвах. Неустойчив к избыточному увлажнению почв. Сорт передан в государственное испытание в 2017 г.;

Устойчив к картофельной нематодe (R_0 1), обычному (1) и агрессивным (18, 22) патотипам рака картофеля и дитиленхозу. Средневосприимчив к парше обыкновенной, ржавости клубней, фитофторозу и альтернариозу.

Барская белая^Н(в генеалогии – сорт Спокуса^Н) – среднеранний, столовый (рис. 8).

Урожайность 4,0–10,0 т/га на 40–45 день после всходов, 31,0–37,0 т/га – в конце вегетации. Товарность 90–93 %. Крупноклубневый сорт с прекрасными вкусовыми качествами и хорошей разваримостью клубней (тип В), устойчив к потемнению мякоти в сыром и вареном виде. Содержание крахмала 15,0–17,0 %, сырого протеина – 2,9 и сухих веществ – 25,9 %.

Устойчив к картофельной нематодe (R_0 1), обычному (1) и агрессивным (18, 22) патотипам рака картофеля и дитиленхозу. Средневосприимчив к парше обыкновенной, ржавости клубней, фитофторозу и альтернариозу.

Клубни крупные, округлые; кожура желтая, гладкая; глазки средние; мякоть белая; период физиологического покоя клубней средний, лежкоспособность хорошая. Сорт пригоден для выращивания на всех типах почв. Устойчив к засухе, отличается низким накоплением нитратов. Передан в государственное испытание в 2018 г.;

Альянс (в генеалогии – сорт Милавица^Н) – среднеспелый, столовый (рис. 9).

Урожайность 10,0–13,0 т/га на 55 день после всходов, 37,0–39,0 т/га – в конце вегетации. Товарность 86–93 %. Содержание крахмала 13,5–15,5 %. Вкусовые качества хорошие, развариваемость слабая (тип АВ).

Устойчив к обычному (1) и агрессивным (13, 18, 22) патотипам рака картофеля, парше обыкновенной, дитиленхозу и ржавости клубней. Средневосприимчив к фитофторозу листьев и клубней. Полевая устойчивость к вирусам.



Рисунок 8 – Сорт Барская белая^Н



Рисунок 9 – Сорт Альянс

Клубни средние, округло-овальные, среднеустойчивые к механическим повреждениям; кожура красная, гладкая; глазки мелкие; мякоть кремовая; период покоя короткий. Отличается быстрыми и равномерными всходами, ранним клубнеобразованием и низким накоплением нитратов. Сорт интенсивного типа, пригоден для выращивания на всех типах почв. Отзывчив на внесение повышенных доз минеральных удобрений.

Всходы равномерные, отличается интенсивным ростом куста и быстрым смыканием междурядий. Пригоден для возделывания на всех типах почв. Сорт передан в государственное испытание в 2017 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На протяжении многих лет исследовано большое количество гибридных семян и исходного материала, полученного от белорусских селекционеров. Новые сорта картофеля, созданные с участием исходных форм или гибридных семян РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» отличаются высокой урожайностью, хорошими вкусовыми качествами, средним и повышенным содержанием крахмала, устойчивостью к фитофторозу и картофельной нематодой. К числу недостатков следует отнести невысокую устойчивость к вирусам, склонность к прорастанию и растрескиванию клубней в почве.

В результате многолетних исследований и наблюдений считаем, что наиболее перспективным для нашей селекции является использование в скрещивании одной из родительских форм белорусской, а второй – украинской селекции.

Список литературы

1. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур на піщаних ґрунтах Полісся / М. С. Корнійчук [та ін.] // Збірник наук. праць Поліської дослідної станції ім. О. М. Засухіна. – К.: Урожай, 1970. – Т. VII. – 180 с.
2. 125 років досліджень з картоплярства в Україні: наукові статті / П. С. Теслюк [та ін.]. – Луцьк: АРТстудія, 2015. – 156 с.
3. Вітенко, В. А. Селекція і насінництво картоплі / В. А. Вітенко, А. А. Осипчук, А. А. Кучко. – К.: Урожай, 1988. – 240 с.
4. Онищенко, О. Й. Селекція картоплі на Україні / О. Й. Онищенко. – К.: УАСГН, 1960. – 114 с.
5. Жученко, А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений / А. А. Жученко // Селекция и семеноводство. – 1999. – № 1. – С. 5–6.
6. Бондарчук, А. А. Сортовые ресурсы и перспективы инновационного развития семеноводства картофеля в Украине / А. А. Бондарчук, Ю. Я. Верменко // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2010. – Т. 18. – С. 207–218.
7. Пискун, Г. И. Роль сорта в инновационном развитии картофелеводства / Г. И. Пискун // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2010. – Т. 17. – С. 66–75.
8. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. – Немішаєве: Інтас, 2002. – 182 с.

Поступила в редакцию 03.09.2018 г.

V. I. SIDORCHUK, N. V. PISARENKO, L. V. GAYDUK,
L.V. NEZAKONOVA, V. A. KOZLOV

**RESULTS OF POTATOES SELECTION IN POLESYE SKILLED
OFFICE OF THE INSTITUTE OF POTATO GROWING OF NAAS OF
UKRAINE WITH USE OF HYBRID SEEDS AND FATHERLY FORMS
OF BELARUSIAN SELECTION**

SUMMARY

The research results of the Polesye Skilled Office of The Institute of Potato Growing of the National Academy of Agrarian Sciences (PSO IPG NAAS) varieties and hybrids of potatoes of the Belarusian selection, their percentage in posterity from crossing are reported in the article. Characteristic of the varieties created with their participation is given.

Key words: potatoes, selection, varieties, hybrids, combinations of crossings, basic data.

УДК 635.21

Д. С. Шарипова

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт картофелеводства и овощеводства», пос. Кайнар, Карасайский район, Алматинская область, Казахстан

E-mail: dina4180@mail.ru

ОЦЕНКА НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ДЛЯ ПЕРЕРЕБОТКИ В КРАХМАЛ

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты оценки сортов картофеля для переработки в крахмал. Большинство исследуемых сортов можно отнести по содержанию крахмала к группе средне- и высококрахмалистых образцов, что соответствует нормам сырья для переработки в крахмал.

Ключевые слова: картофель, сорт, пригодность к переработке, сухое вещество, крахмал.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур. В мировом производстве продукции растениеводства картофель занимает четвертое место после пшеницы, риса и кукурузы. Благодаря содержанию в клубнях крахмала, белка высокого качества и витаминов он является исключительно важным продуктом питания человека. В клубнях картофеля содержится в среднем 23–27 % сухих веществ, 14–22 – крахмала, 1,4–3,0 – белка, около 1,0 – клетчатки, 0,2–0,3 – жира и 0,8–1,0 % зольных веществ. Картофель достаточно богат витаминами С, В₁, В₂, В₆, РР и минеральными веществами. Особенно много витаминов в молодых клубнях [1–3].

Валовые сборы картофеля в Казахстане с каждым годом увеличиваются. При этом рост объемов производства связан в основном с расширением посевных площадей культуры. Продуктивность картофельных плантаций в течение многих десятилетий растет медленно, остается все еще невысокой. Средние урожаи клубней находятся в пределах 15–18 т/га при биологическом потенциале новых сортов 45–50 т/га [2, 4]. Для повышения урожайности картофеля необходимо создать и внедрить в хозяйствах высокопродуктивные сорта.

Сельскохозяйственное производство требует от создаваемых сортов картофеля не только высокую и стабильную продуктивность, но и отличные товарные характеристики, питательную ценность, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды, наиболее вредоносным болезням и вредителям, адаптацию к почвенно-климатическим условиям возделывания, пригодность к длительному хранению и промышленной переработке.

В современных условиях одним из основополагающих принципов успешной селекции картофеля является соответствие сорта новым требованиям, предъявляемым потребителем рынком [5].

Пригодность картофеля к переработке – это комплекс свойств клубней, определяющих пригодность их для конкретного вида переработки. Основное требование к картофелю для получения крахмала – это повышенное содержание сухого вещества

и крахмала. Содержание их определяет расход сырья на единицу готовой продукции. Крахмалистость определяется в первую очередь свойствами сорта, а затем действиями метеорологических факторов, технологией выращивания и фоном питания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2013–2017 гг. в ТОО «Казахский научно-исследовательский институт картофелеводства и овощеводства», расположенном в Карасайском районе Алматинской области Республики Казахстан. Регион – юго-восток Казахстана, предгорная зона, 1000–1050 м над уровнем моря, уклон опытных участков – от 2 до 7 °С.

Климат региона является резко континентальным. Теплый период составляет 240–275 дней, безморозный – 140–170 дней. Сумма активных температур равна 3100–3400 °С; гидротермический коэффициент – 0,7–1,0. Годовое количество осадков составляет 350–600 мм, за вегетационный период выпадает 250–320 мм.

Почва опытного стационара темно-каштановая, среднесуглинистая. Содержание гумуса в почве 3 %, общего азота – 0,18–0,20, валового фосфора – 0,19–0,20, валового калия – 2,4–2,7 %, подвижного фосфора (P_2O_5) – 33–35 мг/кг, обменного калия (K_2O) – 340–360 мг/кг, реакция почвенной среды слабощелочная (рН 7,2–7,3). Объемная масса почвы составляет 1,1–1,2 г/см³.

Опыты закладывали согласно рекомендациям КазНИИКО для предгорной зоны юго-востока Казахстана [6, 7].

Содержание крахмала каждого сорта определяли в 4-х повторениях. Зерна крахмала распределялись по фракциям с разностью в наибольшем диаметре 10 мкм. Количество зерен в отдельных фракциях выражают в процентах к их общему числу и одновременно определяют среднюю величину крахмальных зерен. В процессе измельчения клубни некоторых сортов картофеля образуют большое количество пышной и долго негаснущей пены. Она задерживает осаждение зерен крахмала, что вызывает его потери. Для крахмального производства нужны сорта с малой пенообразующей способностью. Из чисто вымытых клубней выделяли сок, разбавляли его водой 1:20. Соковую воду заливали в миксер. Взбивали пену в течение 3 мин. Затем измеряли высоту столба пены. Оценку потемнения вод проводили визуально [8].

Определение содержащего сухого вещества проводилось методом высушивания навесок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Показатели сухого вещества изучаемых сортов находятся в пределах 20,20–26,80 %, крахмала – 17,07–21,05 % и соответствуют нормам сырья для переработки в крахмал (табл.). Высоким содержанием крахмала отличаются сорта: Тяньшанский (21,05 %), Жуалы (20,95), Жолбарыс (20,02), Беркут (19,55 %). Технологический процесс получения крахмала в основном осуществляется с применением громоздкого оборудования с использованием большого количества воды. При этом важную роль играет скорость осаждения крахмальных зерен, которая зависит от их размера. Более быстрое осаждение крупных крахмальных зерен снижает вынос их промывными водами в процессе производства и повышает выход крахмала. В природе размер зерен картофельного крахмала колеблется от 1 до 100 мкм с преобладанием величины 20–40 мкм. По результатам исследований размер крахмальных зерен испытываемых сортов картофеля составляет 25,3–45,8 мкм. Крупные крахмальные зерна быстро осаждаются и дают гарантированную массу крахмала в отличие от мелких зерен, которые могут уноситься промывными водами.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Процент крахмальных зерен 30 мкм и выше составляет от 25,8 (сорт Жуалы) до 65,5 % (сорт Беркут). Свыше 50 % таких зерен содержат сорта Ушкoньыр (54,9 %) и Удовицкий (56,9 %). Зерна 10 мкм и мельче составляют 2,1–19,1 %. Наличие их отрицательно сказывается на процессе осаждения крахмала, так как мелкие зерна, медленно осаждаюсь, легко уносятся промывными водами.

Отрицательным фактором, влияющим на осаждение крахмальных зерен, является пенообразующая способность картофеля. Она определяется высотой пены при взбитии соковых вод. Слой пены изучаемых образцов составляет от 3 до 15 мм с оценками 3,0–9,0 баллов. Слабое пенообразование от 5 до 8 мм имеют сорта Беркут, Жуалы, Тяньшанский (7 баллов). Сорта Жолбарыс и Ушкoньыр имеют среднее пенообразование (5 баллов). Мощный слой пены образует сорт Удовицкий – до 12–14 мм (3 балла).

Потемнение соковых вод – еще один отрицательный фактор при производстве картофелепродуктов. Это потемнение вызвано окислением аминокислоты тирозина в присутствии полифенолоксидазы, содержащихся в клубнях картофеля. Образовавшиеся при этом соединения – меланиноиды дают темную окраску, что снижает качество готового продукта. Большая часть изучаемых сортов характеризуются как умеренно и слабо темнеющие, они оценены 5,0–7,0 баллами. Два сорта (Тяньшанский и Жуалы) оцениваются как очень слабо темнеющие с оценкой 8 баллов. Сорт Беркут с оценкой 3 балла характеризуется как сильно темнеющий.

Беркут. Сорт среднеспелый, универсального назначения. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан в 2014 г., допущен к использованию в Алматинской области.

Клубень удлиненно-овальный, вершина тупая, глазки поверхностные, бровь сильно рассеченная. Кожура гладкая, желтая, мякоть светло-желтая, не темнеющая после резки в сыром и в вареном виде.

Жолбарыс. Сорт среднеранний, универсального назначения. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан в 2013 г., допущен к использованию в Кызылординской области.

Клубни округло-овальные, глазки среднеглубокие, слегка окрашены в розовый цвет. Кожура от гладкой до сетчатой, желтая. Мякоть белая, ровная, не темнеющая после резки в сыром и вареном виде.

Жуалы. Сорт среднеранний, универсального назначения. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан в 2012 г., допущен к использованию в Алматинской области.

Клубень округло-овальный, глазки среднеглубокие, кожура шершавая, желтая, мякоть белая, не темнеющая после резки в сыром и в вареном виде в течение 24 часов.

Таблица – Основные показатели пригодности сортов картофеля к переработке в крахмал

Сорт	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Средний размер крахмальных зерен, мкм	% крахмальных зерен 30 и выше мкм	% крахмальных зерен мельче 10 мкм	Пенообразующая способность, баллов	Интенсивность потемнения соковых вод, баллов
Беркут	24,50	19,55	45,8	65,5	2,1	7	3
Жолбарыс	26,80	20,02	26,1	38,3	13,6	5	7
Жуалы	20,20	20,95	25,3	25,8	19,1	7	8
Ушкoньыр	24,81	18,82	35,9	54,9	6,5	5	5
Тяньшанский	25,56	21,05	31,0	36,1	9,7	7	8
Удовицкий	21,94	17,07	38,9	56,9	4,8	3	5

Тяньшанский. Сорт среднеранний. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан в 2014 г., допущен к использованию в Алматинской области.

Клубни желтые, округлые, кожура шершавая. Мякоть клубня желтая, не темнеющая при резке. Глазки поверхностные, неокрашенные, бровь слабо рассеченная.

Удовицкий. Сорт среднепоздний, универсального назначения. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан в 2013 г., допущен к использованию в Алматинской области.

Клубень удлинно-овальный, вершина тупая, глазки поверхностные, кожура гладкая, красная, мякоть светло-желтая, не темнеющая при резке.

Ушконыр. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан в 2012 г., допущен к использованию в Алматинской области.

Клубни округлые, их окраска красная, кожура слегка шелушащаяся, мякоть белая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований большинство сортов можно отнести по содержанию крахмала к группе средне- и высококрахмалистых образцов, что соответствует нормам сырья для переработки в крахмал. Наиболее ценными для переработки в крахмал являются следующие сорта: Тяньшанский – 21,05 %, Жуалы – 20,95, Жолбарыс – 20,02 %.

Список литературы

1. Постников, А. Н. Картофель / А. Н. Постников, А. А. Постников. – М.: ТСХА, 2002. – 75 с.
2. Красавин, В. Ф. Селекция картофеля на юго-востоке Казахстана / В. Ф. Красавин. – Алматы: ОНЕР, 2009. – 224 с.
3. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар. – М.: ИД ООО «DLV Агродело», 2010. – 458 с.
4. Бабаев, С. А. Семеноводство картофеля с основами биотехнологии / С. А. Бабаев, Ж. А. Токбергенова, Б. Р. Амренов. – Алматы, 2010. – 167 с.
5. Симаков, Е. А. Приоритеты развития селекции и семеноводства картофеля / Е. А. Симаков // Картофель и овощи. – 2006. – № 8. – С. 4–5.
6. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ на юго-востоке и востоке Казахстана. – Алматы: НИИЗиР, 2004. – 32 с.
7. Возделывание сортов картофеля казахстанской селекции / Рекомендации. – Алматы, 2012. – 36 с.
8. Шинкарев, В. И. Изучение технологических свойств картофеля: методические указания / В. И. Шинкарев. – Л., 1988. – 133 с.

Поступила в редакцию 31.08.2018 г.

D. S. SHARIPOVA

EVALUATION OF NEW VARIETIES OF POTATOES OF KAZAKHSTAN SELECTION FOR PROCESSING IN STARCH

SUMMARY

The evaluation results of varieties of potatoes for processing in starch are presented in the article. Most of the varieties can be attributed to the content of starch in the group of medium- and high-starch samples, which corresponds to the norms of raw materials for processing in starch.

Key words: potatoes, variety, processing in starch, dry matter, starch.

РАЗДЕЛ 2

ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

УДК 575.174.015.3:582.951.04

**Т. А. Гапеева¹, Г. А. Яковлева², Т. В. Семанюк³,
Т. Г. Третьякова¹, И. Д. Волотовский¹**

¹ ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

E-mail: gareeva@ibr.org.by

² УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск

E-mail: y_galina@tut.by

³ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: safto@rambler.ru

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДЕТЕРМИНАНТ ПАРТНЕРОВ В МЕЖВИДОВОЙ СОМАТИЧЕСКОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RAPD-ПРАЙМЕРОВ

РЕЗЮМЕ

*RAPD-праймеры ОРН-04 и SC10-02 были использованы для анализа продуктов слияния протопластов культурного картофеля с мексиканским клубнеосным видом *S. bulbocastanum*. Показано, что совместное использование данных праймеров позволяет подтвердить гибридную природу продуктов слияния протопластов. Установлено, что RAPD-праймеры ОРН-4 и SC10-02 могут быть использованы для выявления ДНК-полиморфизма индивидуальных линий комбинаций слияния протопластов *S. tuberosum* (4x) + *S. bulbocastanum* и *S. tuberosum* (2x) + *S. bulbocastanum*.*

Ключевые слова: картофель, межвидовые соматические гибриды, RAPD-праймеры, дикие виды картофеля.

ВВЕДЕНИЕ

Межвидовая гибридизация является эффективным способом обогащения сельскохозяйственной культуры новыми генетическими детерминантами. Однако отдаленная гибридизация картофеля редко удается при непосредственном скрещивании из-за физиологической и генетической несовместимости партнеров для скрещивания. Перспективным способом преодоления такого барьера является слияние протопластов соматических клеток исходных партнеров – соматическая гибридизация [1]. В отличие от традиционного скрещивания, в рекомбинационных процессах при межвидовой соматической гибридизации участвуют не только гены ядра, но и цитоплазмы, что дает возможность создания отдаленных гибридов с цитоплазматическими генетическими детерминантами. Это обуславливает актуальность исследований по межвидовой соматической гибридизации.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Однако при соматической гибридизации появляются проблемы по определению гибридов среди продуктов слияния. Для идентификации и характеристики гибридов применяют такие методы, как белковый гель-электрофорез, определение множественных молекулярных форм различных ферментов, выявление полиморфизма фрагментов рестрикции ДНК и методы, основанные на полимеразной цепной реакции (ПЦР) [2, 3]. В данной работе рассматривается использование метода ПЦР со случайными праймерами (RAPD-ПЦР) для различения партнеров в межвидовой соматической гибридизации и гибридов картофеля. Выбор метода обусловлен возможностью достаточно быстрого получения результатов в условиях отсутствия предварительной информации о нуклеотидных последовательностях исходных партнеров, использованных для получения соматических гибридов картофеля. Целью работы был подбор RAPD-праймеров для идентификации генетических детерминант партнеров в межвидовых соматических гибридах картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объектами исследования в данной работе были исходные родительские формы, участвовавшие в межвидовой соматической гибридизации картофеля (табл. 1), и популяции гибридов, полученные методом слияния протопластов в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (табл. 2).

Тетраплоидная форма культурного картофеля 78563-76 была получена в виде клубней из отдела селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», а образцы ЛДГ и 86-6 соответственно в виде клубней и ботанических семян от А. П. Ермишина ГНУ «Институт

Таблица 1 – Родительские формы, используемые для получения соматических гибридов

Наименование	Образец	Характеристика
<i>S. tuberosum</i> (4x)	78563-76	Образцы культурного картофеля
<i>S. tuberosum</i> (2x)	ЛДГ (дигаплоид сорта Ласунок)	
<i>S. tuberosum</i> × <i>S. chacoense</i>	86-6 (диплоидный межвидовой гибрид)	Межвидовой гибрид
<i>S. bulbocastanum</i>	Sb	Мексиканские клубненозные виды, отличающиеся устойчивостью к фитофторозу
<i>S. polyadenium</i>	Л39-2	
<i>S. cardiophyllum</i>	Л18	
<i>S. etuberosum</i>	E55-1	Дикие неклубненозные виды и межвидовые гибриды, характеризующиеся устойчивостью к вирусам
<i>S. brevidens</i> × <i>S. etuberosum</i>	Л48-3	
<i>S. etuberosum</i> × <i>S. brevidens</i>	Л49-2	

Таблица 2 – Комбинации слияния протопластов

Группы гибридов	Гибридные комбинации
SB	<i>S. tuberosum</i> (78563-76) + <i>S. bulbocastanum</i> (Sb)
DL	<i>S. tuberosum</i> (ЛДГ) + <i>S. bulbocastanum</i> (Sb)
F	<i>S. tuberosum</i> (78563-76) + <i>S. polyadenium</i> (Л39-2)
48	<i>S. tuberosum</i> (78563-76) + { <i>S. brevidens</i> × <i>S. etuberosum</i> } (Л48-3)
2D	{ <i>S. tuberosum</i> (ЛДГ) × <i>S. chacoense</i> } (86-6, 2x) + <i>S. etuberosum</i> (E55-1)
4D	86-6 + { <i>S. etuberosum</i> × <i>S. brevidens</i> } (Л49-2)
1D	86-6 + <i>S. cardiophyllum</i> (Л18)

генетики и цитологии НАН Беларуси». Все дикие виды и гибриды, за исключением образца Sb мексиканского вида *S. bulbocastanum*, получены в виде ботанических семян из ВИР им. Н. И. Вавилова (Санкт-Петербург, Россия). Образец Sb мексиканского вида *S. bulbocastanum* в виде растения *in vitro* предоставлен В. А. Сидоровым (Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины).

Растения *in vitro* выращивали в условиях культуральной комнаты при температуре 18–23 °С с 16/8-часовым фотопериодом (200 Мкм м⁻²с⁻¹; лампы LF 35W/54-765, Philips, Польша) на агаризованных питательных средах.

Суммарную растительную ДНК выделяли из листьев растений, культивируемых *in vitro*, с использованием набора реагентов *Genomic DNA Purification Kit (Thermo Fisher Scientific Baltics – Ферментас, Литва)*, согласно протоколу фирмы-производителя.

Реакционная смесь для ПЦР объемом 20 мкл содержала буфер с 2,5–5,0 мМ ионов Mg²⁺, 1 ед. *Taq* полимеразы, по 200 мкМ каждого из четырех дНТП, олигонуклеотидные праймеры (10–20 пмоль на реакцию), а также 50–150 нг ДНК-матрицы. Режим амплификации в термоциклерах MyCycler (Bio-Rad, США) и iCycler (Bio-Rad, США) был следующим: денатурация при 95 °С 3 мин; 40 циклов по схеме: денатурация при 95 °С – 45 с, отжиг при 37 °С – 1,5 мин, элонгация при 72 °С – 2,5 мин; итоговая элонгация при 72 °С – 5 мин.

Продукты амплификации разделяли методом электрофореза в агарозном геле (1,3 и 1,7 %). Окрашенные с помощью бромистого этидия продукты ПЦР детектировали при просмотре гелей в УФ-свете на приборе *GelDoc 2000* (Bio-Rad, США). Размеры ампликонов определяли путем сравнения с маркерными линейными фрагментами ДНК *GeneRuler 100 bp DNA Ladder Plus (Thermo Fisher Scientific Baltics – «Ферментас», Литва)* и *50 bp DNA Ladder (New England Biolabs, Великобритания)*.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Метод ПЦР со случайными праймерами широко применяется для идентификации сортов и видов растений [4]. Праймеры представляют собой олигонуклеотиды размером 10 пн, случайным образом гибридизующиеся с противоположными цепями ДНК-матрицы. Результатом такой ПЦР является набор ампликонов, позволяющих выявить полиморфизм ДНК (различия в нуклеотидных последовательностях, такие как инсерции, делеции, замены нуклеотидов). RAPD являются доминантными маркерами и не позволяют различить гомо- и гетерозиготы. Данный метод может быть использован для идентификации родительских генотипов и, следовательно, соматических гибридов картофеля, полученных в процедуре слияния протопластов. Однако интерпретация результатов в ряде случаев осложнена из-за наличия геномных перестроек вследствие потери хромосом в культуре клеток или абберантных митотических циклов внутри гибридного ядра, а также наличия соматических клонов различной ploidy и вклада цитоплазматических компонент видов-партнеров.

В результате работы было проанализировано 12 RAPD-праймеров [5–7], использованных ранее для различения как сортов картофеля, так и диких видов, а также соматических внутривидовых и межвидовых гибридов картофеля (табл. 3, данные по RAPD-ПЦР для родительских пар не представлены). ПЦР с праймерами VL-26, A-30, A-31 оказалась малоэффективной. Как правило, был выявлен единственный ПЦР-продукт одного размера для различных родителей за исключением образца Sb вида *S. bulbocastanum*, для которого наблюдался дополнительный ампликон размером 350 пн с праймером VL-26. При использовании праймера SC10-51 RAPD-ПЦР были получены четкие наборы RAPD фрагментов, которые, однако, не позволили достаточно надежно дифференцировать родительские

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Олигонуклеотидные праймеры для RAPD-ПЦР

Олигопраймеры	Нуклеотидная последовательность
ОРН-04	5'- GGAAGTCGCC
BL-26	5'- GTAGCTGACG
A-30	5'- GTAGCAGACG
A-31	5'- GTAGCTGTACG
SC 10-01	5'- CCACGAGCAT
SC10-02	5'- GGTCCCTCAGG
SC 10-34	5'- GGTGGGTGCT
SC10-47	5'- ATAGCTCGCC
SC10-50	5'- ACGCGCTGGT
SC10-51	5'- TATGGTGCC
SC10-52	5'- GTCTGGGAGC
SC10-53	5'- CAGGGGACGA

пары анализируемых комбинаций. Было установлено также, что оставшиеся 8 RAPD-праймеров позволяют различить родительские генотипы как минимум для трех из семи анализируемых комбинаций соматической гибридизации, при этом праймеры ОРН-04 и SC10-02 позволяют дифференцировать родительские пары для всех семи комбинаций.

Праймеры ОРН-04 и SC10-02 были использованы для RAPD-анализа популяций соматических гибридов двух комбинаций с *S. bulbocastanum*: SB и DL (рис. 1, 2).

На рисунке 1А представлены результаты RAPD-ПЦР с праймером ОРН-04 для 10 линий комбинации SB. Линия – индивидуальное растение, регенерированное из колонии, полученной в результате слияния протопластов, и его вегетативное потомство. Обозначение линии состоит из наименования группы, номеров исходной колонии и линии, разделенных дефисом (например, SB3-1 – колония № 3, линия 1).

Как видно из рисунка 1, маркерами родительских линий может служить ПЦР-продукт размером около 450 пн для образца Sb и ампликоны размером около 1000 и 900 пн для 7863-76. Данные ПЦР-продукты обнаруживаются для образцов 3-1, 3-2, 6-7, 7-2 и 11-1, что подтверждает гибридную природу указанных линий. Следует отметить, что

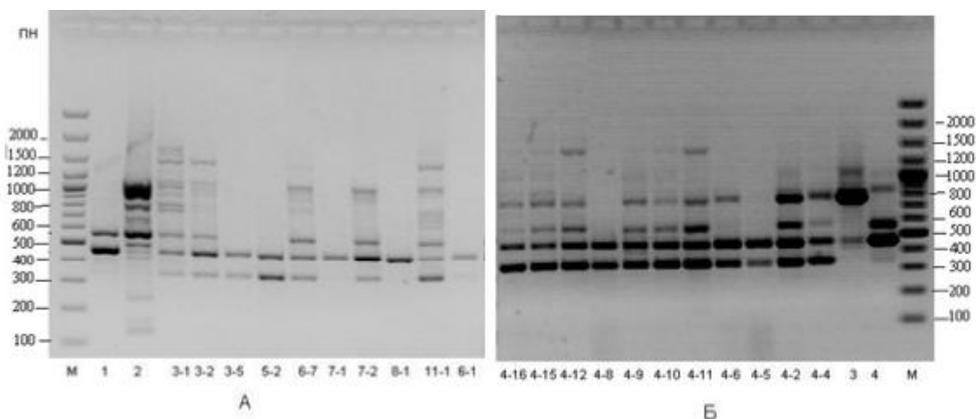


Рисунок 1 – RAPD-PCR с праймером ОРН-04 для групп SB (А) и DL (Б)

Примечание. 1,4 – Sb (*S. bulbocastanum*); 2 – 78563-76 (*S. tuberosum*, 4х);
 3 – ЛДГ (*S. tuberosum*, 2х); 3-1, 3-2, 3-5, 5-2, 6-7, 7-1, 7-2, 8-1, 11-1, 6-1 – линии группы SB; 4-16, 4-15, 4-2, 4-8, 4-10, 4-11, 4-6, 4-5, 4-4 – линии группы DL;
 М – ДНК-маркеры Gene Ruler 100 bp DNA Ladder Plus.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

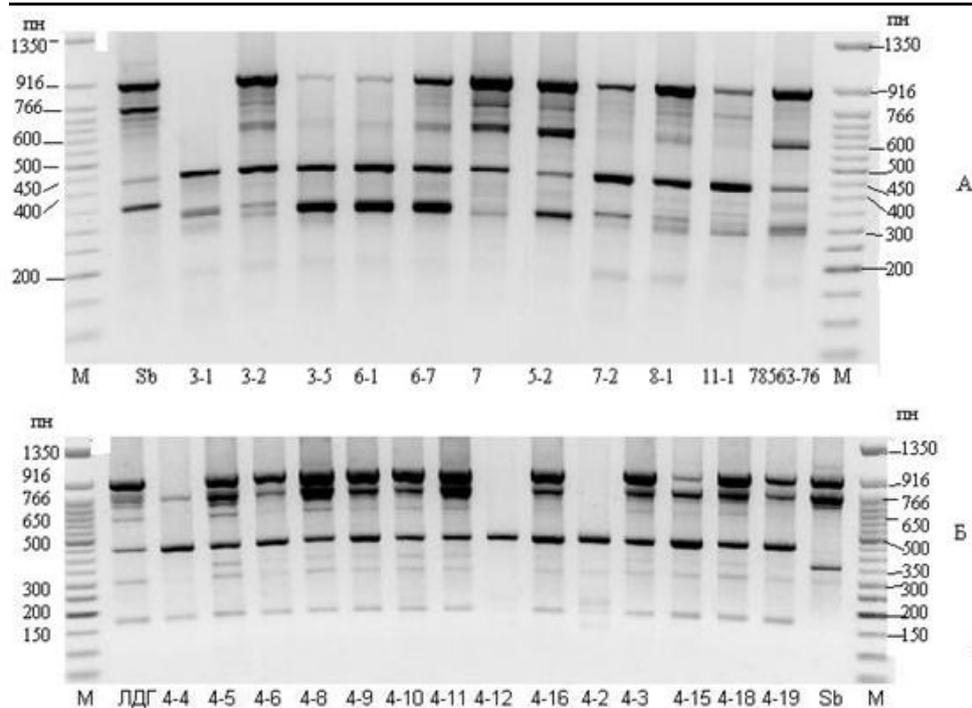


Рисунок 2 – RAPD-ПЦП с праймером SC10-02 для групп SB (А) и DL (Б)

Примечание. Sb – *S. bulbocastanum*; 78563-76 – *S. tuberosum* (4x); ЛДГ– *S. tuberosum* (2x); 3-1, 3-2, 3-5, 3-5, 6-1, 6-7, 7, 5-2, 7-2, 8-1, 11-1 – линии группы SB; 4-4, 4-5, 4-6, 4-8, 4-9, 4-11, 4-12, 4-16, 4-2, 4-3, 4-15, 4-18, 4-19 –линии группы DL; М – ДНК-маркеры размеров линейных фрагментов ДНК 50 bp DNA Ladder.

RAPD-паттерны для гибридных линий не являются простым объединением электрофоретических полос, наблюдаемых для исходных родительских линий. В частности, ампликон в районе 350 пн, который проявляется для Sb на рисунке 1Б, на рисунке 1А виден только у гибридных линий, что, вероятно, обусловлено наличием минорных ампликонов сходного размера у обоих родителей, которые более четко проявляются у гибридов вследствие увеличения количества ДНК-мишени.

RAPD-паттерны для линий 3-5, 5-2, 7-1, 8-1 и 6-1 не содержат полос в районе 900-1000 пн, характерных для культурного образца 78563-76, поэтому гибридную природу данных линий невозможно подтвердить однозначно с использованием RAPD-праймера, однако нами было показано, что данные линии проявляют гибридность по профилям белков клубней и изоэнзимам фермента пероксидаза [8].

В соответствии с рисунком наблюдаются различия в RAPD-паттернах гибридных линий, и, таким образом, праймер ОРН-4 может быть использован также для выявления ДНК-полиморфизма линий комбинации SB, полученных методом слияния протопластов *S. tuberosum* (4x) и *S. bulbocastanum*. Конкретная природа полиморфизма, связанного, например, с соматоклональной изменчивостью при регенерации из колоний протопластов, с нестабильностью гибридного генома может быть установлена с применением дополнительных методов, в частности метода ДНК-секвенирования.

В соответствии с рисунком 1Б для линий группы DL фрагмент размером около 550 пн может служить маркером на наличие генотипа мексиканского вида *S. bulbocastanum* (Sb),

а ампликон размером около 790 пн – родительского генотипа культурного родителя ЛДГ. Ампликоны, специфичные для каждого из родителей, обнаруживаются не для всех линий, хотя все линии, как показано ранее, являются гибридными по белковым маркерам. В то же время, как и в случае комбинации SB, присутствуют ДНК-фрагменты, которые практически не определяются при проведении ПЦР на матрице ДНК родителей. Различия в RAPD-паттернах гибридных линий позволяют использовать праймер ОРН-4 также для выявления ДНК-полиморфизма линий комбинации DL, полученных методом слияния протопластов *S. tuberosum* (2x) и *S. bulbocastanum*.

На рисунке 2А представлены результаты RAPD-ПЦР с праймером SC10-02 для 10 линий комбинации SB. Специфичными для родительских линий являются ампликоны размером около 730 и 350 пн для образца Sb и ампликоны размером около 600 и 300 пн для 7863-76. На рисунке 2Б представлены результаты RAPD-ПЦР с праймером SC10-02 для 14 линий комбинации DL. Специфичными для родительских линий являются ампликоны размером (приблизительно): группа SB – 350 пн для образца Sb, 600 и 300 пн для 7863-76; группа DL – 350 пн для образца Sb, 650, 450, 300, 180 пн для ЛДГ. Данные ампликоны, так же как и в случае праймера ОРН-4, четко выявляются не для всех линий, гибридная природа которых подтверждена ранее по белковым маркерам. Однако в соответствии с рисунками 1 и 2 использование обоих RAPD-праймеров позволяет установить гибридную природу анализируемых линий в случае невозможности подтверждения гибридности с помощью одного из праймеров. Так же как и ОРН-4 праймер SC10-02 может быть использован для выявления ДНК-полиморфизма индивидуальных линий комбинаций SB и DL.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы было проанализировано 12 RAPD-праймеров, использованных ранее для различения сортов, диких видов, а также соматических внутривидовых и межвидовых гибридов картофеля. Было установлено, что 8 из 12 использованных RAPD-праймеров позволяют различить родительские генотипы как минимум для 3 из 7 анализируемых комбинаций межвидовой соматической гибридизации, при этом праймеры ОРН-04 и SC10-02 позволяют дифференцировать родительские пары для всех 7 комбинаций. Данные праймеры были использованы для RAPD-анализа соматических линий, полученных методом слияния протопластов культурного картофеля с мексиканским клубненосным видом *S. bulbocastanum*. Показано, что совместное использование праймеров ОРН-4 и SC10-02 позволяет подтвердить гибридную природу продуктов слияния протопластов. Установлено также, что данные праймеры могут быть использованы для выявления ДНК-полиморфизма индивидуальных линий комбинаций слияния протопластов *S. bulbocastanum* + *S. tuberosum* (4x) и *S. bulbocastanum* + *S. tuberosum* (2x).

Список литературы

1. Orczyk, W. Somatic hybrids of *Solanum tuberosum* – application to genetics and breeding / W. Orczyk, J. Przetakiewicz, A. Nadolska-Orczyk // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 2003. – Vol. 74. – P. 1–13.
2. Garrido-Cardenas, J. A. Trends in plant research using molecular markers / J. A. Garrido-Cardenas, C. Mesa-Valle, F. Manzano-Agugliaro // Planta. – 2018. – Vol. 3. – P. 543–557.
3. Molecular and morphological characterization of somatic hybrids between *Solanum tuberosum* L. and *S. etuberosum* Lindl. / J. K. Tiwari [et al.] // Plant Cell Tiss. Organ Cult. – 2010. – Vol. 103. – P. 175–187.

4. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers / J. G. K. Williams [et al.] // *Nucleic Acids Res.* – 1990. – Vol. 18. – P. 6531–6535.
5. McGregor, C. E. A comparative assessment of DNA fingerprinting techniques (RAPD, ISSR, AFLP and SSR) in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.) germplasm / C. E. McGregor // *Euphytica*. – 2000. – Vol. 113. – P. 135–144.
6. Маркирование видов и сортов картофеля с помощью метода RAPD-PCR / А. С. Оганисян [и др.] // *Генетика*, 1996. – Т. 32, № 3. – С. 448–451.
7. Molecular characterisation of inter- and intra-specific somatic hybrids of potato using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers / E. Baird [et al.] // *Molecular and General Genetics*. – 1992. – Vol. 233. – P. 469–475.
8. Дифференциальная экспрессия генотипов картофеля по белковым маркерам клубней / С. В. Монархович [и др.] // *Вест. Сумского нац. аграр. ун-та.* – 2010. – Вып. 10. – С. 162–168.

Поступила в редакцию 15.08.2018 г.

T. A. GAPEEVA, G. A. YAKOVLEVA, T. V. SEMANYUK,
T. G. TRETSAYKOVA, I. D. VOLOTOVSKIY

IDENTIFICATION OF PARTNERS GENETIC DETERMINANTS IN INTERSPECIFIC SOMATIC HYBRIDIZATION OF POTATOES BY OF RAPD-PRIMERS USE

SUMMARY

*RAPD-primers OPH-04 and SC10-02 were used for the analysis of products obtained from the fusion of protoplasts of cultivated potatoes with the Mexican species *S. bulbocastanum*. The hybrid nature of post-fusion products was confirmed by the joint use of present primers. RAPD-primers OPH-4 and SC10-02 may be used also for the detection of DNA polymorphism between individual lines from fusion combinations of *S. bulbocastanum* + *S. tuberosum* (4x) and *S. bulbocastanum* + *S. tuberosum* (2x).*

Key words: potatoes, interspecific somatic hybridization, RAPD-primers, wild potatoes species.

УДК 635.21:631.526.32(477.41/.42)

В. В. Гордиенко, А. А. Бондарчук, Н. Н. Фурдыга, Н. А. Захарчук
Институт картофелеводства Национальной академии аграрных наук
Украины, пгт. Немешаево, Бородянский район, Киевская область, Украина
E-mail: vs_potato@meta.ua

ВЫДЕЛЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ СРЕДИ ОБРАЗЦОВ, СОСТАВЛЯЮЩИХ ГЕНОФОНД КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В составе коллекции генофонда картофеля, собранной в Институте картофелеводства НААН Украины, поддерживаются как культурные, так и дикие формы. Значительную часть занимают селекционные сорта картофеля, созданные учеными разных стран мира. Селекция создания новых сортов картофеля, устойчивых к патогенам с высоким проявлением других хозяйственно ценных признаков, требует постоянного поиска новых форм, устойчивых к новым расам и штаммам возбудителей, изучения генетики устойчивости и взаимоотношений хозяина и патогена, разработки стратегии рационального использования генетических ресурсов устойчивости растений к вредным объектам.

Среди материала интродуцированного и вовлеченного в коллекцию генофонда картофеля выделены источники основных хозяйственно ценных показателей.

Ключевые слова: коллекция генофонда картофеля, интродукция, источники хозяйственно ценных показателей, сорта, дикие и культурные виды, межвидовые гибриды, устойчивость к болезням и вредителям.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – культура, которая характеризуется большим разнообразием видов, подвидов, групп разновидностей, форм, образцов, сортов, гибридов. Наряду с высокой адаптивностью к условиям выращивания эта особенность привела к широкому распространению культуры как в природе, так и при искусственном размножении. Все многообразие картофеля составляет его генофонд (от греческого *genos* – род, происхождение и франц. *fond* – основание). Генофонд культуры – это совокупность всех генов таксономических разновидностей, которые характеризуются определенной их частотой [1].

Эффективное использование и сохранение генетического разнообразия растений имеет важное значение для создания новых сортов на основе образцов генофонда, обеспечивает повышение урожайности, стабилизацию производства продукции растениеводства, удовлетворение постоянно растущих потребностей населения в продуктах питания.

Основой любого селекционного процесса является наличие исходного материала с широкой изменчивостью по основным хозяйственным признакам. Подбирая родительские формы для скрещивания, необходимо знать наиболее полную генетическую информацию о них. Следует иметь в виду, что они должны быть эффективными как можно в большем количестве комбинаций. В связи с этим мобилизация генетического разнообразия исходных форм – первый и очень важный этап на пути создания сортов [2].

Обогащение коллекций генофонда картофеля является неременным условием их эффективного использования в селекционных, научных, образовательных и других

программах. Именно интродукция – это первый этап расширения генетических ресурсов картофеля.

При формировании генетической коллекции важны формы не только с полезными проявлениями хозяйственно ценных признаков, но и образцы с признаками нехозяйственного назначения. В большинстве случаев дикие виды, первичные и вторичные межвидовые гибриды не удовлетворяют требования селекционеров по проявлению урожайности, длины столонов, формы клубней и других признаков, однако эти образцы являются источником устойчивости ко многим болезням. Сбор, хранение, изучение и обеспечение эффективного использования коллекций генетических растительных ресурсов является приоритетным направлением растениеводства. Составляющие генофонда картофеля характеризуются определенным адаптивным потенциалом. Это обуславливает различное проявление хозяйственно ценных свойств (среди составляющих генофонда сказанное особенно касается сортов) в зависимости от условий выращивания, патогенной нагрузки и др. Поэтому основная задача в изучении реализации генетического потенциала интродуцированных видов и сортов картофеля в условиях Полесья Украины сводится к изучению экологической пластичности материала, выделения форм для практического селекционного использования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в условиях южной части Полесья Украины на опытных полях Института картофелеводства НААН Украины в течение 2013–2017 гг.

Использовались сорта различных групп спелости, образцы диких видов и гибриды, которые были созданы как в Украине, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Каждый образец оценивался по проявлению основных хозяйственно ценных признаков в течение трех лет.

Работа велась в соответствии с общепринятыми методиками в картофелеводстве [3]. Комплексная оценка материала осуществлялась в полевых и лабораторных условиях. Основные хозяйственно ценные показатели сортов оценивали в сравнении с сортами-стандартами всех групп спелости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Институт картофелеводства НААН Украины является держателем крупнейшей в Украине коллекции картофеля. В настоящее время генофонд культуры насчитывает 3044 образца сортов, их диких и культурных сородичей. Значительную часть коллекции занимают селекционные сорта из разных стран мира (1216 шт.). Самый высокий процент сортов из Украины и Германии – по 23 %. Образцы, полученные из Нидерландов, составляют 15 %, из Беларуси, Польши и России – по 8 %.

В соответствии с планом научных исследований проводилась работа по изучению интродуцированных и привлеченных образцов картофеля с целью выделения новых источников хозяйственно ценных признаков для дальнейшего вовлечения в селекционный процесс.

За пять последних лет было интродуцировано 118 образцов картофеля, которые поступали из Беларуси, Ирландии, Нидерландов, Германии, России, Украины и др. (рис.). Наибольшая часть материала была получена из Беларуси в 2016 г. – 46 новых сортов и гибридов картофеля, из селекционных учреждений Украины – 32 сорта.

Сегодня на рынке картофеля очень популярны раннеспелые сорта. Поэтому селекция на раннеспелость очень актуальна, и важно подобрать родительские формы ранней группы спелости, которые являются наиболее перспективными в этом

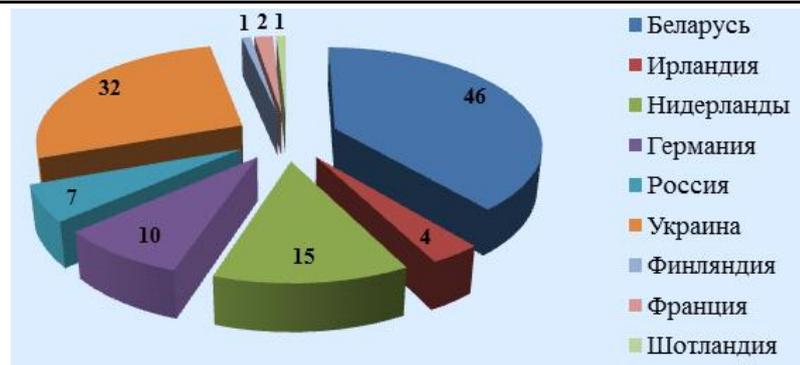


Рисунок – Страны происхождения образцов картофеля, интродуцированных в 2013–2017 гг.

направлении. Изучение интродуцированных и привлеченных форм картофеля в условиях выращивания в зоне Полесья Украины позволило выделить источники скороспелости. Среди сортов украинской селекции выделены: Княгиня, Выгода, Слаута, Росава, Гурман. Среди иностранных лучшие показатели имели сорта Лабадия, Бонус, Алладин. Выделены беккроссы многовидовых гибридов с ранним формированием урожая: 08.18/161, 08.193/49, 10.3Г34, 10.6/23, 08.194/107, 12.24/6, 12.15/24, 12.89/12 12.6/55, 13.37с40, 13.49/45. При создании данных гибридов в качестве родительских форм были использованы сорта: Подолия, Тирас, Сантарка (Украина) и BellaRossa, Ривьера (иностранная селекция).

Важным хозяйственно ценным признаком является урожайность созданного сорта. Изучение образцов нового поступления позволило выделить формы, которые можно рекомендовать для селекции в качестве источников высокой урожайности: Гурман, Ивановільська, Слаута, Княгиня, Предслава, Радомисьль (Украина), Алладин, Бонус, Лабадия, Rolando, Никулинский (иностранная селекция). Среди беккроссов многовидовых гибридов такими свойствами обладали образцы: 08.173/9, 08.193/49, 08.193/129, 08.194/81, 10.3/12, 10.5/20, 10.6/1, 10.6/20, 10.6/23, 10.6Г38, 10.9/12, 10.18/28, 08.194/107, 12.1/22, 12.6/54, 12.15/54, 12.9/56, 12.10/15.

В настоящее время одним из признаков, востребованных на рынке картофеля, является высокая масса клубня. Как среди интродуцированных, так и среди вовлеченных в исследования образцов картофеля выделены источники данного признака: Взирець, Радомисьль, Анатан, Rolando, 12.2/38, 12.28/42, 12.6/55, 12.10/15, 10.18/28, 10.9/12. 10.6/23, 10.6/1, 10.5/20, 10.6/30.

Выделены образцы генофонда картофеля, рекомендуемые для практической селекции, как источники высокого содержания крахмала в клубнях: Дума, Никулинский, Малуша, Ивановільська, 12.31/12, 08.173/9, 10.3Г34.

Целенаправленный отбор высокоурожайных, крупноклубневых, с высокими вкусовыми качествами форм способствовал потере устойчивости сортов, созданных на основе вида *S. tuberosum*, к отдельным возбудителям болезней [4]. Им также свойственно отсутствие эффективного контроля устойчивости к экстремальным факторам, в том числе против болезней и вредителей.

Поэтому успешное решение многих проблем современной селекции картофеля связано с вовлечением в скрещивания различных диких видов. Образцы диких видов используются в качестве источников устойчивости к наиболее вредоносным болезням и вредителям (фитофторозу, сухой фузариозной гнили, альтернариозу, цистообразующей нематодой, бактериозам и т. д.), стрессовым факторам. Вместе с тем многие

дикие виды являются носителями хозяйственно ценных признаков – повышенное содержание крахмала, белка в клубнях, многоклубневость и т. д.

Использование диких видов в качестве родительских форм, несущих чужеродные гены, приводит к повышению гетерозиготности, что, в свою очередь, позволяет получить гибриды с урожайностью, превышающей по этому показателю родительские сорта. Значение диких видов как источников высокой урожайности было отмечено в работах С. М. Букасова и рассмотрено Х. Россом [5].

В лаборатории генетических ресурсов Института картофелеводства поддерживается коллекция диких и культурных диплоидных видов. В ее составе насчитывается 754 образца 65 диких видов. Работа с дикими и культурными видами проводится по схеме, которая предполагает поиск и выделение среди составляющих генофонда форм с высоким фенотипическим проявлением устойчивости к болезнетворным патогенам, их изучение в условиях Полесья Украины. Исследования включают создание источников признаков двумя путями: гомозиготизации ценных аллелей и получения первичных межвидовых гибридов. Каждый из этапов сопровождается оценкой материала на устойчивость к патогенам.

При использовании такой схемы выделен и создан на их основе материал, который устойчив к сухой фузариозной гнили: *S. polytrichom*, *S. berthaultii*, *S. simplicifolium*, *S. acaule*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. pinnatisectum*, *S. jamesii*, П10с6 (*S. chacoense* / *S. catarthrum*), П19с1 (*S. pinnatisectum* / *S. berthaultii*), В5с12 (*S. megistaerolobum* / *S. sparcipillum* / *S. chacoense*), 12.3/10, 12.15/24, 12.16/19, 12.24/3, 12.9/78, 12.33/22. 12.3/10; фитофторозу: *S. bulbocastanum*, *S. demissum*, *S. papita*, *S. stoloniferum*, *S. rubinii*, *S. andigenum*, *S. acaule*, *S. pureja*, П76с5, П76с8, П76с48 (I₁ *S. boergeri* / *S. chacoense*); П73с17, П73с16, П73с30 (I₁ *S. pinnatisectum* / *S. chacoense*); П70с11, П70с21, П70с23, П70с24, П70с31, П70с36 (I₁ *S. catarthrum* / *S. chacoense*); В59с42, В59с43 (I₁ *S. catarthrum* / В37с4); В50с16, В50с19, В50с44 (I₁ *S. catarthrum* / В39с10); В51с1, В51с26, В51с28 (В44с51 / В31с18); В52с11, В52с23, В52с24, В52с29 (В44с51 / В37с55); В53с1, В53с11, В53с17, В53с23 (В9с23 / В34с18); В54с13, В54с14 (В9с23 / В35с50), 90.35с394, 90.693/6, 12.14/50, 12.10/1; черной ножке: *S. bulbocastanum*, *S. andigenum*, *S. acaule*, *S. pureja*; комплексу вирусных болезней: *S. andigenum*, *S. demissum*, *S. acaule*, *S. pureja*, *S. chacoense*.

С использованием искусственного инфицирования клубней инокулюмом гриба *Fusarium sambucinum* проводились исследования по определению устойчивости против сухой фузариозной гнили образцов диких и культурных видов, ранее интродуцированных из Республики Беларусь. Выделены высокоустойчивые против патогена образцы диких видов *S. commersonii*, *S. vernei*, *S. chacoense*, *S. stoloniferum*, *S. pinnatisectum* и культурного вида *S. andigenum*. Балл устойчивости 8 имел первичный межвидовой гибрид, созданный в результате скрещивания образцов видов *S. ocadae* и *S. vernei*.

Такие же исследования проведены и по устойчивости к фитофторозу клубней. Были включены по несколько образцов видов *S. chacoense*, *S. polytrichom*, *S. pinnatisectum*, *S. vernei*, *S. tarijense*. Наблюдается значительный полиморфизм проявления признака в пределах каждого вида. Так, среди семи образцов вида *S. chacoense* выделены как устойчивые (балл проникновения инфекции 8,0–8,8), так и малоустойчивые формы (балл проникновения инфекции 3,5–4,0). Среди образцов вида *S. polytrichom* проявление показателя колеблется в пределах от 1,5 до 9,0 баллов. Выделены следующие образцы, высокоустойчивые к проникновению, распространению и размножению инфекции в клубнях: 17.874-1-27, К 10554-1-6, 17681-1-8 (*S. chacoense*) 473171-10 (*S. polytrichom*) К4459-5 (*S. pinnatisectum*) с/о 4 / 25-6-31 (*S. vernei*), Д 413 (*S. venturii*). Устойчивость образцов к инфекциям достигала от 7,5 до 9,0 баллов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Институте картофелеводства НААН Украины собрана коллекция генофонда картофеля, в состав которой входят как культурные виды, так и их дикие сородичи. Детальное их изучение позволяет выделить источники ценных признаков и на основе этих форм создавать исходный селекционный материал. Привлечение в селекционный процесс диких и культурных видов путем межвидовой гибридизации позволяет создавать сорта картофеля, устойчивые к наиболее вредоносным патогенам и к выращиванию в экстремальных условиях окружающей среды.

Список литературы

1. Подгаєцький, А. А. Генофонд картоплі, його складові, характеристика і стратегія використання / А. А. Подгаєцький // Картопля; за ред.: В. В. Кононученка, М. Я. Молюцького. – Київ, 2002. – Т.1. – С. 156–198.
2. Рябчун, В. К. Проблеми і перспективи збереження генофонду рослин в Україні / В. К. Рябчун, Р. Л. Богуславський. – Харьков: Інститут рослинництва В. Я. Юр'єва УААН, 2002. – 37 с.
3. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. С. Куценко [та ін.]. – Немішаєве: Інтас, 2002. – 182 с.
4. Росс, Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы / пер. с англ. В. А. Лебедева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 184 с.
5. Букасов, С. М. Селекция и семеноводство картофеля / С. М. Букасов, А. Я. Камераз. – Л.: Колос, 1972. – 358 с.

Поступила в редакцию 28.08.2018 г.

V. V. GORDIENKO, A. A. BONDARCHUK, N. N. FURDYGA,
N. A. ZAHARCHUK

DISTRIBUTION OF AGRONOMIC CHARACTERS FOR PRACTICAL SELECTION AMONG SAMPLES, MAKING POTATOES GENE POOL

SUMMARY

As a part of potatoes gene pool collection in the Institute of Potato Growing of NAAS of Ukraine both cultural, and wild forms are supported. A considerable part is occupied by the selection varieties of potatoes created by scientists of the different countries of the world. Selection of creation of the new varieties of potatoes steady against pathogens with high manifestation of others agricultural valuable signs, demands full-time employment over search of the new forms steady against new races and strains of activators, studying of genetics of stability and relationship of the owner and a pathogen, development of strategy of rational use of genetic resources of plants resistance to harmful objects.

Sources of the main agricultural valuable indicators are distinguished from material of the potatoes gene pool introduced and involved in a collection.

Key words: potatoes gene pool collection, introduction, economic and valuable indicators sources, varieties, wild and cultural species, interspecies hybrids, diseases and pests resistance.

Н. В. Русецкий

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: nicrw@mail.ru

**ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ
НА ИММУНИТЕТ К ВИРУСАМ КАРТОФЕЛЯ****РЕЗЮМЕ**

*В статье представлены результаты исследований по оценке вновь созданного исходного материала картофеля на иммунитет к Y-, X- и A-вирусам и выделению среди него источников устойчивости и исходных форм с комплексом хозяйственно ценных признаков. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что использование в гибридизации межвидовых гибридов, полученных на основе видов *S. stoloniferum*, *S. chacoense* и *S. andigenum*, с последующей оценкой комплекса вирусологических методов позволяет создавать новые формы картофеля, иммунные к вирусам. Выделенные гибриды картофеля могут быть использованы в качестве исходных форм в селекции на вирусостойчивость.*

Ключевые слова: картофель, исходная форма, иммунитет, Y-, X-, A-вирус картофеля, ген устойчивости, гибрид, инокуляция.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель при вегетативном размножении способен накапливать в посадочном материале вирусные болезни, которые приводят к значительной потере его товарных, семенных и продуктивных свойств.

Серьезный вред, наносимый культуре картофеля, могут причинять как отдельные «тяжелые» вирусы Y, A, L, так и в большинстве случаев в восприимчивых сортах в составе смешанной вирусной инфекции (чаще всего в виде комплекса вирусов Y, X, S, M и др.), при этом их вредоносность существенно увеличивается из-за проявления синергетической реакции [1].

Проведенные нами исследования по мониторингу распространения в посадках картофеля вирусных болезней в различных районах Республики Беларусь позволили установить широкое распространение вирусов: Y (20,5–41,8 %), S (32,8–48,9), M (22,3–72,9), X (13,3–39,7), A (8,0–26,6) и L (8,5–29,6 %) [2, 3].

Наиболее надежным и желательным хозяйственно ценным признаком у картофеля является наличие иммунитета к нескольким вирусам, так как при этом не только сохраняются урожайные и качественные характеристики культивируемого сорта, но и снижается степень распространения того или иного вируса в агробиоценозе. В данном случае такие сорта не являются растениями-хозяевами вируса. Наличие у культивируемого сорта устойчивости к основным вирусам в значительной мере снижает их влияние на урожай.

В мире в современной селекционной практике для создания вирусостойчивых сортов накоплен разнообразный исходный материал картофеля с различной устойчивостью к вирусам. Как установлено большим количеством исследователей иммунитетом

к Y-вирусу обладают некоторые формы диких видов: *S. stoloniferum*, *S. chacoense*, *S. andigenum*, *S. maglia*, *S. hougasii*. В настоящее время в основном в селекции на этот признак используется три источника с генами иммунитета к PVY: *Rysto* от *S. stoloniferum* Schlecht. & Bché, *Ryhc* от *S. chacoense* Bitt. и *Ryadg* от *S. tuberosum* ssp. *andigena* Hawkes [4]. Среди образцов видов *S. stoloniferum* и *S. hougasii* выделены формы, сочетающие иммунитет к вирусам А и Y [5, 6]. На широкий спектр генетической устойчивости дикого вида *S. stoloniferum* к потивирусам (Y, A, V) указывают J. Hinrichs-Berger и др. [7]. Крайняя устойчивость к вирусу Y обнаружена у сортов, происходящих от *S. andigenum*, у которого наследуемый признак контролируется одним доминантным геном.

По данным различных авторов, иммунитет к X-вирусу обнаружен у видов *S. andigenum*, *S. acaule*, *S. chaucha*, *S. curtilobum*, *S. juzepczukii*, *S. sucrense*, *S. albicans*, *S. punae*, *S. schreiteri*, *S. tarijense*, *S. vernei* и др. [8–11].

Гены устойчивости от диких видов интродуцированы в межвидовые гибриды, а также в некоторые селекционные сорта. Интрогрессия ценных генов носителей различных групп генов от диких видов, контролирующей устойчивость ко многим патогенам, позволяет повысить уровень устойчивости в создаваемом новом исходном и селекционном материале картофеля.

В мировой практике достигнуты определенные успехи в создании иммунных к X- и Y-вирусам селекционных сортов картофеля. Так, на основе генетических источников иммунитета во многих странах созданы и районированы сорта картофеля, несущие доминантный ген крайней устойчивости к Y-вирусу Ry: Corine, Sante (Голландия); Jasia, Kuba, Rumpel, Skawa, Pasat, Rudawa, Ametyst, Gustaw, Hinga, Baszta, Gabi, Bzura, Fregata, Alicja, Danusia, Omulew, Sonda, Bartek Bursztyn, Legenda и др. (Польша); Magyar Rosa, Szygnal (Венгрия); Barbara, Bettina, Cordia, Esta, Fanal, Forelle, Franzi, Heidrun, Piro, Wega (Германия). Вышеперечисленные сорта (кроме Corine) получены на основе гибридов от *S. stoloniferum*, обладавших цитоплазматической мужской стерильностью. Их можно использовать только в качестве материнских форм [10, 12]. Ряд польских сортов картофеля иммунны к X-вирусу (Aksamitka, Anielka, Beata, Bzura, Klepa, Nimfy и др.). Образцы картофеля Bagucz, Klepa, Meduza и Omulew характеризуются полевой устойчивостью к S-вирусу, основанной на сверхчувствительной реакции [12].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха на основе диких видов *S. chacoense* и *S. stoloniferum* и межвидовых гибридов в результате многолетней работы получены иммунные к Y-вирусу сорта картофеля: Пересвет, Никулинский, Брянский ранний, Голубизна, Эффект, Осень, Скороплодный, Ресурс, Сокольский, Юбилей Жукова и др. [13, 14].

В результате селекционной работы, проводимой с 1975 г. Е. М. Счасленок в лаборатории исходного материала РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (далее – Центр) совместно с Ж. В. Блоцкой (РНДУП «Институт защиты растений»), создан ряд исходных форм и доноров с иммунитетом к Y-, X-вирусам. С участием донора 2x76-9 селекционерами создан сорт Лазурит с высокой устойчивостью к мозаичным вирусам. Иммунные и высокоустойчивые к вирусным болезням исходные формы ежегодно передаются в лабораторию селекции картофеля для создания вирусоустойчивых сортов. Так, с участием иммунной к Y-вирусу исходной формы 24ху99-1 получен раннеспелый сорт картофеля Юлия, не поражаемый Y-вирусом, который передан в Государственное сортоиспытание в 2018 г.

Однако, несмотря на достигнутые успехи в этом направлении селекции, форм картофеля, устойчивых ко многим патогенам, адаптированных к определенным

почвенно-климатическим условиям и обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков, недостаточно. Поэтому селекционный процесс в данном направлении является непрерывным и постоянным. Также следует учитывать, что в селекции на устойчивость решающее значение имеет правильный выбор исходного материала.

Сложность создания устойчивых к М-, S- и L-вирусам исходных форм и сортов в первую очередь обусловлена отсутствием или незначительным количеством надежных генетических источников этого признака как среди диких видов, так и внутри вида *Solanum tuberosum*.

Целью проводимой нами работы являлось установление иммунности вновь созданного исходного материала картофеля к PVY (Y-вирус картофеля), PVA (A-вирус картофеля) и PVX (X-вирус картофеля).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объект исследования – вновь созданные образцы картофеля, дошедшие по схеме селекционного процесса до питомника предварительного испытания. Это сложные межвидовые гибриды картофеля, созданные на основе иммунных к PVY и PVA форм – *S. stoloniferum*, *S. andigenum* и *S. chacoense*, иммунных к PVX – *S. acaule*, *S. andigenum*, обладающие комплексом хозяйственно полезных признаков.

Выявление и установление крайней степени устойчивости образцов картофеля к вирусам проводили при помощи искусственного заражения штаммами вирусов в теплице путем механической инокуляции и методом прививок на растения-накопители вирусов.

Испытания проводили в условиях защищенного грунта селекционно-гибридного модуля, подвергая растения искусственному заражению в ранней фазе их развития. Для инфицирования использовали по 3–5 растений каждого образца.

Для приготовления инокулюмов использовали обычный штамм X-вируса, который размножали и накапливали на растениях *Datura stramonium* L. (дурман обыкновенный), три штамма Y-вируса (Y⁰, Y^N, Y^{NTN}) и штамм A-вируса, где в качестве накопителя служили растения табака *Nicotiana tabacum* L. (сорт Samsun). Инокулюм готовили путем растирания инфицированных листьев в фарфоровой ступке с добавлением фосфатного буфера.

Заражение исследуемого материала осуществляли путем втирания суспензии вирусов в поверхность листьев, предварительно опудренных карборундом с помощью поролоновой губки, а через 2 мин их смывали дистиллированной водой. После заражения растения притеняли на сутки. В течение вегетации проводили визуальный учет развития внешних симптомов поражения вирусными болезнями, а через 4–5 недель – иммуноферментный анализ на наличие исследуемых вирусов.

Для окончательного установления типа устойчивости у исследуемых образцов картофеля, показавших отрицательные результаты по данным ИФА после механической инокуляции, их испытывали с помощью прививки «в расщеп». Для этого в качестве подвоя использовали: на Y-вирус – инфицированные растения томата (сорт Невский) или табака (сорт Samsun), на X-вирус – дурман обыкновенный, а привоем служил исследуемый образец картофеля. По прошествии 5–7 дней и в последующем каждую неделю (чтобы выявить гибриды со сверхчувствительностью) у привитых растений проводили визуальный учет развития внешних симптомов поражения вирусными болезнями, а спустя 5–6 недель – диагностику вирусов иммуноферментным методом, который проводили в лаборатории иммунодиагностики картофеля Центра.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Создание исходного материала картофеля, иммунного к вирусам PVY, PVX и PVA, проводили на основе подбора пар для скрещивания. Родительскими формами служили дикие и примитивные виды, межвидовые гибриды и сорта картофеля:

- на иммунитет к X-вирусу – генетические источники с геном Rx_{acl} и Rx_{adg} , полученные на основе видов *S. acaule* и *S. andigenum*;
- к Y-вирусу – генетические источники с генами Ry_{adg} , Ry_{sto} , Ry_{chc} и др., созданные на основе *S. andigenum*, *S. stoloniferum*, *S. chacoense* и др.;
- к A-вирусу – генетические источники с генами Ra_{adg} и Ra_{sto} , созданные на основе *S. andigenum* и *S. stoloniferum*, в основном сцепленные с геном Ry иммунитета к Y-вирусу.

Оценку на иммунитет к вирусам селекционных образцов, прошедших предварительный отбор, проводили параллельно питомнику предварительного испытания.

В течение 2015–2017 гг. в условиях селекционно-гибридного модуля на иммунитет к PVY, PVA и PVX была проведена оценка 207 гибридов картофеля.

Для проведения испытаний в условиях защищенного грунта в конце апреля – начале мая исследуемые образцы высаживали по три растения на каждый отдельный вирус. По одному растению на каждый образец высаживали без заражения, они служили в качестве отрицательного контроля. С целью формирования одностебельных растений исходный материал высаживали в виде глазковых индексов. Выросшие растения при появлении 2–4 пар листьев и спустя неделю были инокулированы при помощи втирания инокулома, содержащего определенный вирус в опудренные абразивным веществом листья.

С учетом развития внешних симптомов поражения и проведенного ИФА гибриды, оставшиеся свободными от вирусной инфекции, были испытаны в тесте с прививкой на инфицированную подвой. Иммунными считали образцы, у которых после их заражения отсутствовали какие-либо симптомы, и вирус в привитых растениях не выявлялся по данным анализа иммуноферментным методом.

В результате выполненных исследований (за три года) иммунитет отдельно к Y-вирусу установлен у 54 гибридов, к A-вирусу – у 10, к X-вирусу – у 13. Среди исследованного материала с иммунитетом к комплексу Y + A-вирусов выявлено 30 образцов, к комплексу Y + X-вирусов – 16, к комплексу Y + A + X-вирусов – 9 (табл. 1).

Исходя из данных, представленных в таблице 1, следует отметить, что количество образцов с иммунитетом к тому или иному вирусу, а также их комплексу было не одинаковым, что объясняется присутствием в ежегодном селекционном процессе разных гибридных популяций различного происхождения. Так, например, количество образцов с иммунитетом к комплексу трех вирусов Y+A+X варьировало

Таблица 1 – Результаты оценки исходного материала картофеля на иммунитет к вирусам PVY, PVX и PVA, 2015–2017 гг.

Год оценки	Количество оцениваемых гибридов, шт.	Выделено иммунных образцов, шт.						Отобрано иммунных форм, %
		PVY	PVX	PVA	PVX + PVY	PVY + PVA	PVY + PVA + PVX	
2015	58	25	7	8	5	7	0	89,7
2016	82	20	2	2	6	15	2	57,3
2017	67	9	4	0	5	8	7	49,3
Всего	207	54	13	10	16	30	9	63,8

по годам от ноля до семи. С иммунитетом отдельно к Y-вирусу разница по выделению образцов составляла 36,0 %, в то время как количество иммунных образцов к комплексу X + Y-вирусов было примерно одинаковым и составляло во все годы исследований 5–6 шт. В 2015 г. из числа оцененных наблюдался самый высокий выход иммунных форм – 89,7 %, но вместе с тем среди селекционного материала не было выделено ни одного образца с иммунитетом к комплексу трех вирусов.

Исходный селекционный материал также проходил испытания в полевых условиях, где оценивался по различным хозяйственно ценным признакам: продуктивность, срок созревания, морфологические признаки клубня, устойчивость к фитофторозу и др., а в период хранения – по содержанию крахмала.

В результате проведенных исследований по созданию исходного материала картофеля, устойчивого к вирусам, из числа изученных по комплексу хозяйственно ценных признаков выделено с иммунитетом к Y-, A- и X-вирусам и полевой устойчивостью к другим вирусным болезням 18 перспективных гибридов (табл. 2).

В 2015 г. в результате проведенных исследований выделено три перспективных гибрида: 42уах11-17, 110ху0911-19 и 10уs0811-9. По данным испытания, образец 42уах11-17 обладает иммунитетом к комплексу Y + X-вирусов. Данный гибрид относится к среднеранней группе созревания. По продуктивности и содержанию крахмала он находится на уровне сорта-стандарта Фальварак. Позднеспелый гибрид 110ху0911-19 и среднеспелый 10уs0811-9 являются иммунными к комплексу Y + A-вирусов, а также обладают высокой полевой устойчивостью к S-, M-, A-, L-вирусам и другими хозяйственно полезными качествами. По продуктивности (2215 г/куст) образец 110ху0911-19 превышает сорт-стандарт Атлант (НСР₀₅ – 335,2 г/куст). Данный гибрид также отличается высокой устойчивостью к фитофторозу по листьям – 8 баллов.

По результатам исследований, полученным в 2016 г., в качестве перспективных форм выделены гибриды: 42уах11-1, 138ху12-10, 117ксх12-2, 158х12-5, 45ксу12-3 и 100ху0911-6. Представленные в таблице 2 образцы 45ксу12-3, 42уах11-1 и 138ху12-10 характеризуются наличием иммунитета к Y + A-вирусам, а гибриды 117ксх12-2 и 158х12-5 отличаются иммунитетом к комплексу X + Y-вирусов, образец 100ху0911-6 иммунен к Y-вирусу. Выделенные образцы, относящиеся к поздней, среднепоздней и среднеспелой группам созревания, также обладают очень высокой и высокой полевой устойчивостью к S-, M-, A-, L-вирусам, средней и относительно высокой степенью устойчивости к фитофторозу по листьям (балл 5,7) и другими хозяйственно полезными качествами. По продуктивности – находятся на уровне сортов-стандартов Скарб и Вектар (НСР₀₅ – 309,9 г/куст).

В 2017 г. в результате комплексного испытания в питомнике предварительного испытания было выделено 9 перспективных форм картофеля. Как указывают экспериментальные данные, представленные в таблице 2, четыре образца 104уа11-10, 181уа13-4, 39ху13-1 и 47уа13-1 являются иммунными к Y + A-вирусам, два – 173уа13-13 и 181уа13-5 иммунны к комплексу Y + A + X-вирусов. С иммунитетом к A-вирусу и сверхчувствительностью к Y-вирусу выделен гибрид кс79ху13-5. Все представленные образцы не содержали по данным иммуноферментного анализа X-, Y-, A- и L-вирусов.

По продуктивности выделился позднеспелый гибрид 181уа13-5, достоверно превышающий сорт-стандарт Здабытак. У остальных образцов продуктивность находилась на достаточно высоком уровне и составляла от 1030 до 1718 г/куст.

С относительно высокой устойчивостью к фитофторозу листьев отмечено два образца – 181уа13-5 и 47уа13-1.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Краткая характеристика перспективных гибридов картофеля питомника предварительного испытания по устойчивости к вирусам и другим хозяйственно ценным признакам, выделенным в 2015–2017 гг.

Гибриды, стандарты	Происхождение	Группа спелости	Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Устойчивость к вирусам										Устойчивость к фитофторозу листьев (вторая декада августа), балл
					Иммунитет		Поражено растений ИФА, %								
					X	Y	A	X	Y	S	M	L	A		
2015 г.															
110ху0911-19	Влга × Бриз (sto, acl)	Поздний	2215	20,4	–	I	I	0	0	0	0	10,0	0	0	8
42уах11-17	211ху04-10 × Бриз (chc, adg, sto)	Среднеранний	1175	12,6	I	I	–	0	0	20,0	20,0	0	0	0	5
10уs0811-9	Ресурс1/2/5-2 (губ, chc, acl)	Среднеспелый	1380	14,6	–	I	I	0	0	20,0	15,0	0	0	0	3
Фальварак	–	Среднеранний	1080	12,9	–	–	–	95,0	5,0	70,0	65,0	0	0	0	3
Рагнеда	–	Среднеспелый	1180	17,9	–	–	–	0	0	5,0	75,0	0	0	0	6
Атлант	–	Поздний	1245	19,6	–	–	–	20,0	5,0	40,0	35,0	0	0	0	7
НСР ₀₅	–	–	335,2	0,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2016 г.															
100ху0911-6	1/2/5-2 × 1х86-12 (губ, chc, acl)	Поздний	1875	17,9	–	I	–	0	0	0	20,0	0	0	0	7
117кcx12-2	216фу06-20 × Уладар (губ, грл, chc, adg)	Среднеспелый	1226	16,8	I	I	–	0	0	15,0	10,0	0	0	15,0	3–5
45кcy12-3	УУ.2 × 32ху05-15 (sto, adg)	Среднеспелый	1071	14,8	–	I	I	0	0	10,0	0	0	0	0	3
158х12-5	Лазарь × 216фу06-20 (губ, грл, chc, adg)	Среднепоздний	983	19,0	I	I	–	0	0	0	0	10,0	5,0	0	5
42уах11-1	211ху04-10 × Бриз (chc, adg, sto)	Среднепоздний – среднеспелый	1190	15,4	–	I	I	0	0	0	23,0	0	0	0	3–5
138ху12-10	162ху04-13 × Valley Bora (chc, sto)	Среднеспелый	1315	16,7	–	I	I	0	0	15,0	30,0	0	0	0	5
Скарб	–	Среднеспелый	1215	11,6	–	–	–	40,0	0	80,0	20,0	30,0	0	0	3
Векстар	–	Среднепоздний	1050	16,8	–	–	–	80,0	0	0	0	30,0	0	0	3–5
НСР ₀₅	–	–	309,9	0,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 2

Гибриды, стандарты	Происхождение	Группа спелости	Продуктивность т/куст	Содержание крахмала, %	Устойчивость к вирусам										Устойчивость к фиофторозу листьев (вторая декада августа), балл
					Иммунитет					Поражено растений ИФА, %					
					X	Y	A	X	Y	S	M	L	A		
2017 г.															
104ya11-10	36ху05-10 × 128-6 (adg, sto, chc, acl)	Среднеранний – среднеспелый	1345	16,3	-	I	I	I	0	0	0	10,0	0	0	3-5
173ya13-13	Allegro × 211ху04-10 (sto, chc, adg)	Среднеспелый	1370	12,8	I?	I	I	I	0	0	10,0	20,0	0	0	3-5
181ya13-4	31у04-13 × см.п (sto, chc, acl)	Среднеранний	1115	12,4	-	I	I	I	0	0	10,0	0	0	0	3
181ya13-5	31у04-13 х см.п. (sto, chc, acl)	Поздний	2025	14,5	I	I	I	I	0	0	20,0	20,0	0	0	7
39ху13-1	162ху04-13 × Манифест (chc, sto)	Среднеспелый	1275	14,6	-	I	I	I	0	0	20,0	0	0	0	5
46ya13-8	10у04-1 × Манифест (acl, sto)	Среднеспелый	1167	13,3	-	I	-	-	0	0	0	23,0	0	0	3-5
47ya13-1	211ху04-10 × Манифест (chc, adg, sto)	Среднепоздний – поздний	1718	13,9	-	I	I	I	0	0	10,0	10,0	0	0	7
85у13-6	36ху05-10 × Бриз (adg, sto, acl)	Среднеспелый	1030	13,8	I?	I	I	I	0	0	23,0	10,0	0	0	3
кс79ху13-5	36ху05-6 × Бриз (adg, sto, acl)	Среднепоздний	1125	15,5	-	H	I	I	0	0	10,0	0	0	0	5-7
Манифест	-	Среднеранний	1340	11,1	-	-	-	-	0	0	20,0	0	10,0	0	3
Скарб	-	Среднеспелый	1500	10,2	-	-	-	-	0	10,0	30,0	0	0	0	3
Вектар	-	Среднепоздний	1400	15,2	-	-	-	-	0	0	20,0	0	0	0	3-5
Злабытак	-	Поздний	960	21,0	-	-	-	-	100	0	20,0	100	0	0	7
НСР ₀₅			317,4	0,8											

Примечание. Chc – *S. chacoense*, acl – *S. sacale*, sto – *S. stoloniferum*, adg – *S. andigenum*, гyb – *S. ruginii*, gr1 – *S. gouglayi*, I – иммунитет, ? – требует уточнения, H – сверхчувствительность.

Выделенные гибриды, представленные в таблице 2, были получены на основе диких видов *S. stoloniferum*, *S. chacoense*, *S. andigenum*, *S. rubinii*, *S. gourlayi*, *S. acaule* и межвидовых гибридов, устойчивых к вирусам. Лучшие из выделенных образцов были предложены для использования в качестве исходных форм в дальнейшей селекционной работе.

Ниже приводится характеристика образцов картофеля, переданных в качестве исходных форм для включения в схему селекционного процесса по созданию вирусоустойчивых сортов.

2015 год. Гибрид 18ya10-2. Группа спелости – среднепоздний; происхождение: 59y01-51 × 129xy04-7. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. chacoense*, *S. andigenum*, *S. microdontum*. Цвет кожуры – светло-желтый, мякоти – желтый. Продуктивность, г/куст: средняя – 1265, максимальная – 1420. Содержание крахмала, %: среднее – 14,6, максимальное – 17,0. Устойчивость к вирусам, балл: X, Y, S, L – 9, M – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 6,0. Биохимические показатели клубней, 2015 г.: сухое вещество – 21,1 %, суммарный белок – 1,07 %, редуцирующие сахара – 0,18 %, витамин С – 17,1 мг%, нитраты – 101,4 мг/кг.

Гибрид 110xy0911-19. Группа спелости – поздний; происхождение: Vzuga × Бриз. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. acaule*, *S. stoloniferum*. Цвет кожуры – светло-желтый, мякоти – желтый. Продуктивность, г/куст: средняя – 2215, максимальная – 2660. Содержание крахмала, %: среднее – 20,4, максимальное – 21,3. Устойчивость к вирусам, балл: X, Y, S, L, A – 9, M – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 8,0. Биохимические показатели клубней, 2015 г.: сухое вещество – 25,1 %, суммарный белок – 1,14 %, редуцирующие сахара – 0,19 %, витамин С – 19,2 мг%, нитраты – 38,5 мг/кг.

Гибрид 42yax11-17. Группа спелости – среднеранний; происхождение: 211xy04-10 × Бриз. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. chacoense*, *S. andigenum*, *S. stoloniferum*. Цвет кожуры – светло-желтый, мякоти – желтый. Продуктивность, г/куст: средняя – 1175, максимальная – 1235. Содержание крахмала, %: среднее – 12,6, максимальное – 12,9. Устойчивость к вирусам, балл: Y, X, L, A – 9, S, M – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 5,0. Биохимические показатели клубней, 2015 г.: сухое вещество – 19,1 %, суммарный белок – 1,14 %, редуцирующие сахара – 0,66 %, витамин С – 23,3 мг%, нитраты – 306,6 мг/кг.

2016 год. Гибрид 100xy0911-6. Группа спелости – поздний; происхождение: 1/2/5-2 × 1x86-12. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. chacoense*, *S. acaule*, *S. rubinii*. Цвет кожуры – светло-желтый, мякоти – желтый. Продуктивность, г/куст: средняя – 1875, максимальная – 2600. Содержание крахмала, %: среднее – 17,9, максимальное – 20,0. Устойчивость к вирусам, балл: X, Y, S, L, A – 9, M – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 7,0. Биохимические показатели клубней, 2016 г.: сухое вещество – 22,5 %, суммарный белок – 0,95 %, редуцирующие сахара – 0,13 %, витамин С – 20,1 мг%, нитраты – 34,9 мг/кг.

Гибрид 138xy12-10. Группа спелости – среднеспелый; происхождение: 162xy04-13 × ValleyBoga. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. chacoense*, *S. stoloniferum*. Цвет кожуры – фиолетовый, мякоти – фиолетовый. Продуктивность, г/куст: средняя – 315, максимальная – 1500. Содержание крахмала, %: среднее – 16,7, максимальное – 19,6. Устойчивость к вирусам, балл: X, Y, S, L, A – 9, M – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 5,0. Биохимические показатели клубней, 2016 г.: сухое вещество – 21,5 %, суммарный белок – 0,77 %, редуцирующие сахара – 0,37 %, витамин С – 28,1 мг%, нитраты – 24,8 мг/кг.

Гибрид 42уах11-1. Группа спелости: среднеспелый, среднепоздний; происхождение: 211ху04-10 × Бриз. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. chacoense*, *S. andigenum*, *S. stoloniferum*. Цвет кожуры – светло-желтый, мякоти – светло-желтый. Продуктивность, г/куст: средняя – 1190, максимальная – 1257. Содержание крахмала, %: среднее – 15,4, максимальное – 17,2. Устойчивость к вирусам, балл: Y, X, S, L, A – 9, M – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 5,0. Биохимические показатели клубней, 2016 г.: сухое вещество – 22,0 %, суммарный белок – 0,74 %, редуцирующие сахара – 0,14 %, витамин С – 18,9 мг%, нитраты – 32,8 мг/кг.

2017 год. Гибрид 234ху04-10. Группа спелости – среднеспелый; происхождение: 147у01-6 × Р1472959-25. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. chacoense*, *S. kurtzianum*, *S. rybinii*. Цвет кожуры – розовый, мякоти – желтый. Продуктивность, г/куст: средняя – 1283, максимальная – 2000. Содержание крахмала, %: среднее – 13,8, максимальное – 15,8. Устойчивость к вирусам, балл: X, Y, S, L, A – 9, M – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 3,0. Биохимические показатели клубней, 2017 г.: сухое вещество – 19,6 %, суммарный белок – 0,87 %, редуцирующие сахара – 0,13 %, витамин С – 20,5 мг%, нитраты – 143,5 мг/кг.

Гибрид 85у13-6. Группа спелости – среднеспелый; происхождение: 36ху05-10 × Бриз. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. chacoense*, *S. andigenum*, *S. acaule*. Цвет кожуры – желтый, мякоти – желтый. Продуктивность, г/куст: средняя – 1030, максимальная – 1200. Содержание крахмала, %: среднее – 13,8, максимальное – 15,4. Устойчивость к вирусам, балл: X, Y, L, A – 9, S, M – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 3,0. Биохимические показатели клубней, 2017 г.: сухое вещество – 19,6 %, суммарный белок – 0,99 %, редуцирующие сахара – 0,24 %, витамин С – 16,8 мг%, нитраты – 193,6 мг/кг.

Гибрид 181уа13-4. Группа спелости – среднеранний; происхождение: 31у04-13 × см.п. Виды картофеля, на основе которых получен гибрид: *S. chacoense*, *S. acaule*, *S. stoloniferum*. Цвет кожуры – светло-желтый, мякоти – белый. Продуктивность, г/куст: средняя – 1115, максимальная – 1400. Содержание крахмала, %: среднее – 12,4, максимальное – 12,9. Устойчивость к вирусам, балл: Y, X, M, L, A – 9, S – 7. Устойчивость к фитофторозу, балл: листья – 3,0. Биохимические показатели клубней, 2017 г.: сухое вещество – 19,8 %, суммарный белок – 0,80 %, редуцирующие сахара – 0,23 %, витамин С – 17,9 мг%, нитраты – 68,7 мг/кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в течение 2015–2017 гг. в условиях селекционно-гибридного модуля на иммунитет к Y-, A- и X-вирусам была проведена оценка 207 гибридов картофеля.

В результате проведенных исследований за три года иммунитет отдельно к Y-вирусу установлен у 54 гибридов, к A-вирусу – 10, к X-вирусу – у 13. Среди исследованного материала с иммунитетом к комплексу Y + A-вирусов выявлено 30 образцов, к комплексу Y + X-вирусов – 16, к комплексу Y + A + X-вирусов – 9.

В ходе выполнения исследований по созданию и комплексной оценке исходного материала картофеля на устойчивость к вирусам, из числа изученных, по комплексу хозяйственно ценных признаков нами выделено с иммунитетом к Y-, A- и X-вирусам и полевой устойчивостью к другим вирусным болезням 18 перспективных гибридов, которые предложены для использования в дальнейшей селекционной работе по созданию вирусостойчивых сортов картофеля.

Список литературы

1. Сорока, С. В. Вирусы и вирусные болезни сельскохозяйственных культур / С. В. Сорока, Ж. В. Блоцкая, В. В. Вабищевич; науч. ред. Р. В. Гнутова. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип., 2009. – 129 с.
2. Русецкий, Н. В. Фитовирусологическая обстановка в посадках картофеля Минской области / Н. В. Русецкий, В. А. Козлов, А. В. Чашинский // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 430–439.
3. Русецкий, Н. В. Изучение фитовирусологической ситуации на посадках картофеля в Республике Беларусь / Н. В. Русецкий, В. А. Козлов // Биоресурсы и вирусы: тез. докл. VI Междунар. конф., 14–17 сент. 2010 г., Киев, Украина / Киевский нац. ун-т им. Тараса Шевченко, ВПЦ «Киевский университет». – 2010. – С. 242–243.
4. Munoz, F. J. Resistance to potato virus Y in *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* / F. J. Munoz, R. L. Plaisted., H. D. Thurston // Am. Potato J. – 1975. – Vol. 52. – P. 107–115.
5. Singh, R. P. A novel hypersensitive resistance response against potato virus A in cultivar «Shepody» / R. P. Singh, X. Nie, G. C. C. Tai // Theor Appl Genet. – 2000. – Vol. 100. – P. 401–408.
6. Яшина, И. М. Создание и генетическая оценка нового исходного материала картофеля и эффективные пути его использования в селекции: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / И. М. Яшина. – М., 2000. – 68 с.
7. Hinrichs-Berger, J. Early selection for extreme resistance to potato virus Y and tobacco etch virus in potato using a B-glucuronidase-tagged virus / J. Hinrichs-Berger, H. Junghans, H. Buchenauer // Plant Breeding. – 2000. – Vol. 119. – P. 319–323.
8. Будин, К. З. Генетические основы селекции картофеля / К. З. Будин. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1986. – С. 192.
9. Букасов, С. М. Селекция и семеноводство картофеля / С. М. Букасов, А. Я. Камераз – Л.: Колос, 1972. – С. 359.
10. Росс, Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы: пер. с англ. / Х. Росс. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 183.
11. Analysis of the Resistance-Breaking Determinants of Potatovirus (PVX) Strain HB on Different Potato Genotypes Expressing Extreme Resistance to PVX / M. Querci [et al.] // Phytopathology. – 1995. – Vol. 85, № 9. – P. 1003–1010.
12. Chrzanowska, M. Krancowa odpornosc na wirusy Y I X ziemniaka oraz polowa odpornosc na wirus S ziemniaka w polskich odmianach ziemniaka / M. Chrzanowska // Biuletyn Instytutu Hodowli I Aklimatyzacji roslin. – 2000. – № 214. – P. 231–238.
13. Блоцкая, Ж. В. Устойчивость картофеля к вирусным болезням и ее роль в системе защитных мероприятий / Ж. В. Блоцкая // Защита растений: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ защиты растений. – Минск, 2000. – Вып. XXV. – С. 122–129.
14. Яшина, И. М. Оценка эффективности использования исходного материала картофеля по результатам селекционной работы на устойчивость к вирусам и фитофторе / И. М. Яшина, Н. П. Складорова, Е. А. Симаков // Докл. РАСХН. – 1998. – № 5. – С. 5–9.
15. Методические указания по созданию и оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к штаммам вирусов / сост.: А. Л. Амбросов [и др.] / БелНИИЗР, БелНИИКПО. – М., 1983. – 16 с.

Поступила в редакцию 15.08.2018 г.

N. V. RUSETSKIY

INITIAL MATERIAL ASSESSMENT OF POTATOES ON IMMUNITY TO POTATOES VIRUSES

SUMMARY

*The research results on assessment of newly created initial material of potatoes on immunity PVY, PVX, PVA viruses and allocation of stability sources among it and initial forms with a complex economic valuable signs are presented in the article. The experimental data demonstrate that use in hybridization of the trans-species hybrids received on the basis of types of *S. stoloniferum*, *S. chacoense* and *S. andigenum* with the subsequent assessment of a complex of virologic methods allows to create the new forms of potatoes immune to viruses. The allocated hybrids of potatoes can be used as initial forms in selection on a virus resistance.*

Key words: potatoes, initial form, immunity, Y, X, A potatoes viruses, resistance gene, hybrid, inoculation.

УДК 635.21:631.527

А. В. Чашинский

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: Genetics@belbulba.by

СОЗДАНИЕ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ, УСТОЙЧИВОГО К ФИТОФТОРОЗУ

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты работы по созданию нового исходного материала картофеля по устойчивости к фитофторозу за 2012–2016 гг. На основе видов *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. microdontum*, *S. simplicifolium*, *S. acaule*, *S. andigenum* и *S. phureja* создано шесть гибридов, обладающих комплексной устойчивостью к фитофторозу, в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.

Ключевые слова: селекция, картофель, фитофтороз, черная ножка, продуктивность, исходный материал.

ВВЕДЕНИЕ

Фитофтороз картофеля, вызываемый оомицетом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, является одной из самых опасных болезней картофеля в Республике Беларусь, эпифитотийное или умеренно эпифитотийное развитие которого наблюдается практически ежегодно. Поражение ботвы картофеля приводит к ограничению ассимиляции у растений в период образования клубней, что приводит к снижению продуктивности. Кроме того, фитофтороз наносит и прямой ущерб за счет поражения клубней до и во время уборки и последующего загнивания и развития на них сапрофитных организмов в период хранения. В годы с сильным поражением ботвы и клубней урожай может снижаться на 50–80 % [1].

В настоящее время оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary способен поражать картофель на протяжении всей вегетации, начиная с появления всходов и до естественного отмирания ботвы. Первые признаки поражения патогеном, как правило, отмечаются на сортах и гибридах практически на месяц раньше обычного, причем независимо от их группы спелости. Также отмечаются отклонения от классической схемы поражения растений, начальные симптомы заболевания все чаще появляются на верхних листьях и стеблях, затем только на средних и нижних, что сделало фитофтороз еще более вредоносным.

Значительно усугубило вредоносность фитофтороза и повысило его адаптационный потенциал к факторам внешней среды появление в республике A_2 типа совместимости. Усложнился расовый состав, расширился спектр вирулентности, повысилась агрессивность патогена, резистентность к существующим фунгицидам [2, 3]. Для борьбы с фитофторозом используются два основных способа: 1-й – создание высокоустойчивых гибридов и сортов картофеля на основе диких видов и межвидовых гибридов; 2-й – использование химических средств защиты. Применение последнего имеет ряд серьезных недостатков. Мировой рынок пестицидов оценивается в сумму, близкую к 30 млрд долл. США ежегодно и продолжает расти. В современном сельском хозяйстве используется около 600 тыс. т пестицидов, что, в свою очередь, приводит к поражению природных экосистем, уменьшает биологическую продуктивность фитоценозов, способствует уничтожению наряду с вредными организмами полезной

микрофлоры и микрофауны. Кроме того, использование одного и того же препарата вызывает появление резистентных рас патогена.

С экологической точки зрения наиболее оправданным способом борьбы с фитотрофом является создание сортов, обладающих высокой степенью устойчивости к патогену. Решить эту задачу возможно путем использования диких и культурных видов картофеля, которые являются богатейшими источниками устойчивости картофеля к болезням, вредителям и экстремальным факторам внешней среды [4–7]. В лаборатории исходного материала Центра ведется активная работа по вовлечению диких видов в селекционный процесс для создания сложных межвидовых гибридов картофеля [8–10].

Созданный на основе сложных межвидовых гибридов, диких и культурных видов исходный материал способен обеспечить селекцию картофеля новыми генетически разнообразными формами для получения высокопродуктивных, устойчивых к фитотрофу и другим болезням сортов картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в течение 2012–2016 гг. Материалом служили межвидовые гибриды, полученные в НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, Институте картофелеводства Украинской академии аграрных наук, Всероссийском институте генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР), ВНИИ картофельного хозяйства (Россия). Образцы диких видов картофеля были получены из ВИРа, Немецкого генетического банка картофеля (IPK), Немецко-Голландского центра генетических ресурсов (CGN), Американского генетического банка картофеля NRSP-6 (США).

Основными методами селекции, которые применялись в работе, были: внутривидовая и межвидовая гибридизация; отбор фитотрофустойчивых сеянцев на ранних этапах развития в условиях искусственного инфекционного фона; многократный отбор гибридов в пределах семей на жестком естественном инфекционном фоне.

Для гибридизации использовали визуально здоровые растения, свободные от вирусных болезней. Скрещивания выполняли в условиях защищенного грунта при температуре 14–20 °С и влажности воздуха 80–85 %. С целью искусственного усиления цветения удаляли клубни и столоны [11].

Оценку исходного материала картофеля на устойчивость к фитотрофу проводили согласно Методическим указаниям по оценке картофеля на фитотрофустойчивость [12]. Для искусственного заражения сеянцев первого года была использована смесь сложных рас с инфекционной нагрузкой 10–15 конидий в поле зрения микроскопа при увеличении $\times 120$. Оценка гибридов картофеля на устойчивость к фитотрофу по ботве в полевых условиях проводили согласно методическим указаниям, разработанным В. Г. Иванюком и др. [13].

Устойчивость образцов картофеля к фитотрофу клубней оценивали совместно с отделом защиты картофеля [10]. Клубни заражали инфекцией сложной высоковирулентной расой фитотрофа 1;2;3;4;5;6;6+0;7;8;9;10;11;12;хуз с нагрузкой 25–30 конидий в поле зрения светового микроскопа при 120-кратном увеличении. Клубни погружали на 5 мин в суспензию зооспорангиев и затем укладывали во влажные камеры, покрытые пластиком, инкубировали при температуре 15–18 °С в течение 21 суток. Заражение оценивали по величине некроза на поверхности клубней и глубине проникновения гриба в клубни на их продольном разрезе.

Оценку хозяйственно ценных признаков у сортообразцов картофеля проводили в соответствии с Международным классификатором СЭВ [14] и Методическими указаниями по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля [15]. Учет урожая

и его структура, определение содержания крахмала, оценка столовых качеств проводили согласно Методике исследований по культуре картофеля [16].

Сложившиеся погодные условия в годы исследований благоприятствовали развитию фитофтороза, что позволило провести оценку перспективных гибридов в полевых условиях на естественном инфекционном фоне.

Первые признаки фитофтороза на опытном участке в 2014 г. были отмечены в первой декаде июля. Этому способствовали благоприятные погодные условия для развития патогена. В целом вегетационный период 2014 г. способствовал умеренно-эпифитотийному развитию фитофтороза. В конце августа и начале сентября на поздних сортах и гибридах картофеля наблюдалось эпифитотийное развитие фитофтороза.

В 2015 г. первые признаки фитофтороза на опытном участке были отмечены в третьей декаде июля. В это время сложились благоприятные погодные условия для развития патогена. В целом вегетационный период 2015 г. способствовал депрессивному развитию фитофтороза. В конце августа и начале сентября на поздних сортах и гибридах картофеля наблюдалось умеренное развитие фитофтороза.

Вегетационный период 2016 г. характеризовался благоприятными условиями для развития фитофтороза. В конце июля и начале августа на поздних сортах и гибридах картофеля наблюдалось эпифитотийное развитие фитофтороза.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для успешной работы при создании исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу, необходимо наличие достаточно широкого генофонда картофеля по комплексу признаков. Кроме того, для эффективного их использования нужна своя адаптированная оценка.

Оценку осуществляли в поле на естественном инфекционном фоне. Всего было изучено 125 образцов, полученных на основе диких *S. bulbocastanum*, *S. acaule*, *S. demissum*, *S. vernei*, *S. vallis-mexici*, *S. simplicifolium*, *S. gourlayi* и культурных видов *S. rybinii*, *S. phureja*, *S. andigenum*.

В результате изучения коллекционных образцов выделено 55 гибридов с высокой устойчивостью к фитофторозу в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками. Наиболее ценные источники устойчивости к оомицету *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary для создания исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками, представлены в таблице 1.

Выделившиеся формы получены на основе сложных межвидовых гибридов, имеющих в своем генотипе гены видов: *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. phureja*, *S. andigenum*, *S. acaule*, *S. gourlayi*, *S. vernei*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*. Образцы обладают относительно высокой устойчивостью к фитофторозу листьев (7,0 балла) и от средней до высокой устойчивостью к фитофторозу клубней (6,2–8,6 балла), продуктивностью 830–1400 г/куст и содержанием крахмала 15,2–21,7 %.

Для гибридизации использовали формы с высокой устойчивостью к фитофторозу ботвы и клубней и с хорошими хозяйственными показателями, отобранные в коллекционном питомнике, культурный вид *S. andigenum*, а также межвидовые гибриды, полученные с использованием видов *S. bulbocastanum*, *S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. verrucosum*, *S. berthaultii*, *S. vernei*, *S. microdontum* и культурных видов *S. andigenum* и *S. phureja*.

Для выполнения гибридизации были поставлены следующие задачи:

1. Вовлечение диких видов и полученных на их основе многовидовых гибридов в селекционный процесс.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Характеристика гибридов картофеля, рекомендуемых в качестве источников устойчивости к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, 2014–2016 гг.

Селекционный номер, сорт	Дикий (культурный) вид, на основе которого получен гибрид	Устойчивость к фитофторозу, балл		Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Вкус, балл
		Листья	Клубни			
107-05-33	<i>dms, adg</i>	7,0	6,6	1010	19,0	7–9
262-05-7	<i>blb, dms, adg</i>	7,0	6,2	1100	21,7	7
56-06-4	<i>blb, dms, adg</i>	7,0	7,4	1330	16,4	7
229-07-9	<i>sto, plt, vrn, adg, ryb</i>	7,0	8,3	1390	17,0	7
81-07-20	<i>dms, adg, blb, acl, phu, ryb, grl</i>	7,0	7,7	980	21,7	7
146-07-10	<i>dms, adg, blb, acl, phu, ryb, grl</i>	7,0	8,5	1400	15,2	7
118-07-6	<i>dms, adg, blb, acl, phu, ryb, grl</i>	7,0	8,1	1140	16,4	7
303-06-24	<i>dms, blb, adg</i>	7,0	7,4	830	18,0	5–7
144-05-9	<i>dms, adg, blb, acl, phu, ryb, grl</i>	7,0	8,6	1340	14,8	5
18-06-2	<i>dms, adg</i>	5,0	7,2	1210	15,2	7
Здабытак (стандарт)		5,0	7,4	780	21,7	7–9

Примечание. *Dms* – *S. demissum*, *blb* – *S. bulbocastanum*, *phu* – *S. phureja*, *adg* – *S. andigenum*, *acl* – *S. acaule*, *grl* – *S. gourlayi*, *vrn* – *S. vernei*, *sto* – *S. stoloniferum*, *plt* – *S. polytrichon*, *ryb* – *S. rybinii*.

2. Проведение скрещиваний с целью устранения негативных свойств у сложных межвидовых гибридов (позднеспелость, длинные столоны, мелкие клубни, плохие кулинарные качества и др.).

3. Получение источников и доноров с комплексной устойчивостью к фитофторозу (листья и клубни) в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.

Всего выполнены 653 комбинации скрещиваний, получены ягоды у 140 комбинаций. В условиях защищенного грунта высеяно 109 100 семян от 275 комбинаций скрещиваний. Для отбора образцов с высокой устойчивостью к фитофторозу на ранних этапах селекционного процесса 17 766 сеянцев (51 комбинация) в фазу 3–4 настоящих листа были заражены инфекцией фитофтороза с нагрузкой 10–15 конидий в поле зрения светового микроскопа при увеличении ×120. Смесь сложных рас *Phytophthora infestans* была представлена отделом иммунитета и защиты картофеля. По результатам искусственного заражения отобрали 3967 сеянцев (22,3 %) с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу листьев. После браковки растений, пораженных фитофторозом, оставшиеся сеянцы с устойчивостью в 7–9 баллов выращивали в горшечной культуре в полевых условиях. При уборке отбирали по одному клубню от каждого растения. Всего в питомнике сеянцев первого года для дальнейшей работы отобрано 13 897 гибридов.

В питомнике первого клубневого поколения изучено 11 173 гибрида. По результатам визуальной оценки были выбракованы образцы с признаками вирусных заболеваний, пораженные альтернариозом, слаборазвитые растения. Для дальнейшего изучения отобрано 2437 гибридов.

В питомнике гибридов второго года испытывали 2490 гибридов. Образцы высаживали однорядковыми делянками по пять клубней. По результатам визуальной оценки у 588 гибридов отмечена высокая и относительно высокая устойчивость к фитофторозу (7–8 баллов). По устойчивости клубней к фитофторозу изучены 647 гибридов. В результате оценки выделено 300 образцов (46,4 %) с устойчивостью в 7–9 баллов.

По комплексу хозяйственно ценных признаков в данном питомнике для дальнейшей работы отобрано 824 гибрида.

В питомнике гибридов третьего года испытывали 744 образца. В результате визуальной оценки образцов по устойчивости к фитофторозу листьев на естественном инфекционном фоне у 288 (38,7 %) отмечена устойчивость в 7–8 баллов на последнюю декаду августа. В лабораторных условиях проведено изучение гибридов по устойчивости клубней к фитофторозу. Всего изучено 268 образцов. Устойчивость на уровне 7–9 баллов отмечена у 152 гибридов. Распределение гибридов питомника третьего года испытания по признаку устойчивости клубней к фитофторозу показано на рисунке 1.

Для дальнейшего изучения оставлено 307 гибридов.

В питомнике предварительного испытания первого и второго года изучали 372 гибрида. По результатам визуальной оценки на устойчивость к фитофторозу листьев на естественном инфекционном фоне выделено 156 гибридов с устойчивостью к фитофторозу 7–8 баллов. По устойчивости к фитофторозу клубней в лабораторных условиях изучено 198 образцов. Из них 110 обладали устойчивостью к патогену на уровне 7–9 баллов. Распределение гибридов питомников предварительного испытания по признаку устойчивости клубней к фитофторозу показано на рисунке 2.

Наряду с устойчивостью к фитофторозу гибриды изучались по продуктивности, содержанию крахмала, устойчивости к черной ножке клубней и пригодности к промышленной переработке после пяти месяцев хранения. По результатам испытаний выделено 49 образцов с продуктивностью выше 1000 г/куст; с содержанием крахмала выше 18 % – 32 гибрида; с устойчивостью к возбудителям черной ножки клубней – 26; по пригодности к промышленной переработке после пяти месяцев хранения отобрано 26 образцов.

В результате проведенной работы по созданию фитофтороустойчивого исходного материала картофеля в период 2012–2016 гг. выделено шесть перспективных гибридов с высокой устойчивостью к фитофторозу и по другим хозяйственно ценным признакам, рекомендованных в качестве исходных форм по устойчивости к фитофторозу (табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При изучении образцов коллекционного питомника в зависимости от года исследований выделено 55 межвидовых гибридов картофеля, 10 из них (107-05-33, 262-05-7, 56-06-4, 229-07-9, 81-07-20, 146-07-10, 118-07-6, 303-06-24, 144-05-9 и 18-06-2) являются наиболее ценными источниками устойчивости к *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.

2. В результате искусственного заражения сеянцев на раннем этапе онтогенеза из 17 766 сеянцев отобрано 3 967 образцов (22,3 %) с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу.

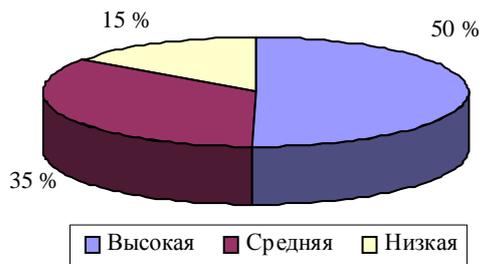


Рисунок 1 – Распределение гибридов картофеля питомника третьего года по устойчивости клубней к фитофторозу, % (2014–2016 гг.)

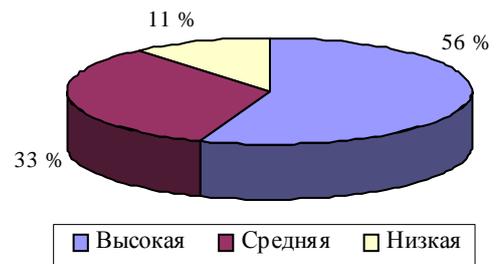


Рисунок 2 – Распределение гибридов картофеля питомников предварительного испытания по устойчивости клубней к фитофторозу, % (2014–2016 гг.)

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Характеристика гибридов картофеля, рекомендованных в качестве исходных форм по устойчивости к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, 2014–2016 гг.

Селекционный номер, сорт	Дикий (культурный) вид, на основе которого получен гибрид	Группа спелости	Устойчивость к фитофторозу, балл		Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Вкус, балл
			Листья	Клубни			
209-08-7	<i>blb, dms, acl, phu</i>	Поздний	7,0	8,4	1260	24,1	7–9
136-08-1	<i>blb, dms, adg</i>	Поздний	7,0	7,5	840	18,7	5–7
69-09-20	<i>sto, plt, vrn</i>	Средне-поздний	7,0	9,0	1250	19,3	7–9
71-09-26	<i>plt, sto, vrn</i>	Поздний	7,0	8,5	910	17,6	5–7
53-10-21	<i>blb, dms, acl, phu</i>	Поздний	7,0	8,0	1240	20,1	5–7
71-10-10	<i>blb, dms, adg</i>	Поздний	7,0	8,7	920	21,9	7–9
Рагнеда (стандарт)		Средне-поздний	3,0	4,6	445	14,2	7–9
Здабытак (стандарт)		Поздний	5,0	8,2	470	19,7	7–9

Примечание. *Dms* – *S. demissum*, *blb* – *S. bulbocastanum*, *phu* – *S. phureja*, *adg* – *S. andigenum*, *acl* – *S. acaule*, *sto* – *S. stoloniferum*, *plt* – *S. polytrichon*, *vrn* – *S. vernei*.

3. В питомнике первого клубневого поколения изучено 11 173 гибрида. По комплексу признаков для дальнейшего изучения отобрано 2437 гибридов.

4. В питомнике гибридов второго года испытывали 2490 образцов. По комплексу хозяйственно ценных признаков в данном питомнике для дальнейшей работы отобрано 824 гибрида.

5. В питомнике гибридов третьего года испытывали 744 гибрида. Из них для дальнейшей работы оставлено 307 гибридов с комплексом хозяйственно ценных признаков.

6. В качестве исходных форм для селекции на фитофтороустойчивость рекомендуются гибриды 209-08-7, 136-08-1, 69-09-20, 71-09-26, 53-10-21 и 71-10-10, обладающие относительно высокой устойчивостью листьев к фитофторозу, относительно высокой, высокой и очень высокой устойчивостью клубней к патогену, в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками. Данные гибриды получены на основе сложных межвидовых гибридов, имеющих в своем генотипе гены видов *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. vernei* и культурных видов *S. andigenum* и *S. phureja*.

Список литературы

1. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск, 2005. – 695 с.
2. Иванюк, В. Г. Новое в биологии возбудителя фитофтороза картофеля / В. Г. Иванюк, О. В. Авдей // НТИ и рынок. – 1997. – № 6. – С. 13–14.
3. Иванюк, В. Г. Особенности появления фитофтороза на картофеле в условиях Беларуси / В. Г. Иванюк // Защита растений – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / ГГАУ. – Гродно, 2002. – С. 37–39.
4. Подгаецкий, А. А. Использование генофонда картофеля в селекции на фитофтороустойчивость: метод. рекомендации / А. А. Подгаецкий. – Киев, 1991. – 48 с.
5. Подгаецкий, А. А. Генетические ресурсы картофеля / А. А. Подгаецкий // Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / НАН Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 108–190.

6. Будин, К. З. Значение диплоидных видов картофеля и пути использования их в селекции / К. З. Будин, Н. Ф. Бывако, Л. М. Турулева // Науч. техн. бюллетень ВИР. – Л., 1984. – Вып. 145. – С. 175–182.
7. Колобаев, В. А. Создание гибридных образцов картофеля с высокой горизонтальной устойчивостью к фитофторозу на основе использования в скрещиваниях различных видов рода *Solanum* / В. А. Колобаев // Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / НАН Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 207–215.
8. Вовлечение в практическую селекцию межвидового гибридного материала картофеля, созданного на основе редко используемых диких видов картофеля / В. А. Козлов [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2013. – Т. 21. – С. 93–103.
9. Чашинский, А. В. Результаты работы по созданию нового исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу / А. В. Чашинский // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 164–174.
10. Выделение источников устойчивости к фитофторозу и черной ножке среди межвидовых диплоидных гибридов картофеля / А. В. Чашинский [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 175–183.
11. Родионова, З. П. Гибридизация картофеля на срезанных стеблях / З. П. Родионова // С.-х. информация. – Киев, 1971. – № 2. – С. 35–36.
12. Патрикеева, М. В. Методические указания по фитопатологическим работам при селекции картофеля на устойчивость к фитофторозу / М. В. Патрикеева. – Л.: ВИЗР, 1990. – 42 с.
13. Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням: метод. рекомендации / БелНИИ картофелеводства и плодоовощеводства; сост.: В. Г. Иванюк [и др.]; под ред. Н. А. Дорожкина. – Минск, 1987. – 95 с.
14. Международный классификатор СЭВ. – Л., 1984. – С. 43.
15. Методические указания по оценке и поддержанию мировой коллекции картофеля / Всесоюз. ин-т растениеводства; сост.: С. М. Букасов [и др.]. – Л., 1976. – 30 с.
16. Методика исследований по культуре картофеля / Отделение растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, НИИ картофельного хозяйства; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М., 1967. – 225 с.

Поступила в редакцию 23.08.2018 г.

A. V. CHASHINSKIY

NEW INITIAL POTATOES GENOTYPES RESISTANT TO LATE BLIGHT

SUMMARY

*The results of potatoes breeding for resistance to late blight over the period 2012–2016 are given in the article. Six hybrids with complex late blight resistance and improved agronomic traits were created based on species *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. microdontum*, *S. simplicifolium*, *S. acaule*, *S. andigenum* *S. phureja*.*

Key words: breeding, potatoes, late blight, black stem, productivity, initial material.

УДК 635.21:631.527

**А. В. Чашинский, В. А. Козлов, Н. В. Русецкий, Н. В. Немченок,
И. В. Леванцевич, Л. А. Манцевич**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: Geneties@belbulba.by

ВЫДЕЛЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА С КОМПЛЕКСНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К БОЛЕЗНЯМ В СОЧЕТАНИИ С ДРУГИМИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ СРЕДИ СЛОЖНЫХ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

*В статье представлены результаты исследований по изучению хозяйственно ценных признаков у сложных межвидовых гибридов картофеля, полученных на основе видов *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. phureja*, *S. andigenum*, *S. stoloniferum*, *S. vernei*, *S. etuberosum*, *S. brevidens*, *S. polytrichon*, *S. polyadenium*, *S. berthaultii*, *S. chacoense*, *S. spgazzinii*, *S. acaule*, *S. brevicaule*, *S. tariense*, *S. jamesii*, *S. megistocrolobum*, *S. simplicifolium*, *S. pinnatisectum*, *S. microdontum*, *S. rybinii* и *S. gourlayi*. Получен перспективный исходный материал с комплексной устойчивостью к болезням в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.*

Ключевые слова: селекция, картофель, дикие виды, межвидовые гибриды, устойчивость, фитофтороз, черная ножка, вирусные болезни, раневая водянистая гниль, продуктивность, содержание крахмала, пригодность к промышленной переработке.

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство предъявляет к новым сортам картофеля повышенные требования. Изменение климата, бессистемный завоз и возделывание в 90-х годах несертифицированного семенного картофеля в общественном и частном секторе, применение системных препаратов в защите посадок картофеля от болезней и вредителей способствовало повышению пластичности патогенов, усилению их вирулентности и агрессивности. Изменилась биология, штаммовый и расовый состав болезней картофеля [1–3]. Появились новые и получили широкое распространение считавшиеся ранее малораспространенными болезни: фомоз, фузариоз, антракноз, ооспороз, белая гниль, моп-топ вирус картофеля (PMTV), ратгл-вирус (TRV), вирус мозаики люцерны (AMV) и др. [1, 4–6].

В сложившихся фитопатогенных условиях необходимо создавать и внедрять в производство сорта, высокая урожайность которых должна сочетаться с устойчивостью к комплексу болезней и вредителей, а также неблагоприятным условиям среды [7]. Только благодаря вовлечению в гибридизацию диких сородичей *Solanum* удалось вывести сорта картофеля, иммунные к раку, золотистой картофельной нематоды, вирусам X и Y, с высокой устойчивостью к фитофторозу, альтернариозу, высокими качественными показателями клубней [8–12]. Однако потенциал дикорастущих видов картофеля использован далеко не полностью. Из более чем 230 видов картофеля в современных сортах присутствуют гены порядка 50 видов. Поэтому необходимо проводить работу

по обогащению генофонда картофеля новым генетическим материалом, способным повысить продуктивность, качество, устойчивость к болезням и вредителям. Созданный на основе сложных межвидовых гибридов новый исходный материал картофеля послужит источником генетического разнообразия для селекции данной культуры различного народно-хозяйственного назначения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в течение 2016–2017 гг. на опытном поле селекционного севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (далее – Центр) в аг. Самохваловичи.

Материалом явились сложные межвидовые гибриды картофеля. Оценка, браковка и выделение гибридов, устойчивых к вирусам, проводилась по методике А. Л. Амбросова и др. [13]. Полевую устойчивость к вирусным болезням определяли согласно методическим указаниям, разработанным Н. П. Склярской и Р. В. Черепановой [14].

Оценку гибридов картофеля на устойчивость к фитофторозу по ботве в полевых условиях и лабораторную оценку образцов на устойчивость к фитофторозу клубней проводили согласно методическим указаниям, разработанным В. Г. Иванюком и др. [15], на устойчивость к черной ножке – методом букетов по методике Ю. В. Шнейдера [16], к черной ножке по клубням определяли в соответствии с методическими рекомендациями Н. А. Дорожкина и др. [17].

Оценку хозяйственно ценных признаков у сортообразцов картофеля проводили по Международному классификатору СЭВ [18] и Методическим указаниям по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля [19]. Учет урожая и его структуры, определение содержания крахмала, столовых качеств выполняли согласно Методике исследований по культуре картофеля [20].

Пригодность гибридов для промышленной переработки определяли по качеству готового продукта после пяти месяцев хранения в условиях хранилища без рекондиционирования [21]. Статистическая обработка результатов исследований выполнялась с использованием общепринятых в биологии статистических методов [22].

Агрохимическая характеристика почвы участка варьировала в следующих пределах: рН – 5,7–6,1, P_2O_5 – 34,6–37,1, K_2O – 19,4–28,7 мг/100 г почвы, содержание гумуса 1,7–1,8%. Предшественник – озимый рапс.

Оценка гибридов картофеля по устойчивости к фитофторозу, возбудителям черной ножки, раневой водянистой гнили проводили совместно с отделом иммунитета и защиты картофеля Центра. Наличие скрытой вирусной инфекции методом ИФА проводили в лаборатории иммунодиагностики картофеля Центра.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В лаборатории генетики картофеля Центра 3-, 4-, 5-, 6-видовые гибриды картофеля оценены по основным селекционным показателям и выделены исходные формы с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Сложные межвидовые гибриды картофеля в полевых условиях на естественном инфекционном фоне изучены по устойчивости к фитофторозу листьев. В результате оценки выделено 33 образца с высокой и относительно высокой устойчивостью к заболеванию. В период хранения гибриды картофеля оценены по устойчивости к фитофторозу клубней. По результатам оценки выделен гибрид 229-07-1 с очень высокой устойчивостью (9 баллов) к патогену. Высокой устойчивостью характеризовались 11 образцов и 24 формы имели относительно высокую устойчивость клубней к патогену.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Комплексной устойчивостью к фитофторозу как по листьям, так и по клубням характеризовалось 16 сложных межвидовых гибридов (табл. 1).

Гибрид R166мyа13-2, полученный на основе видов *S. andigenum*, *S. chacoense*, *S. stoloniferum* и *S. megistocrolobum*, характеризовался высокой устойчивостью к фитофторозу как по листьям, так и по клубням.

Оценку устойчивости к черной ножке стеблей проводили в фазу бутонизации – цветения. В результате изучения сложных межвидовых гибридов по устойчивости к возбудителям черной ножки выделено 9 гибридов с высокой и относительно высокой устойчивостью стеблей (7,0–8,1 балла). Устойчивость клубней к возбудителям черной ножки на уровне 7,0–8,0 баллов отмечена у 70 образцов. Комплексная устойчивость ботвы и клубней отмечена у образцов K213.49а-5, Ch155-13-29, Ch155-13-26, Ш31-34, K213.49а-11, Ch155-13-1, Ch155-13-4 и Ш31-45 (табл. 2).

Комплексной устойчивостью к фитофторозу и возбудителям черной ножки обладали гибриды K213.49а-11, Ch155-13-29 и Ch155-13-4.

В послеуборочный период проведена оценка продуктивности и содержания крахмала у сложных межвидовых гибридов картофеля. По результатам оценки выделено 85 образцов с продуктивностью свыше 1000 г/куст. Из них максимальная продуктивность в среднем за два года (2010 г/куст) отмечена у сложного межвидового гибрида K213.3-2, полученного на основе видов *S. andigenum*, *S. rybinii* и *S. vernei*, несколько

Таблица 1 – Характеристика сложных межвидовых гибридов картофеля по устойчивости к фитофторозу, 2016–2017 гг.

Селекционный номер, сорт	Дикие виды, на основе которых получены гибриды	Устойчивость к фитофторозу, балл	
		Листья	Клубни
R166мyа13-2	<i>adg, chc, sto, mga</i>	8	8,1
Ch 229-07-1	<i>sto, adg, plt, vrn, ryb</i>	7	9,0
K213.49а-11	<i>ryb, adg</i>	7	8,4
Ch155-13-29	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	7	8,2
Ш44-26	<i>grl, sim, pnt</i>	7	8,2
Ch5-13-1	<i>sto, plt, vrn</i>	7	7,9
K213.28а-1	<i>sto, chc, adg, ber, ryb</i>	7	7,8
Ch20-13-13	<i>sto, plt, and</i>	7	7,5
K213.1-12	<i>sto, chc, adg</i>	7	7,4
Ch43-13-6	<i>sto, plt, and</i>	7	7,2
Ш44-3	<i>grl, sim, pnt</i>	7	7,2
Ш44-17	<i>grl, sim, pnt</i>	7	7,2
R170уа13-2	<i>adg, chc, sto</i>	7	7,2
K213.31а-3	<i>sto, chc, vrn, ryb</i>	7	7,1
Ch155-13-4	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	7	7,1
K213.28а-10	<i>sto, chc, adg, ber, ryb</i>	7	7,0
Лиля (стандарт)		1	4,6
Манифест (стандарт)		1	5,8
Янка (стандарт)		1	4,7
Скарб (стандарт)		1	3,3
Криница (стандарт)		1	5,4
Вектар (стандарт)		3	5,5
Здабытак (стандарт)		5	7,0

Примечание. *Sto* – *S. stoloniferum*, *adg* – *S. andigenum*, *chc* – *S. chacoense*, *ber* – *S. berthaultii*, *ryb* – *S. rybinii*, *vrn* – *S. vernei*, *phu* – *S. phureja*, *blb* – *S. bulbocastanum*, *plt* – *S. polytrichon*, *sim* – *S. simplicifolium*, *grl* – *S. gourlayi*, *pnt* – *S. pinnatisectum*, *mga* – *S. megistocrolobum*.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Характеристика сложных межвидовых гибридов картофеля по устойчивости к возбудителям черной ножки, 2016–2017 гг.

Селекционный номер, сорт	Дикие и культурные виды, на основе которых получены гибриды	Устойчивость к черной ножке, балл	
		Стебли	Клубни
K213.49a-5	<i>ryb, adg</i>	8,1	7,1
Ch155-13-29	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	8,0	7,3
Ch155-13-26	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	7,7	7,2
Ш31-34	<i>tar, jam, sto, vrn, adg</i>	7,7	7,2
K213.49a-11	<i>ryb, adg</i>	7,1	7,5
Ch155-13-12	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	7,0	7,8
Ch155-13-4	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	7,0	7,3
Ш31-45	<i>tar, jam, sto, vrn, adg</i>	7,0	7,5
Лиляя (стандарт)		4,6	7,2
Манифест (стандарт)		5,0	6,9
Янка (стандарт)		4,2	7,7
Скарб (стандарт)		4,7	6,3
Криница (стандарт)		5,4	6,3
Вектар (стандарт)		5,0	6,9
Здабытак (стандарт)		5,4	5,8

Примечание. *Sto* – *S. stoloniferum*, *adg* – *S. andigenum*, *ber* – *S. berthaultii*, *ryb* – *S. rybinii*, *vrn* – *S. vernei*, *phu* – *S. phureja*, *blb* – *S. bulbocastanum*, *tar* – *S. tariense*, *jam* – *S. jamesii*.

меньшим урожаем (1750–1960 г/куст) характеризовались образцы R166mya13-2, R47ya13-8, Ш31-38, Ch40-13-1 и Ch155-13-22. Продуктивность в 1530–1680 г/куст отмечена у 12 многовидовых гибридов. Остальные выделившиеся формы обладали продуктивностью от 1000 до 1470 г/куст.

В результате изучения сложных межвидовых гибридов по признаку содержания крахмала в клубнях выделено девять образцов, у которых содержание крахмала было на уровне и выше стандартного сорта Здабытак. Максимальное содержание крахмала (21,3 %) отмечено у гибрида Ш38-19, полученного на основе видов *S. stoloniferum*, *S. polytrichon* и *S. vernei*. Содержанием крахмала на уровне 19,1–19,2 % обладали гибриды K213.31a-3, R170ya13-8 и Ш44-17, полученные на основе видов *S. stoloniferum*, *S. gourlai*, *S. pinnatisectum*, *S. simplicifolium*, *S. chacoense*, *S. andigenum*, *S. vernei* и *S. rybinii*. Гибриды Ch5-13-1, R166mya13-2, K213.28a-10, Ch155-13-4 и Ch229-07-1 характеризовались содержанием крахмала на уровне 18,0–18,3 %. Несколько ниже показатели признака крахмалистости (17,0–17,8%) отмечены у гибридов Ch155-13-13, Ch155-13-18, Ch44-13-4, R100y13-1, R168ya13-9, R47ya13-2, Ch155-13-7, Ш31-29 и R170ya13-2.

Характеристика гибридов, выделившихся по продуктивности и содержанию крахмала, представлена в таблице 3.

Сложные межвидовые гибриды картофеля после пяти месяцев хранения были изучены по пригодности к промышленной переработке. В результате проведенных исследований выделено семь образцов, обладающих высоким и относительно высоким баллом пригодности к промышленной переработке (табл. 4). Наибольшую пригодность (8 баллов) показал гибрид R47ya13-2, полученный на основе видов *S. stoloniferum*, *S. andigenum* и *S. chacoense*, – обладал высоким баллом пригодности к промышленной переработке. Остальные гибриды имели относительно высокий балл пригодности.

В связи с возросшей в последнее время вредоносностью на картофеле раневой водянистой гнили проведена их оценка на устойчивость к данному заболеванию.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Характеристика сложных межвидовых гибридов картофеля по продуктивности и содержанию крахмала, 2016–2017 гг.

Селекционный номер, сорт	Дикие и культурные виды, на основе которых получены гибриды	Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %
R166муа13-2	<i>adg, chc, sto, mga</i>	1960	18,3
R170уа13-8	<i>adg, chc, sto</i>	1680	19,1
K213.31а-3	<i>sto, chc, vrn, ryb</i>	1578	19,1
Ch155-13-4	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	1550	18,0
R47уа13-2	<i>chc, sto, adg</i>	1545	17,6
Ch155-13-18	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	1530	17,8
K213.28а-10	<i>sto, chc, adg, ber, ryb</i>	1358	18,2
Ш38-19	<i>sto, plt, vrn</i>	1255	21,3
Ch155-13-7	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	1 248	17,3
R170уа13-2	<i>adg, chc, sto</i>	1213	17,0
Ch44-13-4	<i>sto, plt, vrn</i>	1175	17,8
Ш44-17	<i>grl, sim, pnt</i>	1137	19,2
Ch 229-07-1	<i>sto, adg, plt, vrn, ryb</i>	1065	18,0
Ch5-13-1	<i>sto, plt, vrn</i>	1056	18,3
R168уа13-9	<i>dms, adg, blb, acl, phu, sto, chc</i>	1045	17,6
R100у13-1	<i>dms, adg, blb, acl, phu, sto</i>	1000	17,8
Лиля (стандарт)		1080	9,6
Манифест (стандарт)		920	13,0
Янка (стандарт)		1000	11,9
Скарб (стандарт)		670	10,0
Криница (стандарт)		845	13,8
Вектар (стандарт)		710	14,5
Здабытак (стандарт)		860	18,1

Примечание. *Sto* – *S. stoloniferum*, *adg* – *S. andigenum*, *chc* – *S. chacoense*, *ber* – *S. berthaultii*, *ryb* – *S. rybinii*, *vrn* – *S. vernei*, *phu* – *S. phureja*, *blb* – *S. bulbocastanum*, *plt* – *S. polytrichon*, *sim* – *S. simplicifolium*, *grl* – *S. gourlayi*, *pnt* – *S. pinnatisectum*, *mga* – *S. megistocrolobum*.

Таблица 4 – Характеристика сложных межвидовых гибридов картофеля по пригодности к промышленной переработке после пяти месяцев хранения, 2016–2017 гг.

Селекционный номер, сорт	Дикие и культурные виды, на основе которых получены гибриды	Пригодность к промышленной переработке после пяти месяцев хранения, балл
R47уа13-2	<i>chc, sto, adg</i>	8,0
Ш44-55	<i>grl, sim, pnt</i>	7,5
K213.25-5	<i>vrn, ryb, adg</i>	7,0
Ch44-13-10	<i>sto, plt, vrn</i>	7,0
R47уа13-10	<i>chc, sto, adg</i>	7,0
R47уа13-9	<i>chc, sto, adg</i>	7,0
Ш44-48	<i>grl, sim, pnt</i>	7,0
Лиля (стандарт)		4,0
Манифест (стандарт)		2,5
Янка (стандарт)		6,5
Скарб (стандарт)		3,0
Криница (стандарт)		5,5
Вектар (стандарт)		4,5
Здабытак (стандарт)		5,5

Примечание. *Sto* – *S. stoloniferum*, *adg* – *S. andigenum*, *chc* – *S. chacoense*, *ryb* – *S. rybinii*, *vrn* – *S. vernei*, *plt* – *S. polytrichon*, *sim* – *S. simplicifolium*, *grl* – *S. gourlayi*, *pnt* – *S. pinnatisectum*.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

В результате проведенной оценки выделено 22 образца с высокой и относительно высокой устойчивостью к патогену (табл. 5).

Самый высокий балл устойчивости (8,2) был отмечен у гибрида K213.3-8, который получен на основе видов *S. rybinii*, *S. vernei* и *S. andigenum*. Относительно высокая устойчивость (7 баллов) к раневой водянистой гнили была отмечена у 21 сложного межвидового гибрида. Среднюю устойчивость к патогену имели 69 изученных образцов (63,9 %). Низкая устойчивость была характерна для 17 форм (15,7 %).

На естественном инфекционном фоне визуальное проведение оценки сложных межвидовых гибридов по устойчивости к X-, Y-, M-, S-, L-, A-вирусам. У 14 образцов не выявлено внешних симптомов поражения вирусными болезнями.

В период вегетации в фазу бутонизации – цветения среди сложных межвидовых гибридов картофеля были отобраны листовые пробы для последующего определения наличия скрытой вирусной инфекции. В результате оценки образцов методом ИФА на наличие скрытой вирусной инфекции (X-, Y-, M-, S-, L-, A-вирусов) из изученных гибридов не содержали патогенов гибриды 166муа13-2 и Ш38-12. Еще 12 гибридов содержали вирусную инфекцию в незначительном количестве. Наиболее перспективные межвидовые гибриды по устойчивости к вирусным болезням представлены в таблице 6.

В результате проведенных исследований выделены сложные межвидовые гибриды картофеля с комплексной устойчивостью к наиболее вредоносным патогенам на картофеле в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.

Таблица 5 – Характеристика сложных межвидовых гибридов картофеля по устойчивости к раневой водянистой гнили, 2017 г.

Селекционный номер	Дикие и культурные виды, на основе которых получены гибриды	Устойчивость к раневой водянистой гнили, балл
K213.3-8	<i>vrn, ryb, adg</i>	8,2
K213.28a-10	<i>sto, chc, adg, ber, ryb</i>	7,0
Ch155-13-22	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	7,0
Ch155-13-3	<i>blb, ber, phu, vrn</i>	7,0
Ch44-13-4	<i>sto, plt, vrn</i>	7,0
Ch44-13-3	<i>sto, plt, vrn</i>	7,0
Ch 316-06-1	<i>dms, vrn, ber</i>	7,0
Ch20-13-8	<i>sto, plt, and</i>	7,0
Ch20-13-1	<i>sto, plt, and</i>	7,0
Ch43-13-1	<i>sto, plt, and</i>	7,0
Ш31 -31	<i>tar, jam, sto, vrn, adg</i>	7,0
Ш38-19	<i>sto, plt, vrn</i>	7,0
Ш31-46	<i>tar, jam, sto, vrn, adg</i>	7,0
Ш31-45	<i>tar, jam, sto, vrn, adg</i>	7,0
Ш31-19	<i>tar, jam, sto, vrn, adg</i>	7,0
Ш31-43	<i>tar, jam, sto, vrn, adg</i>	7,0
Ш44-47	<i>grl, sim, pnt</i>	7,0
Ш44-48	<i>grl, sim, pnt</i>	7,0
Ш44-14	<i>grl, sim, pnt</i>	7,0
R 83ya13-2	<i>sto, adg, spg, acl</i>	7,0
R 190dy13-10	<i>ber, brc, chc, ryb</i>	7,0
R 190dy13-25	<i>ber, brc, chc, ryb</i>	7,0

Примечание. *Blb* – *S. bulbocastanum*, *phu* – *S. phureja*, *adg* – *S. andigenum*, *sto* – *S. stoloniferum*, *vrn* – *S. vernei*, *plt* – *S. polytrichon*, *ber* – *S. berthaultii*, *chc* – *S. chacoense*, *spg* – *S. spagazzinii*, *acl* – *S. acaule*, *tar* – *S. tariense*, *jam* – *S. jamesii*, *ryb* – *S. rybinii*, *sim* – *S. simplicifolium*, *grl* – *S. gourlayi*.

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 6 – Характеристика сложных межвидовых гибридов картофеля по устойчивости к вирусным болезням, 2016–2017 г.

Селекционный номер	Дикие и культурные виды, на основе которых получены гибриды	Устойчивость к вирусным болезням, балл					
		X	Y	S	M	L	A
K213.49a-10	<i>ryb, adg</i>	9	9	7	9	9	9
K213.49a-5	<i>ryb, adg</i>	9	9	5	9	9	9
Ch44-13-4	<i>sto, plt, vrn</i>	9	9	7	5	9	9
Ch43-13-3	<i>sto, plt, and</i>	9	9	5	9	9	9
Ch43-13-6	<i>sto, plt, and</i>	9	9	5	7	9	9
Ш38-12	<i>sto, plt, vrn</i>	9	9	9	9	9	9
Ш44-13	<i>grl, sim, pnt</i>	9	9	5	9	9	9
Ш44-53	<i>grl, sim, pnt</i>	9	7	7	5	9	9
R46ya13-15	<i>sto, adg, spg, acl</i>	9	9	9	5	9	9
R46ya13-4	<i>sto, adg, spg, acl</i>	9	9	9	5	9	9
R47ya13-8	<i>chc, sto, adg</i>	9	9	9	9	9	9
R47ya13-9	<i>chc, sto, adg</i>	9	9	7	7	9	9
R166mya13-2	<i>adg, chc, sto, mgst</i>	9	9	9	9	9	9
R165ya13-7	<i>adg, chc, sto</i>	9	9	7	7	9	9

Комплексная устойчивость к фитофторозу (ботва, клубни) и возбудителям черной ножки (стебли, клубни) отмечена у образцов K213.49a-11, Ch155-13-4 и Ch155-13-29. Комплексная устойчивость к фитофторозу (ботва, клубни) в сочетании с продуктивностью свыше 1000 г/куст была характерна для гибридов Ch229-07-1, Ch155-13-29, Ш44-26, Ch5-13-1, K213.28a-1, Ch20-13-13, K213.1-12, Ch43-13-6, Ш44-17, R170ya13-2, K213.31a-3, Ch155-13-4 и K213.28a-10. Наряду с этим образцы Ch229-07-1, Ch155-13-29, Ш44-26, Ch5-13-1, K213.28a-1, Ch20-13-13, K213.1-12, Ш44-17, K213.31a-3, Ch155-13-4 и K213.28a-10 обладали повышенным содержанием крахмала (18,0–19,2 %). Кроме того, форма K213.28a-10 характеризовалась и относительно высокой устойчивостью к раневой водянистой гнили. Высокая устойчивость к фитофторозу, максимальная продуктивность 1960 г/куст и повышенное содержание крахмала (18,6 %) в сочетании с вирусостойкостью отмечена у гибрида R166mya13-2.

В результате проведенных исследований выделены сложные межвидовые гибриды картофеля Ch155-13-29, Ch155-13-26, Ch155-13-12, K213.49a-11, Ch155-13-4, Ш31-34 и Ш31-45 с относительно высокой устойчивостью к возбудителям черной ножки в сочетании с высокой продуктивностью. Наряду с этим форма Ch155-13-4 обладала повышенным содержанием крахмала, а гибрид Ш31-45 – относительно высокой устойчивостью к раневой водянистой гнили.

Высокой и относительно высокой устойчивостью к раневой водянистой гнили в сочетании с продуктивностью свыше 1000 г/куст характеризовались гибриды K213.3-8, K213.28a-10, Ch155-13-22, Ch155-13-3, Ch44-13-4, Ch44-13-3, Ch316-06-1, Ch20-13-8, Ch20-13-1, Ch43-13-1, Ш31-31, Ш38-19, Ш31-46, Ш31-45, Ш31-19, Ш31-43, Ш44-47, Ш44-48, Ш44-14, R 83ya13-2, R 190dy13-10 и R 190dy13-25. Наряду с этим образец Ш38-19 обладал высоким (21,3 %), K213.28a-10 – повышенным (18,26%), а гибрид Ch44-13-4 (17,8 %) – средним содержанием крахмала. Кроме того, формы Ch44-13-4 (очень высокая устойчивость к вирусам X, Y, L, A, относительно высокая к вирусу S и средняя устойчивость к вирусу M) и Ш38-19 (очень высокая устойчивость к вирусам X, S, L, A, относительно высокая к вирусу M и средняя устойчивость к вирусу Y) отличались устойчивостью к вирусным болезням.

По устойчивости к комплексу вирусных болезней в сочетании с продуктивностью свыше 1000 г/куст выделены формы: Ch44-13-4, Ch43-13-6, Ш38-12, Ш44-53, R47ya13-8, R47ya13-9, и R166mya13-2 и R165ya13-7. Высоким и относительно высоким баллом пригодности к промышленной переработке после пяти месяцев хранения в сочетании с высокой продуктивностью характеризовались гибриды R47ya13-2, R47ya13-9, Ш44-55, K213.25-5, Ch44-13-10 и R47ya13-10. Кроме того, образец R47ya13-2 обладал средним содержанием крахмала (17,6 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения сложных межвидовых гибридов картофеля, полученных на основе видов *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. phureja*, *S. andigenum*, *S. stoloniferum*, *S. vernei*, *S. etuberosum*, *S. brevidens*, *S. polytrichon*, *S. polyadenium*, *S. berthaultii*, *S. chacoense*, *S. spgazinii*, *S. acaule*, *S. brevicaule*, *S. tariense*, *S. jamesii*, *S. megistocrolobum*, *S. simplicifolium*, *S. pinnatisectum*, *S. microdontum*, *S. rybinii* и *S. gourlayi*, выделен перспективный исходный материал с комплексной устойчивостью к болезням в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.

По данным оценки межвидовых гибридов по устойчивости к фитофторозу листьев в полевых условиях выделено 33 гибрида с высокой и относительно высокой устойчивостью к *Phytophthora infestans*. По результатам лабораторной оценки клубней к фитофторозу отобрано 36 гибридов с устойчивостью в 7–9 баллов. Комплексной устойчивостью к фитофторозу как по листьям, так и по клубням характеризовались 16 сложных межвидовых гибридов: R166mya13-2, Ch229-07-1, K213.49a-11, Ch155-13-29, Ш44-26, Ch5-13-1, K213.28a-1, Ch20-13-13, K213.1-12, Ch43-13-6, Ш44-3, Ш44-17, R170ya13-2, K213.31a-3, Ch155-13-4 и K213.28a-10.

Исходя из оценки межвидовых гибридов на устойчивость к возбудителям черной ножки стеблей выделено 9 образцов, устойчивых к патогену. В лабораторных условиях выделено 70 гибридов, устойчивых к возбудителям черной ножки клубней. Комплексной устойчивостью к патогену характеризовались 8 гибридов (K213.49a-5, Ch155-13-29, Ch155-13-26, Ш31-34, K213.49a-11, Ch155-13-1, Ch155-13-4 и Ш31-45).

По продуктивности (свыше 1000 г/куст) выделено 85 сложных межвидовых гибридов картофеля. Содержание крахмала на уровне стандартного сорта Здабытак и выше отмечено у 9 образцов.

После пяти месяцев хранения проведена оценка сложных межвидовых гибридов по пригодности к промышленной переработке. Выделено 7 образцов, обладающих высоким и относительно высоким баллом пригодности к промышленной переработке.

В результате оценки образцов методом ИФА на наличие скрытой вирусной инфекции (X-, Y-, M-, S-, L-, A-вирусов) из изученных гибридов не содержали вирусной инфекции гибриды 166mya13-2 и Ш38-12. Для 12 гибридов было характерно содержание вирусной инфекции в незначительном количестве. В лабораторных условиях по итогам изучения 108 образцов на устойчивость к раневой водянистой гнили выделено 22 образца с высокой и относительно высокой устойчивостью к патогену.

По данным проведенных исследований, выделены сложные межвидовые гибриды картофеля с устойчивостью к комплексу патогенов в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками:

K213.49a-11, Ch155-13-4 и Ch155-13-29 – комплексная устойчивость к фитофторозу (ботва, клубни) и возбудителям черной ножки (стебли, клубни);

R166mya13-2 – высокая устойчивость к фитофторозу, продуктивность 1960 г/куст в сочетании с вирусоустойчивостью;

Ch229-07-1, Ch155-13-29, Ш44-26, Ch5-13-1, K213.28a-1, Ch20-13-13, K213.1-12, Ch43-13-6, Ш44-17, R170ya13-2, K213.31a-3, Ch155-13-4 и K213.28a-10 – продуктивность свыше 1000 г/куст и высокая устойчивость к фитофторозу;

Ch229-07-1, Ch155-13-29, Ш44-26, Ch5-13-1, K213.28a-1, Ch20-13-13, K213.1-12, Ш44-17, K213.31a-3, Ch155-13-4 и K213.28a-10 – повышенное содержание крахмала в сочетании с относительно высокой устойчивостью к фитофторозу, продуктивность свыше 1000 г/куст;

K213.28a-10 – относительно высокая устойчивость к фитофторозу, продуктивность свыше 1000 г/куст, повышенное содержание крахмала в сочетании с относительно высокой устойчивостью к раневой водянистой гнили;

Ch155-13-29, Ch155-13-26, Ch155-13-12, K213.49a-11, Ch155-13-4, Ш31-34 и Ш31-45 – относительно высокая устойчивость к возбудителям черной ножки в сочетании с высокой продуктивностью;

Ch155-13-4 – относительно высокая устойчивость к возбудителям черной ножки в сочетании с повышенным содержанием крахмала;

Ш31-45 – относительно высокая устойчивость к возбудителям черной ножки в сочетании с относительно высокой устойчивостью к раневой водянистой гнили;

K213.3-8, K213.28a-10, Ch155-13-22, Ch155-13-3, Ch44-13-4, Ch44-13-3, Ch316-06-1, Ch20-13-8, Ch20-13-1, Ch43-13-1, Ш31-31, Ш38-19, Ш31-46, Ш31-45, Ш31-19, Ш31-43, Ш44-47, Ш44-48, Ш44-14, R83ya13-2, R190dy13-10 и R190dy13-25 – относительно высокая устойчивость к раневой водянистой гнили в сочетании с продуктивностью свыше 1000 г/куст;

Ш38-19, K213.28a-10, Ch44-13-4 – относительно высокая устойчивость к раневой водянистой гнили, продуктивность свыше 1000 г/куст в сочетании с высоким, повышенным и средним содержанием крахмала;

Ш38-19 и Ch44-13-4 – относительно высокая устойчивость к раневой водянистой гнили и устойчивость к вирусным болезням в сочетании с высокой продуктивностью;

Ch44-13-4, Ch43-13-6, Ш38-12, Ш44-53, R47ya13-8, R47ya13-9, R166mya13-2 и R165ya13-7 – устойчивость к комплексу вирусных болезней в сочетании с продуктивностью свыше 1000 г/куст;

R47ya13-2, R47ya13-9, Ш44-55, K213.25-5, Ch44-13-10 и R47ya13-10 – пригодность к промышленной переработке после пяти месяцев хранения в сочетании с высокой продуктивностью;

R47ya13-2 – высокий балл пригодности к промышленной переработке после пяти месяцев хранения и среднее содержание крахмала.

Список литературы

1. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 695 с.
2. Иванюк, В. Г. Современная фитопатологическая ситуация на картофеле и пути ее улучшения / Аграрная наука на рубеже XXI века: материалы общего собрания Академии аграрных наук Республики Беларусь // Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – Минск, 2000. – С. 11.
3. Иванюк, В. Г. Особенности появления фитофтороза на картофеле в условиях Беларуси / В. Г. Иванюк // Защита растений – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / ГГАУ. – Гродно, 2002. – С. 37–39.
4. Rusetsky, N. V. Monitoring of tobacco rattle virus, potato mop-top virus and alfalfa mosaic virus planting potatoes in the Gomel region / N. V. Rusetsky, V. A. Kozlov, A. V. Chashinsky // Тези доповідей VII Міжнародної конференції «Біоресурси та віруси». Київ, 10–13 вересня 2013 р. / ННЦ «Інститут біології» КНУ ім. Тараса Шевченка». – Київ, 2013. – Р. 87.

5. Русецкий, Н. В. Мониторинг *tobacco rattle virus*, *potato mop-top virus* и *alfalfa mosaic virus* в посадках картофеля Гомельской области / Н. В. Русецкий, В. А. Козлов, А. В. Чашинский // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2014. – Т. 22. – С. 146–150.
6. Русецкий, Н. В. Мониторинг *tobacco rattle virus*, *potato mop-top virus* и *alfalfa mosaic virus* в посадках картофеля Витебской области / Н. В. Русецкий // Картофелеводство: сб. науч. тр. // РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2015. – Т. 23. – С. 114–119.
7. Картофель. Селекция, семеноводство, технология возделывания / П. И. Альсмик [и др.]. – Минск: Ураджай, 1988. – 304 с.
8. Подгаецкий, А. А. Генетические ресурсы картофеля / А. А. Подгаецкий // Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / НАН Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 108–190.
9. Яшина, И. М. Создание и генетическая оценка нового исходного материала картофеля и эффективные пути его использования в селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / И. М. Яшина. – М., 2000. – 68 с.
10. Киру, С. Д. Генетические ресурсы картофеля ВИР – один из главных источников исходного материала для селекции / С. Д. Киру // Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / НАН Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 200–206.
11. Создание на основе диких видов картофеля сложных межвидовых гибридов с комплексом хозяйственно ценных признаков / В. А. Козлов [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / ФГБНУ «Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва им. А. Г. Лорха». – М., 2015. – С. 450.
12. Чашинский, А. В. Использование мексиканских видов *S. stoloniferum* и *S. polytrichon* при создании исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу / А. В. Чашинский // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2015. – Т. 23. – С. 56.
13. Методические указания по созданию и оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к штаммам вирусов / А. Л. Амбросов [и др.] // БелНИИПОК. – М., 1983. – 16 с.
14. Склярова, Н. П. Методические указания по созданию и оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к штаммам вирусов / Н. П. Склярова, Р. В. Черепанова; НИИКХ. – М., 1980. – 24 с.
15. Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням: метод. рекомендации / БелНИИ картофелеводства и плодоводства; сост.: В. Г. Иванюк [и др.]; под ред. Н. А. Дорожкина, В. Г. Иванюка. – Минск, 1987. – 95 с.
16. Шнейдер, Ю. В. Оценка устойчивости сортов картофеля / Ю. В. Шнейдер // Защита растений от вредителей и болезней. – 1995. – № 12. – С. 22–23.
17. Методы оценки сортов картофеля на устойчивость к клубневым гнилям / Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства и плодоовощеводства; сост.: Н. А. Дорожкин [и др.]. – Минск, 1985. – 46 с.
18. Международный классификатор СЭВ. – Л., 1984. – С. 36.
19. Методические указания по оценке и поддержанию мировой коллекции картофеля / ВИР; сост.: С. М. Букасов [и др.]. – Л., 1976. – 30 с.

20. Методика исследований по культуре картофеля / Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина; редкол.: Н. А. Андрияшина [и др.]. – М, 1967. – 225 с.

21. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во с.-х. и прод. Респ. Беларусь; сост.: С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 79 с.

22. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. школа, 1973. – С. 246–248.

Поступила в редакцию 23.08.2018 г.

A. V. CHASHINSKIY, V. A. KOZLOV, N. V. RUSSETSKIY,
N. V. NEMCHENOK, I. V. LEVANTSEVICH, L. A. MANTSEVICH

**SELECTION OF INITIAL POTATOES GENOTYPES FOR MULTIPLE
RESISTANCE TO DISEASES TOGETHER WITH OTHER
AGRONOMIC CHARACTERS AMONG IMPROVED
INTERSPECIFIC POTATOES HYBRIDS**

SUMMARY

*Agronomic characters of complex interspecific potatoes hybrids (*S. tuberosum* vs: *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. phureja*, *S. andigenum*, *S. stoloniferum*, *S. vernei*, *S. etuberosum*, *S. brevidens*, *S. polytrichon*, *S. polyadenium*, *S. berthaultii*, *S. chacoense*, *S. spgazzinii*, *S. acaule*, *S. brevicaule*, *S. tariense*, *S. jamesii*, *S. megistocrolobum*, *S. simplicifolium*, *S. pinnatisectum*, *S. microdontum*, *S. rybinii* and *S. gourlay*) are discussed in the article. As a result of the analysis, the initial potatoes genotypes with complex disease resistance and improved agronomic characters were selected.*

Key words: breeding, potatoes, wild species, interspecific hybrids, resistance, late blight, black stem, virus diseases, watery wound rot, productivity, starch content, processing reconditioning.

РАЗДЕЛ 3

ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:631.532.2.027.2:632.95

И. И. Бусько¹, И. В. Леванцевич¹, В. И. Калач²

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

²ИООО «БАСФ», г. Минск

E-mail: zachita@tut.by

СЕРКАДИС® – НОВАЯ ЭРА В ПРОТРАВЛИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты изучения биологической и хозяйственной эффективности протравителя Серкадис, КС в 2014 г. для предпосадочной обработки семенных клубней для контроля ризоктониоза и других болезней картофеля.

Ключевые слова: картофель, протравитель, эффективность, ризоктониоз, болезни.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все более актуальной становится проблема предпосадочной обработки клубней картофеля, поскольку нарастает вредоносность ризоктониоза, серебристой парши, антракноза, сухой фузариозной гнили, альтернариоза, фитофтороза и других болезней как во время вегетации, так и во время хранения [4].

Ризоктониоз, или черная парша, вызываемый грибом *Rhizoctonia solani Kuhn.*, поражает семенные клубни и ростки в хранилищах, всходы картофеля в поле, основные стебли, корни, столоны и клубни нового урожая. Болезнь вредоносна при всех формах ее проявления. Заболевание особенно опасно при поражении ростков клубней в период после посадки: задерживается появление всходов, клубни дают ослабленные побеги или они погибают, не образуя всходов. В этом случае посадки картофеля сильно изреживаются. На начальных этапах онтогенеза растений их интенсивное поражение возбудителем болезни приводит к отмиранию основных и образованию боковых побегов, которые также подвергаются действию гриба. Ослабленные растения плохо растут, количество основных побегов уменьшается. В отдельные годы гибель растений достигает 15–20 % и более. Ризоктониоз существенно снижает качество семенного картофеля и урожайность клубней. Потери урожая картофеля в настоящее время при благоприятных условиях для развития возбудителя болезни могут достигать 30–45 %, а проявление «белой ножки» на взрослых растениях достигает 100 % [2].

С целью снижения запасов инфекции семенной материал картофеля перед посадкой или в процессе посадки рекомендуется протравливать протравителями фунгицидного действия, инсектицидного или инсектофунгицидами. При этом лучший эффект может быть получен от применения препаратов широкого спектра действия, что позволяет за одну обработку защитить культуру от нескольких вредных объектов. Протравливание клубней можно проводить различными способами: с помощью специальных приспособлений, устанавливаемых на транспортерах и сажалках; путем погружения

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

контейнеров с клубнями в ванны с рабочим раствором протравителя, опрыскиванием перебранных клубней на площадках [1, 4].

Одним из протравителей, заслуживающих внимания при производстве картофеля, является Серкадис, КС (флуксапироксад 300 г/л) против колорадского жука на посадках картофеля в период вегетации для контроля ризоктониоза и других болезней картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили на опытном поле РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2014–2015 гг. Закладка полевого опыта осуществлялась на раннем и среднепозднем сортах Дельфин и Вектар. Предшественник – редька масличная на сидеральное удобрение. Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Содержание гумуса в пахотном слое 2,8 %, содержание P_2O_5 – 28,1 мг/100 г почвы, содержание K_2O – 22,3 мг/100 г почвы, реакция почвенной среды (рН) – 5,4.

Вид опыта: мелкоделяночный, повторность – четырехкратная, площадь – 25,2 м². Агротехника и уход за посевами общепринятые.

Схема опыта:

1. Вариант без обработки;
2. Максим (эталон) – 0,4 л/т;
3. Серкадис, КС – 0,15 л/т;
4. Серкадис, КС – 0,2 л/т.

Учеты при испытании в качестве протравителя – всхожесть клубней и поражение ростков ризоктониозом, число стеблей в кусте и высота растений; во время вегетации проведены учеты по динамике развития фитофтороза и альтернариоза, во время уборки – поражение клубней гнилями и продуктивность растений, заселенность клубней нового урожая склероциями возбудителя ризоктониоза и поражение паршой обыкновенной.

Для оценки степени заселенности клубней нового урожая склероциями возбудителя ризоктониоза использовали шкалу, представленную в таблице 1 [3].

Оценка клубней нового урожая на устойчивость к возбудителю парши обыкновенной проводилась по шкале, представленной в таблице 2 [1].

Таблица 1 – Шкала оценки на устойчивость клубней к ризоктониозу

Балл заселенности	Описание поражений
1	Склероции на поверхности клубня отсутствуют
3	Слабое поражение, заселено склероциями до 25 % поверхности клубня
5	Среднее поражение, заселено склероциями от 26 до 50 % поверхности клубня
7	Сильное поражение, заселено склероциями от 51 до 75 % поверхности клубня
9	Очень сильное поражение, заселено склероциями от 76 до 100 % поверхности клубня

Таблица 2 – Шкала оценки на устойчивость клубней к парше обыкновенной

Балл поражения	Степень устойчивости
9	Очень высокая устойчивость, здоровые клубни
7	Относительно высокая устойчивость, поражение клубней от 1 до 25 % поверхности
5	Средняя устойчивость, поражено от 26 до 50 % поверхности клубня
3	Низкая устойчивость, поражено от 51 до 75 % поверхности клубня
1	Очень низкая устойчивость, поражено от 76 до 100 % поверхности клубня

Биологическую эффективность фунгицидов рассчитывали по формуле

$$B = \frac{P - P_1}{P} \times 100,$$

где B – биологическая эффективность, %;

P и P₁ – развитие болезни в контроле и опыте соответственно, % [2].

Хозяйственную эффективность (прибавку урожая) защитных мероприятий определяли по формуле

$$X = \frac{A - B}{B} \times 100,$$

где X – хозяйственная эффективность, %;

A – урожай в опыте, т/га;

B – урожай в контроле, т/га [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Весеннее протравливание изучаемым препаратом не оказало существенного влияния на всхожесть клубней и высоту растений. Полные всходы были получены во всех вариантах. Максимальная высота растений наблюдалась в варианте без обработки и составляла 38,3 см у сорта Дельфин. На сорте Вектар максимальная высота растений отмечена у варианта с использованием препарата Максим, КС – 62,6 см. Различия между вариантами по высоте растений без использования протравителя и с испытуемым препаратом в дозах 0,15 и 0,20 л/т статистически не достоверны. В прохождении остальных фаз развития растений отличий между опытными вариантами и вариантом без обработки не выявлено. Оценка такого биометрического параметра, как количество стеблей в вариантах также оказалась статистически не достоверной (табл. 3).

Применение изучаемого препарата позволило существенно снизить поражение ростков ризоктониозом на обоих сортах и получить достоверные данные, а наибольший эффект получен от применения препарата Серкадис, КС (0,15 л/т) на сорте Вектар и составил 5,5 %, биологическая эффективность которого против данного заболевания на ростках была наибольшей и составила 62,0 %. Эффективность препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,20 л/т была несколько ниже – 60,2 %.

Наименьшее развитие парши обыкновенной было отмечено на сорте Вектар в варианте с применением препарата Серкадис, КС (0,15 л/т) – 5,0 %, а биологическая эффективность данного варианта составила 70,0 %, в то время как развитие парши в варианте с тем же препаратом с нормой расхода 0,20 л/т достигло 5,5 %, а биологическая эффективность – 67,0 %, что также оказалось достоверным (табл. 3).

На сорте Дельфин наименьшее развитие парши обыкновенной наблюдалось в варианте с применением препарата Серкадис, КС (0,20 л/т) – 3,5 %, в то время как в контроле развитие данного заболевания составило 15,7 %, а биологическая эффективность варианта – 78,0 %. Развитие парши в варианте с тем же препаратом с нормой расхода 0,15 л/т достигло 4,2 %, а биологическая эффективность – 73,2 % (табл. 3).

Степень покрытия клубней нового урожая склероциями возбудителя ризоктониоза была самой незначительной на сорте Вектар в варианте с препаратом Серкадис, КС (0,20 л/т) – 3,0 %, в то время как в контроле этот показатель составлял 10,2 %, что было достоверным как к эталону, так и к контрольному варианту. Степень развития болезни в варианте с препаратом Серкадис, КС с нормой расхода 0,15 л/т составила 3,5 %,

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Влияние предпосадочного програвливания клубней препаратом Серкадис, КС на рост, развитие и поражаемость картофеля ризоктониозом, паршой обыкновенной, 2014–2015 гг.

Вариант	Всхожесть, %	Высота растеньиц, см	Число стеблей, шт/куст	Развитие парши обыкновенной, %	Развитие ризоктониоза, %		Биологическая эффективность програвливания, %		Биологическая эффективность против парши, %	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Эффективность, %	Товарность, %
					на ростках	на клубнях	на ростках	на клубнях					
Сорт Дельфин													
Вариант без обработки	100	38,3	4,4	15,7	7,9	6,0	–	–	–	22,7	–	–	92,0
Максим, КС – эталон	100	37,8	4,8	6,0	4,4	2,0	55,0	66,6	62,0	26,4	+3,7	16,3	94,0
Серкадис, КС – 0,15 л/т	100	37,0	4,7	4,2	4,8	1,8	61,0	70,0	73,2	30,5	+7,8	34,4	95,6
Серкадис, КС – 0,20 л/т	100	36,5	4,3	3,5	4,7	1,0	59,4	83,3	78,0	32,3	+9,6	42,3	97,0
НСР _{0,5}	–	4,3	0,9	1,7	0,5	1,0	–	–	–	3,1	–	–	–
Сорт Вектар													
Вариант без обработки	100	61,5	5,6	16,7	8,8	10,2	–	–	–	50,1	–	–	94,0
Максим, КС – эталон	100	62,6	6,1	7,2	4,5	4,2	49,0	58,8	59,9	52,8	+2,7	5,3	95,4
Серкадис, КС – 0,15 л/т	100	55,0	5,4	5,0	3,3	3,5	62,0	65,7	70,0	58,3	+8,2	16,4	96,3
Серкадис, КС – 0,20 л/т	100	56,3	5,9	5,5	3,5	3,0	60,2	70,6	67,0	56,0	+5,9	11,8	95,6
НСР _{0,5}	–	8,8	1,2	0,8	0,5	0,2	–	–	–	5,1	–	–	–

а биологическая эффективность данного варианта против ризоктониоза на клубнях была на уровне 65,7 %. Вариант с применением препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,20 л/т показал наибольшую биологическую эффективность – 70,6 %. На сорте Дельфин степень покрытия клубней нового урожая склероциями возбудителя ризоктониоза была самой незначительной в варианте с препаратом Серкадис, КС (0,20 л/т) – 1,0 %, что достоверно отличало его от эталонного и контрольного вариантов, в то время как в контроле этот показатель составлял 6,0 %. Степень развития болезни в варианте с препаратом Серкадис, КС с нормой расхода 0,15 л/т составила 1,8 %, а биологическая эффективность данного варианта против ризоктониоза на клубнях – 70,0 %. Вариант с применением препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,20 л/т показал наибольшую биологическую эффективность – 83,3 % (см. табл. 3).

Самая высокая урожайность (58,3 т/га) получена на сорте Вектар в варианте с применением препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,15 л/т, что на 8,2 т/га выше, чем в контроле, и на 5,5 т/га выше, чем в варианте с эталоном Максим, КС. На сорте Дельфин наибольший показатель урожайности отмечен в варианте с применением препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,20 л/т, что на 9,6 т/га выше, чем в контроле. На сорте Вектар хозяйственная эффективность препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,15 л/т была самой высокой и составила 16,4 %, что значительно выше, чем в варианте с препаратом Серкадис, КС с нормой 0,20 л/т (11,8 %), и на 11,1 % выше, чем в эталонном варианте. На сорте Дельфин хозяйственная эффективность препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,20 л/т была самой высокой и составила 42,3 % и оказалась значительно выше, чем в варианте с препаратом Серкадис, КС с нормой 0,15 л/т (34,4 %), и на 26,0 % выше, чем в эталонном варианте (см. табл. 3).

Клубневых гнилей (сухих, мокрых бактериальных, резиновой) при проведении учета во время уборки выявлено не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вариант с применением препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,20 л/т на сорте Дельфин показал наибольшую биологическую эффективность против ризоктониоза на клубнях – 83,3 % и парши обыкновенной – 78,0 %. Хозяйственная эффективность препарата Серкадис, КС с нормой расхода 0,20 л/т была самой высокой также на сорте Дельфин, составила 42,3 % и оказалась значительно выше, чем в варианте с препаратом Серкадис, КС с нормой 0,15 л/т (34,4 %), и на 26,0 % выше, чем в эталонном варианте.

Таким образом, препарат Серкадис, КС показал высокую биологическую и хозяйственную эффективность против ризоктониоза и парши обыкновенной при весеннем предпосадочном протравливании клубней.

Список литературы

1. Банадысев, С. А. Технология возделывания продовольственного картофеля с урожайностью 400–500 ц/га. Аналитический обзор / С. А. Банадысев, И. И. Бусько, И. И. Колядко. – Минск, 2001. – 42 с.
2. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
3. 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, НИИКХ, 1980. – 52 с.

4. Шпаар, Д. Картофель: возделывание, уборка, хранение / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер; под ред. Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 466 с.

Поступила в редакцию 13.09.2018 г.

I. I. BUSKO, I. V. LEVANTSEVICH, V. I. KALACH

**SERKADIS® – A NEW ERA IN THE POTATOES TREATMENT
AGAINST DISEASES**

SUMMARY

The research results of biological and economic efficiency studying of the Serkadis protectant, SC for preplanting cultivation of seed tubers for Rhizoctonia blight and other potatoes diseases control in 2014 are given.

Key words: potatoes, protectant, efficiency, Rhizoctonia blight, diseases.

УДК 635.21:632.768.12:632.951

**И. И. Бусько¹, И. В. Леванцевич¹, В. Н. Назаров¹, Л. А. Манцевич¹,
Г. П. Романюк²**

¹ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

² ООО «Франдеса»
E-mail: zachita@tut.by

ФРЕЯ – НОВЫЙ ИНСЕКТИЦИД ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты изучения биологической и хозяйственной эффективности инсектицида Фрея, КЭ для опрыскивания посадок картофеля во время вегетации против колорадского жука.

Ключевые слова: картофель, инсектицид, эффективность, колорадский жук.

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур невозможны без химических средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. По данным РУП «Институт защиты растений», отказ от применения химических средств защиты растений приводит к снижению урожайности картофеля на 80 ц/га.

Одной из главных причин снижения продуктивности растений картофеля является повреждаемость их колорадским жуком, по уровню численности и вредоносности относящимся к числу супердоминантных вредоносных видов насекомых. В настоящее время в агроценозах картофеля поддерживается постоянно высокая численность и вредоносность колорадского жука [1].

Интенсивное и длительное применение химических средств, особенно с нарушением норм расхода, сроков и кратности обработок, что часто наблюдается на практике, приводит к ряду отрицательных последствий [2].

Для предотвращения выработки у насекомых резистентности важно чередовать препараты с разными механизмами действия или применять их композиции, поэтому в арсенале средств защиты растений сельскохозяйственных культур должен быть ряд инсектицидов различного химического состава и способа действия [1, 2].

Одним из препаратов, заслуживающих внимания при производстве картофеля, является Фрея, КЭ (ацетамиприд, 25 г/л + эсфенвалерат, 35 г/л) против колорадского жука на посадках картофеля в период вегетации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили на опытном поле РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2016–2017 гг. Закладка полевого опыта осуществлялась на среднепозднем сорте Вектар. Предшественник – редька масличная на сидеральное удобрение. Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Содержание гумуса в пахотном слое 2,8 %, содержание P_2O_5 – 28,1 мг/100 г почвы, содержание K_2O – 22,3 мг/100 г почвы, реакция почвенной среды (рН) – 5,4.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Вид опыта: мелкоделяночный, повторность – четырехкратная, площадь – 25,2 м². Агротехника и уход за посевами общепринятые.

Учет численности вредителя до и после обработки проводили методом визуального подсчета особей на модельных кустах (по 10 шт. на каждой деланке) [3].

Биологическую эффективность применения инсектицида рассчитывали по формуле

$$Эб = \frac{ОД - ОП}{ОД} \times 100,$$

где Эб – биологическая эффективность, %;

ОД – число живых особей вредителя до обработки в опыте, экз., шт.;

ОП – число живых особей вредителя после обработки по срокам учетов в опыте, экз., шт.

Хозяйственную эффективность (прибавку урожая картофеля) защитных мероприятий определяли по формуле

$$X = \frac{A - B}{A} \times 100,$$

где X – хозяйственная эффективность, %;

A – урожай картофеля в опыте, т/га;

B – урожай картофеля в контроле, т/га.

Погодные условия вегетационных периодов 2016–2017 гг. были благоприятными как для роста и развития картофеля, так и для развития вредителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2016 г. средняя численность вредителя на варианте без обработки составила 35 личинок на куст, на эталоне (Велес, КС) – 52, а на опытных вариантах – 44 и 39 экз./куст. Преобладали личинки 1–2-го возраста (табл. 1).

Через сутки после обработки выявлена одна живая личинка 2-го возраста на трех модельных кустах. Биологическая эффективность препарата Фрея, КЭ с нормами расхода 0,15 и 0,25 л/га составила 96,6–99,4 % соответственно.

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения препарата Фрея, КЭ против колорадского жука, сорт Вектар, 2016 г.

Вариант	Количество живых особей на куст										Биологическая эффективность, %
	до обработки					через 1 сутки после обработки					
	I	II	III	IV	среднее	I	II	III	IV	среднее	
Без обработки	49	31	30	31	35	49	31	30	31	35	–
Велес, КС – эталон	47	64	40	56	52	0	0	3	1	1	98,0
Фрея, КЭ – 0,15 л/га	30	51	35	62	44	0	3	2	1	1,5	96,6
Фрея, КЭ – 0,25 л/га	25	62	39	30	39	0	0	0	1	0,25	99,4

Примечание. В таблицах 1–3: I – личинки первого возраста, II – второго, III – третьего, IV – четвертого возраста.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Урожайность при применении исследуемого инсектицида увеличилась по сравнению с контролем на 5,2–5,7 т/га, а хозяйственная эффективность составила 14,9–16,2 % (табл. 2).

В 2017 г. средняя численность вредителя на контрольном варианте составила 33,5 особей на куст, а на опытных вариантах – 28,5 и 29,0 особей на куст (табл. 3). Преобладали личинки 2-го возраста. Через сутки после обработки выявлено 0,25–0,27 живых личинок 2-го возраста. Биологическая эффективность препарата Фрея, КЭ в нормах 0,15 и 0,25 л/га составила 99,0–99,1 %.

Урожайность увеличилась по сравнению с контролем на 13,3–20,7 т/га, а хозяйственная эффективность составила 34,0–44,5 % соответственно. Максимальная урожайность в опыте была получена при применении препарата Фрея, КЭ с максимальной нормой расхода 0,25 л/га и составила 46,5 т/га (табл. 4).

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность применения препарата Фрея, КЭ против колорадского жука, сорт Вектар, 2016 г.

Вариант	Урожайность, т/га					Прибавка урожая, т/га	Хозяйственная эффективность, %
	I	II	III	IV	среднее		
Без обработки	28,4	28,9	31,9	28,9	29,5	–	–
Велес, КС – эталон	30,1	34,6	36,6	34,6	33,9	+4,4	12,9
Фрея, КЭ – 0,15 л/га	37,1	38,6	31,9	33,3	35,2	+5,7	16,2
Фрея, КЭ – 0,25 л/га	36,2	32,4	33,6	36,9	34,7	+5,2	14,9
НСР ₀₅	–	–	–	–	4,5	–	–

Таблица 3 – Биологическая эффективность применения препарата Фрея, КЭ против колорадского жука, сорт Вектар, 2017 г.

Вариант	Количество живых особей на куст										Биологическая эффективность, %
	до обработки					через 1 сутки после обработки					
	I	II	III	IV	среднее	I	II	III	IV	среднее	
Без обработки	30	38	24	42	33,5	30	38	24	42	33,5	–
Велес, КС – эталон	33	35	21	27	29,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	99,6
Фрея, КЭ – 0,15 л/га	28	27	17	42	28,5	0,2	0,4	0,3	0,1	0,25	99,1
Фрея, КЭ – 0,25 л/га	28	28	33	27	29,0	0,2	0,3	0,1	0,5	0,27	99,0

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность применения препарата Фрея, КЭ против колорадского жука, сорт Вектар, 2017 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Хозяйственная эффективность, %
Без обработки	25,8	–	–
Велес, КС – эталон	37,3	+11,5	30,8
Фрея, КЭ – 0,15 л/га	39,1	+13,3	34,0
Фрея, КЭ – 0,25 л/га	46,5	+20,7	44,5
НСР ₀₅	10,3	–	–

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, биологическая эффективность инсектицида Фрея, КЭ (ацетамиприд, 25 г/л + эсфенвалерат, 35 г/л) против колорадского жука оказалась выше эталонного варианта. Представленные результаты исследований позволяют рекомендовать препарат Фрея, КЭ в качестве инсектицида для обработки растений картофеля по вегетации против колорадского жука.

Список литературы

1. Бречко, Е. В. Биологические особенности колорадского жука / Е. В. Бречко // Защита растений: сб. науч. тр. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Л. И. Трешко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2010. – Вып. 34. – С. 149–159.
2. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
3. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; сост.: Л. И. Трешко [и др.]. – Прилуки, 2009. – 318 с.

Поступила в редакцию 12.09.2018 г.

I. I. BUSKO, I. V. LEVANTSEVICH, V. N. NAZAROV,
L. A. MANTSEVICH, G. P. ROMANYUK

**FREYA IS A NEW INSECTICIDE FOR POTATOES PROTECTION
FROM COLORADO POTATO BEETLE**

SUMMARY

The research results of the biological and economic efficiency of insecticide Freya, EC against the Colorado potato beetle are presented in the article.

Key words: potatoes, insecticide, efficiency, Colorado potato beetle.

УДК 235.61:632.38

В. А. Козлов, Н. В. Русецкий, А. В. Чашинский
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: belbulba@tut.by

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ И СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В ВИТЕБСКОЙ И ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТЯХ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты изучения распространенности и структуры популяций вирусных болезней картофеля в Гродненской и Витебской областях. Наибольшее распространение в данных областях имели вирусы S и M, далее следуют вирусы Y и X. Вирусы L и A встречаются локально и не имеют широкого распространения. Наиболее благоприятная вирусологическая ситуация в Витебской области сложилась в Витебском и Оршанском районах, в Гродненской – в Кореличском и Берестовицком районах.

Ключевые слова: картофель, сорт, вирусные болезни, репродукция, ИФА, Гродненская область, Витебская область, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Вирусные болезни картофеля широко распространены и являются основной причиной вырождения сортов, приводя к значительным потерям урожая. Из описанных в литературе вирусов, которые, в свою очередь, имеют большое количество штаммов, 6–9 наносят значительный вред посадкам картофеля [1].

Вирусы распространены во всех странах и регионах, где возделывается картофель, однако их видовой состав и степень пораженности посадок картофеля различны в зависимости от природных и хозяйственных условий, сортов, состояния семеноводства. К настоящему времени в мире известно около 30 вирусов картофеля. В Республике Беларусь повсеместно распространены вирусы X (PVX), Y (PVY), M (PVM), L (PLRV) и S (PVS). Ограниченное распространение имеют вирусы: A (PVA), F (PAMV); метельчатости верхушки картофеля, или моп-топ вирус (PMTV); черной пятнистости томатов (TBRV); мозаики люцерны, или калико (AMV); пестростебельности картофеля, или Rattle-вирус (TRV) [2].

Внешнее проявление поражения отдельными вирусами подразделяют на следующие симптомы: морщинистая мозаика, полосчатая мозаика, обыкновенная мозаика, крапчатость, мозаичное закручивание листьев, скручивание листьев, аukuба-мозаика и складчатая мозаика. Проявление заболевания зависит от вида вируса, штамма, наличия смешанной инфекции, реакции генотипа растения-хозяина на заражение, а также от влияния факторов внешней среды (условий почвенного питания, температуры, влажности, освещенности и др.).

В странах Евросоюза и Российской Федерации к карантинным вирусам отнесены: андийский латентный вирус картофеля (APLV), андийский комовирус крапчатости картофеля (APMoV), альфомовирус пожелтения картофеля (PYV), кринивирус пожелтения

жилок картофеля (PVV), вирус желтой карликовости картофеля (PYDV), неповирус черной кольцевой пятнистости картофеля (PBRSVB). В Республике Беларусь данные вирусы не включены в перечень карантинных объектов, и обследование посадок картофеля на распространенность данных вирусов не проводилось.

Зачастую по внешним симптомам бывает весьма трудно установить, каким конкретно вирусом поражено растение, так как во многих случаях восприимчивые к нескольким вирусам растения поражены смешанной вирусной инфекцией, симптомы при которой могут варьировать в широких пределах. Особую опасность представляет латентная форма инфекции, при которой у растения носителя вируса нет внешних признаков заболевания. Посадка картофеля такими клубнями приводит к потере в последующих репродуктивных поколениях до 75–85 % урожая и снижению крахмала в клубнях до 4 %. Поэтому визуальная диагностика служит лишь предварительным основанием для установления типа заболевания. Выявление же конкретного возбудителя болезни и отбор здорового семенного материала необходимо осуществлять более достоверными методами диагностики, с использованием метода ИФА.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили посадки картофеля различных категорий хозяйств шести районов Витебской области: Оршанского, Витебского, Глубокского, Верхнедвинского, Браславского, Полоцкого и шести районов Гродненской области: Ошмянского, Лидского, Гродненского, Слонимского, Берестовицкого и Кореличского. Оценка состояния посадок картофеля проводили в 2016 г. в Витебской и в 2018 г. в Гродненской областях в период бутонизации – цветения визуально, по внешним симптомам вирусных болезней и методом ИФА. С каждого исследуемого участка отбиралось по 50 проб для выявления скрытой вирусной инфекции и дифференциации вирусов ХВК, УВК, СВК, МВК, ВСЛК, АВК, а также растения со схожими симптомами андийского латентного вируса картофеля, андийского комовируса крапчатости картофеля, альфомовируса пожелтения картофеля, кринивируса пожелтения жилок картофеля, вируса желтой карликовости картофеля, неповируса черной кольцевой пятнистости картофеля по симптомам, описанным в литературе. Из отобранных проб при помощи электрического пресса проведена экстракция сока в микропробирки объемом 1,5 мл, которые закладывали на хранение в морозильную камеру при температуре –18 °С. Анализ проб на наличие вирусной инфекции был осуществлен при помощи ИФА-метода, который выполнялся сотрудниками лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в соответствии с методическими рекомендациями НПО по картофелеводству [3] и инструкцией фирм – производителей наборов.

Визуальный учет вирусных болезней проводили согласно описанным в литературе симптомам вирусных болезней [4–6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Витебской области обследованы поля Оршанского, Витебского, Браславского, Полоцкого, Глубокского и Верхнедвинского районов.

В Оршанском районе обследованы поля РПУП «Устье» НАН Беларуси», К(Ф)Х «Василенок», КУСП «Межево-Агро», частного сектора.

На полях РПУП «Устье» НАН Беларуси» на сорте Скарб (1-я репродукция) отмечено мозаичное закручивание у 46 % растений. Еще 10 % растений имели симптомы

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

скручивания. В К(Ф)Х «Василенок» на сортосмеси обнаружено 52 % растений с мозаичным закручиванием, 32 – с крапчатостью и 4 % – со скручиванием. В КУСП «Межево-Агро» на сорте Веснянка (1-я репродукция) выявлено 46 % растений с мозаичным закручиванием, 14 – с мозаикой и 20 % растений – с крапчатостью. На сорте Лилея (1-я репродукция) выявлено 26 % растений с мозаичным закручиванием, 66 – с крапчатостью и 6 % – с мозаикой. На сортосмеси отмечено 46 % растений с мозаичным закручиванием, 26 – с мозаикой и 6 % – со скручиванием.

В частном секторе № 1 выявлено 36 % растений с мозаичным закручиванием, в частном секторе № 2 таких растений 60 %, со скручиванием – по 8 % в каждом, с крапчатостью – 26 и 4 % соответственно. Помимо того, в частном секторе № 2 отмечено 12 % растений с мозаикой и 4 % – с полосчатой мозаикой.

В Витебском районе обследованы поля К(Ф)Х «Вермаг-25», СПК «Ольговское», КУСП «Экспериментальная база имени Шмырева», частного сектора.

Крестьянско-фермерское хозяйство «Вермаг-25» высаживает сортосмесь, на которой у 48 % обследованных растений выявлено мозаичное закручивание, еще у 16 % – скручивание. В СПК «Ольговское» 14 % посадок картофеля сорта Скарб (элита) имели мозаичное закручивание и 16 % – скручивание. На сорте Гала (1-я репродукция) обнаружено 26 % растений со скручиванием. На сорте Манифест (элита) выявлено 14 % растений с мозаичным закручиванием. В КУСП «Экспериментальная база имени Шмырева» на сорте Уладар (2-я репродукция) отмечено 60 % растений с мозаичным закручиванием, на сорте Скарб (2-я репродукция) – 60 % мозаичного закручивания, 8 – мозаики и 20 % – скручивания.

В частном секторе № 1 обнаружено 32 % растений с мозаичным закручиванием, в частном секторе № 2 таких растений 48 %, с мозаикой – 34 и 8, со скручиванием – 12 и 20 % соответственно.

В Полоцком районе обследованы поля хозяйств филиала РУП «Витебскэнерго» – РУП «Весна-энерго», ОАО «Кушлики», КСУП «Экспериментальная база «Ветринская», частного сектора.

На сорте Скарб (элита) в ОАО «Кушлики» отмечено 24 % растений с мозаичным закручиванием и 16 % – со скручиванием. На сорте Бриз (элита) выявлено 4 % растений с мозаичным закручиванием и 10 % – со скручиванием. На сорте Янка (элита) внешних симптомов вирусных болезней не обнаружено. На сорте Сатина (1-я репродукция) в РУП «Весна-энерго» выявлено 12 % растений с мозаичным закручиванием, на сортосмеси – 44 % растений с мозаикой. В КСУП «Экспериментальная база «Ветринская» на сорте Гала (элита) отмечено 6 % растений с мозаикой, на сорте Гала (1-я репродукция) – 14 % растений с мозаикой и 12 % – с мозаичным закручиванием.

В частных секторах № 1 и 2 выявлено мозаичное закручивание у 52 и 40 % растений, мозаика – у 12 и 8 % соответственно. Кроме того, в частном секторе № 2 отмечено скручивание у 16 % и полосчатая мозаика у 8 % растений.

В Верхнедвинском районе обследованы поля КУПС «Леонишено», ОАО «Нурово», ОАО «Прудники», частного сектора.

На сортосмеси в КУПС «Леонишено» выявлено 36 % растений с мозаичным закручиванием, 16 – с мозаикой, 4 – с полосчатой мозаикой, 6 – со скручиванием и 14 % – с крапчатостью. ОАО «Нурово» также высаживает сортосмесь, на которой обнаружено 48 % растений с мозаичным закручиванием, 16 – со скручиванием, 20 – с мозаикой, 4 – с полосчатой мозаикой и 10 % растений с крапчатостью. Посадки сортосмеси в ОАО «Прудники» насчитывали 24 % растений с мозаичным закручиванием, 16 – с мозаикой, 16 – со скручиванием и 30 % растений с крапчатостью.

В частных секторах № 1 и 2 мозаичное закручивание имели 50 и 52 % растений, крапчатость – 4 и 14, скручивание – 10 и 12 % соответственно. Также в частном секторе № 2 выявлено 26 % растений с мозаикой.

В Браславском районе обследованы поля ОАО «Друйский», ОАО «Агровидзы», ОАО «Межаны», частного сектора.

На сортосмеси в ОАО «Друйский» отмечено 46 % растений с полосчатой мозаикой, 4 – с мозаичным закручиванием, 10 – с мозаикой, 4 – с морщинистой мозаикой и 30 % – с крапчатостью. В ОАО «Агровидзы» на сортосмеси выявлено 40 % растений с мозаичным закручиванием, 40 – с мозаикой, 10 – со скручиванием, 4 – с полосчатой мозаикой, 6 % – с морщинистой мозаикой. На сортосмеси в ОАО «Межаны» отмечено 26 % растений с мозаичным закручиванием, 40 – с мозаикой, 10 – со скручиванием, 4 – с полосчатой мозаикой и 16 % – с крапчатостью.

В частных секторах № 1 и 2 мозаичное закручивание обнаружено у 28 и 32 % растений, мозаика – у 48 и 28 % соответственно. Кроме того, в частном секторе № 1 4 % растений были с полосчатой мозаикой, № 2 – 8 % с крапчатостью.

В Глубокском районе обследованы поля КУПСП «Яблонька», крестьянско-фермерских хозяйств «Дулинца П. П.», «Шур А. В.», частного сектора.

На сорте Скарб (элита) в КУПСП «Яблонька» 36 % обследованных растений имели мозаичное закручивание, 6 – мозаику, 16 % – скручивание. У сорта Уладар (1-я репродукция) в К(Ф)Х «Дулинца П. П.» отмечено 26 % растений с мозаичным закручиванием и 14 % – со скручиванием. На сорте Вектар (1-я репродукция) 22 % мозаичного закручивания и 16 % скручивания. В К(Ф)Х «Шур А. В.» на сортосмеси выявлено 24 % растений с мозаичным закручиванием, 40 – с мозаикой и 12 % – с крапчатостью. На сорте Рагнеда (2-я репродукция) выявлено 36 % растений с мозаичным закручиванием, 24 – с мозаикой, 18 % – с крапчатостью.

В частном секторе № 1 мозаичное закручивание имели 42 % растений, 20 – мозаику и 12 % – крапчатость. В частном секторе № 2 38 % растений были с мозаикой, 36 – с крапчатостью, 6 – со скручиванием и 12 % – с мозаичным закручиванием.

Результаты визуального обследования показали, что наибольшее распространение в посадках картофеля в Витебской области имеет мозаичное закручивание, затем следует мозаика, далее крапчатость и скручивание. Полосчатая и морщинистая мозаики имеют ограниченное распространение.

Проведенный анализ ИФА на наличие скрытой вирусной инфекции показал, что наибольшее распространение имеет вирус S – 55,2 %, затем следует вирус M – 28,6, далее – вирусы X – 25,2 и Y – 22,3 %. Вирусы A и L не имеют широкого распространения (табл. 1).

Наиболее свободными от скрытой вирусной инфекции являются Витебский и Оршанский районы. Однако в Оршанском районе больше чем в других выявлено вируса A – 19,3 %. В Витебском районе значительное количество образцов содержало вирус S. Неплохая ситуация складывается и в Глубокском районе, где количество растений, свободных от вирусной инфекции, составило 20,6 %. Далее следует Полоцкий район. Наибольшее количество пораженных вирусами растений выявлено в Верхнедвинском и Браславском районах. Связано это с тем, что в данных районах посадка картофеля производится сортосмесью. Максимальное количество растений, пораженных вирусами X, Y и M, отмечено в Браславском районе – 67,6; 37,3 и 66,9 % соответственно, вирусом A – в Оршанском районе – 19,3 %, вирусами S и L – в Полоцком районе – 66,9 и 3,9 % соответственно.

В разрезе хозяйств с относительно благоприятной вирусологической ситуацией выделяются: в Оршанском районе – РПУП «Устье» НАН Беларуси», в Витебском –

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Распространенность вирусов в посадках картофеля в Витебской области, ИФА, 2016 г.

Хозяйства, сорта, репродукция	Поражено вирусами растений, %					
	X	Y	S	L	M	A
Оршанский район						
РПУП «Устье» НАН Беларуси» – Скарб (1-я репродукция)	10	–	46	–	–	–
КУСП «Межево-Агро»:						
Веснянка (1-я репродукция)	–	14	46	–	–	20
Лиляя (1-я репродукция)	–	8	26	–	–	66
сортосмесь	8	26	46	–	–	–
К(Ф)Х «Василенок» – сортосмесь	4	–	52	–	–	54
Частный сектор:						
№ 1	8	–	34	–	–	26
№ 2	6	12	60	4	–	4
Итого по району	5,8	6,6	45,2	0,6	–	19,3
Витебский район						
К(Ф)Х «Вермаг-25» – сортосмесь	–	52	96	16	4	–
СПК «Ольговское»:						
Скарб (элита)	–	80	100	10	–	–
Гала (1-я репродукция)	–	–	20	–	–	–
Манифест (элита)	–	–	12	–	6	–
КУСП «Экспериментальная база имени Шмырева»:						
Уладар (2-я репродукция)	–	–	26	80	–	–
Скарб (2-я репродукция)	4	4	100	14	14	–
Частный сектор:						
№ 1	20	54	70	12	–	–
№ 2	18	48	88	8	2	–
Итого по району	5	29,2	62,5	19,2	3,3	–
Полоцкий район						
ОАО «Кушлики»:						
Скарб (элита)	–	62	100	10	–	–
Бриз (элита)	–	50	60	–	10	–
Янка (элита)	–	10	–	20	10	–
РУП «Весна-энерго»:						
Сатина (1-я репродукция)	18	–	72	54	16	–
сортосмесь	–	–	100	65	–	–
КСУП «Экспериментальная база «Ветринская»:						
Гала (элита)	6	–	86	76	–	–
Гала (1-я репродукция)	–	–	66	–	–	–
Частный сектор:						
№ 1	76	28	80	88	–	–
№ 2	8	38	74	12	2	–
Итого по району	22,5	27,0	87,6	43,2	3,9	–
Глубокский район						
КУПСП «Яблонька» – Скарб (элита)	26	–	10	26	–	–
К(Ф)Х «Дулинца П. П.»:						
Уладар (1-я репродукция)	30	20	50	50	–	–
Вектар (1-я репродукция)	–	36	58	12	–	–
К(Ф)Х «Шур А. В.»:						
сортосмесь	–	16	34	12	–	–
Рагнеда (2-я репродукция)	22	96	30	38	–	–

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 1

Хозяйства, сорта, репродукция	Поражено вирусами растений, %					
	X	Y	S	L	M	A
Частный сектор:						
№ 1	4	8	96	30	–	–
№ 2	8	24	88	18		
Итого по району	14	28	62	32	–	–
Верхнедвинский район						
ОАО «Нурово» – сортосмесь	46	4	56	46	–	–
ОАО «Прудники» – сортосмесь	82	32	100	12	8	–
КУПСИ «Леонишено» – сортосмесь	4	74	86	6	4	–
Частный сектор:						
№ 1	76	46	92	18	6	–
№ 2	92	–	60	28	4	–
Итого по району	34	20	68	16	4	–
Браславский район						
ОАО «Агровидзы» – сортосмесь	24	20	60	66	–	–
ОАО «Друйский» – сортосмесь	90	6	42	36	–	–
ОАО «Межаны» – сортосмесь	90	30	24	84	–	–
Частный сектор:						
№ 1	76	8	74	68	–	4
№ 2	52	38	56	86	–	4
Итого по району	68	38	50	66	–	2
В целом по области	25,2	22,3	55,2	28,6	1,4	2,5

СПК «Ольговское», в Глубокском районе – КУПСИ «Яблонька». В Браславском и Верхнедвинском районах все обследованные поля в значительной мере были поражены вирусной инфекцией.

ИФА-анализ на наличие андийских вирусов показал пораженность небольшого количества растений альфомовирусом пожелтения картофеля в Полоцком, Оршанском и Витебском районах, андийским латентным вирусом картофеля в Полоцком и Оршанском районах.

В Гродненской области обследованы Ошмянский, Лидский, Гродненский, Слонимский, Берестовицкий и Кореличский районы.

В Ошмянском районе обследованы посадки картофеля КРУСХП «Экспериментальная база «Боруны», КСУП «Ошмянская Ясная Поляна», КСУП «Гольшаны», частного сектора.

На сортосмеси в КРУСХП «Экспериментальная база «Боруны» выявлено 22 % растений с мозаичным закручиванием, 12 – с мозаикой, 6 % – со скручиванием. На сортосмеси в КСУП «Ошмянская Ясная Поляна» отмечено 10 % растений со скручиванием, 26 – с мозаичным закручиванием, 12 % – с мозаикой. В КСУП «Гольшаны» на сорте Скарб (1-я репродукция) выявлено 36 % растений со скручиванием и 16 % – с мозаичным закручиванием. На сорте Манифест (1-я репродукция) у 20 % растений выявлено скручивание. На сорте Скарб (2-я репродукция) у 36 % растений отмечено мозаичное закручивание, у 6 – крапчатость и у 19 % растений – скручивание.

В частном секторе № 1 52 % растений имели мозаичное закручивание, в частном секторе № 2 таких растений было 64 %, с мозаикой – 20 и 16 %, со скручиванием – 16 и 4, с крапчатостью – 4 и 16 % соответственно.

В Лидском районе обследованы поля КСУП «Лидский», Лидского РСУП «Можейково», КСУП «Ходоровцы-Агро», частного сектора.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

В КСУП «Лидский» на сорте Вектар (3-я репродукция) у 25 % растений отмечено мозаичное скручивание. На сортосмеси 18 % растений имели скручивание, 8 – мозаику, 12 – мозаичное скручивание и 2 % – крапчатость. В Лидском РСУП «Можейково» на сорте Уладар (элита) выявлено 8 % растений с мозаичным скручиванием. На сорте Манифест (супер-суперэлита) отмечено 4 % растений с мозаичным скручиванием, на сорте Скарб (1-я репродукция) 16 % растений имели мозаичное скручивание и 4 % растений – скручивание. На сортосмеси в КСУП «Ходоровцы-Агро» выявлено 10 % растений со скручиванием, 18 – с мозаичным скручиванием, 6 – с мозаикой и 2 % – с скручиванием.

В частном секторе № 1 у 32 % растений отмечена мозаика, в частном секторе № 2 таких растений было 8 %, скручивание – 12 и 22 %, мозаичное скручивание – 54 и 24 % соответственно.

В Гродненском районе обследованы поля СПК «Свислочь», СПК им. Деньщикова, СПК им. В. И. Кремко, частного сектора.

В СПК «Свислочь» на сорте Янка (1-я репродукция) у 50 % растений выявлено мозаичное скручивание. На сорте Вектар (1-я репродукция) 40 % растений имели мозаичное скручивание, на сорте Скарб (1-я репродукция) 100 % растений – скручивание. На сортосмеси в СПК им. Деньщикова у 28 % растений наблюдалось мозаичное скручивание, у 8 – скручивание и у 2 % – крапчатость. В СПК им. В. И. Кремко на сорте Вектар (1-я репродукция) у 60 % растений отмечено мозаичное скручивание и у 10 % – скручивание. На сорте Гала (2-я репродукция) выявлено 100 % растений с мозаичным скручиванием. На сорте Ред Скарлетт (1-я репродукция) у 60 % растений наблюдалось мозаичное скручивание и у 30 % – крапчатость. У сорта Скарб (1-я репродукция) 80 % растений имели мозаичное скручивание, 10 – скручивание и 10 % – крапчатость.

В частном секторе № 1 40 % растений были со скручиванием, в частном секторе № 2 таких растений 48 %, мозаичное скручивание обнаружено у 50 и 44, крапчатость – у 10 и 4 % соответственно.

В Берестовицком районе обследованы поля КСУП «Малоберестовицкий элитхоз», РСУП «Олекшицы», КСУП «Пограничный-Агро» и частного сектора.

В КСУП «Малоберестовицкий элитхоз» на сортах Манифест (суперэлита); Рагнеда (суперэлита); Янка (элита) отмечено по 10 % растений с мозаичным скручиванием. В РСУП «Олекшицы» на сорте Манифест (элита) отмечено 18 % растений со скручиванием. На сорте Скарб (1-я репродукция) выявлено 24 % растений с мозаичным скручиванием, 20 – с мозаикой и 6 % – с крапчатостью. В КСУП «Пограничный-Агро» на сорте Манифест (элита) у 30 % растений отмечено скручивание, у 10 – крапчатость и у 20 % – мозаичное скручивание. На сорте Уладар (2-я репродукция) 80 % растений были с мозаичным скручиванием и 20 % – со скручиванием. На сорте Журавинка (2-я репродукция) 70 % растений имели скручивание и 30 % – мозаичное скручивание. У сорта Янка (2-я репродукция) у 40 % растений выявлено скручивание и у 20 % – мозаичное скручивание.

В частном секторе № 1 отмечено 20 % растений с мозаичным скручиванием, в частном секторе № 2 таких растений 36 %, мозаика выявлена у 28 и 16, скручивание – у 18 и 24, крапчатость – у 12 и 8 % растений соответственно. Помимо этого в частном секторе № 1 было 2 % растений с морщинистой мозаикой.

В Слонимском районе обследованы поля КСУП им. Дзержинского, РУСП «Новодевятковичи», Слонимского РУСП «Победитель», частного сектора.

В КСУП им. Дзержинского на сорте Манифест (элита) выявлено 30 % растений с мозаичным скручиванием. На сорте Уладар (элита) отмечено 80 % растений с

мозаичным закручиванием и 10 % – с мозаикой. У сорта Журавинка (элита) 50 % растений имели мозаичное закручивание и 10 % – скручивание, сорт Янка (элита) – 56 % растений с мозаичным закручиванием, 24 – с крапчатостью и 32 % растений с закручиванием. В РУСП «Новодевятковичи» на сорте Волат (1-я репродукция) у 48 % растений наблюдалось мозаичное закручивание, у 28 – мозаика и у 2 % – полосчатая мозаика. На сортосмеси в Слонимском РУСП «Победитель» у 48 % растений выявлено мозаичное закручивание, у 12 – скручивание и у 20 % – мозаика.

В частном секторе № 1 48 % растений были с мозаичным закручиванием, в частном секторе № 2 оно выявлено у 32 % растений. Мозаика встречается у 16 и 28 %, скручивание – у 20 и 24, крапчатость – по 16 % в каждом секторе соответственно.

В Кореличском районе обследованы поля КСУП «Цирин-Агро», СПК «Жуховичи», ООО «НПП Ника», частного сектора.

В КСУП «Цирин-Агро» на сорте Вега (1-я репродукция) выявлено 60 % растений с мозаичным закручиванием, 10 % – с мозаикой. На сорте Гала (1-я репродукция) 20 % растений были с мозаичным закручиванием и 10 % – с мозаикой. На сорте Бриз (1-я репродукция) у 54 % растений отмечено мозаичное закручивание. На сорте Скарб (элита) выявлено 50 % растений с мозаичным закручиванием и 10 % – с мозаикой. В СПК «Жуховичи» на сорте Джувел (элита) у 20 % растений выявлено мозаичное закручивание, на сорте Гала (элита) 30 % мозаичного закручивания, на сорте Крона (1-я репродукция) 30 % мозаичного закручивания, 20 – крапчатости и 10 % – мозаики, на сорте Манифест (1-я репродукция) 20 % мозаичного закручивания. В ООО «НПП Ника» на сорте Гала (супер-элита), Джувел и Пароли (элита) выявлено по 10 % растений с мозаичным закручиванием.

В частных секторах № 1 и 2 мозаичное закручивание имели 60 и 52 % растений, скручивание – 12 и 16 % соответственно. Кроме того, в частном секторе № 1 у 4 % растений выявлена крапчатость, у 2 % – морщинистая мозаика, а в частном секторе № 2 у 24 % растений обнаружена мозаика.

В целом по Гродненской области по результатам визуальной оценки в посадках картофеля преобладает мозаичное закручивание, далее следуют мозаика и скручивание, затем крапчатость. Растения, пораженные морщинистой и полосчатой мозаиками, встречаются редко.

Проведенный анализ ИФА на наличие скрытой вирусной инфекции показал, что наибольшее распространение в Гродненской области имеет вирус М, затем вирус S, далее – вирусы Y и X. Вирусы L и A не имеют широкого распространения (табл. 2).

Относительно благоприятная вирусологическая обстановка по наиболее распространенным вирусам в посадках картофеля Гродненской области наблюдается в Кореличском и Берестовицком районах. Наиболее пораженные вирусной инфекцией посадки картофеля выявлены в Слонимском и Гродненском районах. Максимальное количество пораженных растений картофеля вирусом X выявлено в Ошмянском и Слонимском районах – 38 и 33 % соответственно; вирусом Y – в Гродненском и Слонимском районах – 41 и 39 % соответственно; вирусом S – в Слонимском районе – 58 % и вирусом M также в Слонимском районе – 95 %. Поражение посадок картофеля вирусом L отмечено в Гродненском и Ошмянском районах – 7 и 0,8 % соответственно, вирусом A – в Гродненском и Лидском районах – 1 и 0,9 % соответственно.

В целом по области основное распространение имеют вирус M – 53,4 % и вирус S – 32,6 %. Распространенность вируса X составила 15,0 %, а вируса Y – 17,3 %. Вирусы L и A имеют локальное распространение.

В разрезе хозяйств наиболее благоприятная вирусологическая обстановка отмечена: в Ошмянском районе – КРУСХП «Экспериментальная база «Боруны», в

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Распространенность вирусов в посадках картофеля в Гродненской области, ИФА, 2018 г.

Хозяйства, сорта, репродукция	Поражено вирусами растений, %					
	X	Y	S	L	M	A
Ошмянский район						
КРУСХП «Экспериментальная база «Боруны» – сортосмесь	–	36	20	–	8	–
КСУП «Ошмянская Ясная Поляна» – сортосмесь	8	8	8	4	36	–
КСУП «Гольшаны»:						
Манифест (1-я репродукция)	–	–	8	–	8	–
Скарб (1-я репродукция)	–	–	28	–	16	–
Скарб (2-я репродукция)	30	10	80	–	40	–
Частный сектор:						
№ 1	92	24	60	–	52	–
№ 2	74		56	–	54	–
Итого по району	38	13	41	0,8	37	–
Лидский район						
КСУП «Лидский»:						
сортосмесь	59	70	96	–	100	–
Вектар (3-я репродукция)	40	–	40	–	90	–
Лидское РСУП «Можейково»:						
Манифест (супер-суперэлита)	–	–	56	–	22	–
Уладар (элита)	–	20	30	–	100	–
Скарб (1-я репродукция)	–	76	100	–	100	–
КСУП «Ходоровцы-Агро» – сортосмесь	4	–	4	–	70	4
Частный сектор:						
№ 1	8	–	26	–	74	–
№ 2	4	12	68	–	94	–
Итого по району	20	27	46	–	83	0,9
Гродненский район						
СПК им. В. И. Кремко:						
Гала (2-я репродукция)	–	–	10	–	2	–
Ред Скарлетт (1-я репродукция)	10	90	–	–	–	–
Скарб (1-я репродукция)	–	80	50	–	100	10
Вектар (1-я репродукция)	40	–	–	–	20	–
СПК «Свислочь»:						
Янка (1-я репродукция)	–	–	–	–	80	10
Скарб (1-я репродукция)	8	66	50	34	100	–
Вектар (1-я репродукция)	12	–	–	–	88	–
СПК им. Деньщикова – сортосмесь	14	86	100	28	76	–
Частный сектор:						
№ 1	–	4	92	–	100	–
№ 2	24	56	–	–	46	–
Итого по району	15	41	46	7	60	1
Слонимский район						
КСУП им. Держинского:						
Уладар (элита)	–	–	20	–	100	–
Журавинка (элита)	30	–	10	–	80	–
Янка (элита)	4	52	96	–	88	–
Манифест (элита)	30	–	10	–	80	–
РУСП «Новодевятковичи» – Волат (1-я репродукция)	28	–	4	–	56	–

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 2

Хозяйства, сорта, репродукция	Поражено вирусами растений, %					
	X	Y	S	L	M	A
Слонимское РУСП «Победитель» – сортосмесь	10	48	70	–	62	–
Частный сектор:						
№ 1	56	64	88	–	100	–
№ 2	40	32	64	–	92	–
Итого по району	33	39	58	–	95	–
Кореличский район						
СПК «Жуховичи»:						
Джувел (элита)	–	–	–	–	20	–
Гала (элита)	–	–	–	–	80	–
Манифест (1-я репродукция)	–	9	18	–	–	–
Крона (1-я репродукция)	–	10	24	–	36	–
КСУП «Цирин-Агро»:						
Бриз (1-я репродукция)	–	10	10	–	70	–
Вега (1-я репродукция)	–	–	20	–	80	–
Гала (1-я репродукция)	–	–	–	–	40	–
Скарб (элита)	–	30	40	–	80	–
ООО «НПП Ника»:						
Гала (суперэлита)	–	–	–	–	20	–
Пароли (элита)	–	–	64	–	9	–
Джувел (элита)	10	–	90	–	20	–
Частный сектор:						
№ 1	12	–	70	–	76	–
№ 2	56	12	56	–	4	–
Итого по району	11	4	34	–	50	–
Берестовицкий район						
РСУП «Олекшицы»:						
Манифест (элита)	–	–	67	–	94	–
Скарб (1-я репродукция)	–	12	24	–	48	–
КСУП «Малоберестовицкий элитхоз»:						
Янка (элита)	–	–	–	–	–	–
Манифест (суперэлита)	–	44	–	–	56	–
Рагнеда (суперэлита)	–	–	–	–	20	–
КСУП «Пограничный-Агро»:						
Янка (2-я репродукция)	–	–	–	–	80	–
Журавинка (2-я репродукция)	–	–	44	–	88	–
Манифест (элита)	–	–	–	–	80	–
Уладар (2-я репродукция)	–	–	–	–	–	–
Частный сектор:						
№ 1	–	44	48	–	80	–
№ 2	4	–	48	–	96	–
Итого по району	0,6	9	18	–	55	–
Итого по области	15,0	17,3	32,6	1,1	53,4	0,4

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Лидском – КСУП «Ходоровцы-Агро», в Берестовицком районе – КСУП «Малоберестовицкий элитхоз».

В Кореличском районе среди трех обследованных хозяйств – КСУП «Цирин-Агро», СПК «Жуховичи» и ООО «НПП Ника» – поражение посадок картофеля вирусными болезнями было приблизительно одинаковым и относительно небольшим, за исключением вирусов S и M. В Гродненском и Слонимском районах все обследованные хозяйства имели сильное поражение посадок картофеля вирусами.

ИФА-анализ на наличие андийских вирусов выявил кринивирус пожелтения жилок картофеля на единичных растениях в Ошмянском и Лидском районах, альфомовирус пожелтения картофеля – в Гродненском, Кореличском и Берестовицком районах. Наибольшее распространение альфомовируса пожелтения картофеля наблюдалось в Берестовицком районе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты визуального обследования показали, что наибольшее распространение в посадках картофеля в Витебской области имеет мозаичное закручивание, затем следуют мозаика, крапчатость и скручивание. В Гродненской области на первом месте по распространенности также находится мозаичное закручивание, на втором – скручивание. Крапчатость и мозаика встречаются приблизительно одинаково и имеют меньшее распространение. Распространение морщинистой и полосчатой мозаики как в Витебской, так и в Гродненской областях носит локальный характер.

Проведенный анализ ИФА на наличие скрытой вирусной инфекции в Витебской области показал, что наибольшее распространение имеет вирус S – 55,2 %, затем вирус M – 28,6, далее вирусы X – 25,2 и Y – 22,3 %. Вирусы A и L не имеют широкого распространения.

Наиболее свободными от скрытой вирусной инфекции в Витебской области являются Витебский и Оршанский районы. Однако в Оршанском районе больше чем в других выявлено вируса A – 19,3 %. В Витебском районе значительное количество образцов содержало вирус S. Неплохая ситуация складывается и в Глубокском районе, где количество растений, свободных от вирусной инфекции, составило 20,6 %. Далее следует Полоцкий район. Наибольшее количество пораженных вирусами растений выявлено в Верхнедвинском и Браславском районах. Максимальное количество растений, пораженных вирусами X, Y и M, отмечено в Браславском районе, вирусом A – в Оршанском, вирусами S и L – в Полоцком районе.

ИФА-анализ на наличие андийских вирусов показал пораженность небольшого количества растений альфомовирусом пожелтения картофеля в Полоцком, Оршанском и Витебском районах, андийским латентным вирусом картофеля в Полоцком и Оршанском районах.

Мониторинг вирусологической ситуации в Гродненской области показал, что в посадках картофеля наиболее часто встречается мозаичное закручивание. На втором месте по распространенности – скручивание. Крапчатость и мозаика встречаются приблизительно одинаково и имеют меньшее распространение. Тяжелые формы проявления вирусных болезней, таких как полосчатая и морщинистая мозаики, имеют незначительное распространение.

Проведенный анализ ИФА на наличие вирусной инфекции показал, что в целом по области основное распространение имеют вирусы M – 53,4 % и S – 32,6 %. Распространенность вируса X составила 15,0 %, Y – 17,3 %, вирусы L и A имеют локальное распространение.

Относительно благоприятная вирусологическая обстановка наблюдается в Кореличском и Берестовицком районах. Наиболее поражены вирусами посадки картофеля в Слонимском и Гродненском районах. Максимальное количество растений картофеля, пораженных вирусом X, выявлено в Ошмянском и Слонимском районах – 38 и 33 % соответственно; вирусом Y – в Гродненском и Слонимском районах – 41 и 39 % соответственно; вирусом S – в Слонимском районе – 58 % и вирусом M также в Слонимском районе – 95 %. Поражение посадок картофеля вирусом L отмечено в Гродненском и Ошмянском районах – 7 и 0,8 % соответственно, вирусом A – в Гродненском и Лидском районах – 1,0 и 0,9 % соответственно.

ИФА-анализ на наличие андийских вирусов показал присутствие кринивируса пожелтения жилок картофеля в Ошмянском и Лидском районах, альфомовируса пожелтения картофеля – в Гродненском, Кореличском и Берестовицком районах.

Список литературы

1. Schuhman, P. Auswirkungen des Virusbesatzes auf die Höhe des Knollenertrages / P. Schuhman // Kartoffelbau. – 1994. – Bd 45. – S. 238–241.
2. Блоцкая, Ж. В. Вирусные, виroidные и фитоплазменные болезни картофеля / Ж. В. Блоцкая. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 119 с.
3. Инструкция по использованию иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля / Рос. с.-х. академия, НПО по картофелеводству. – Коренево, 1993. – 9 с.
4. Le Romancer, M. Biological characterization of various geographical isolates of potato virus Y inducing superficial necrosis on potato tubers / M. Le Romancer, C. Kerlan, M. Nedellec // Plant Pathology. – 1994. – Vol. 43. – P. 138–144.
5. Вайдемманн, Х. Л. Новый опасный штамм вируса Y картофеля в Европе / Х. Л. Вайдемманн, Д. Шпаар, Ж. В. Блоцкая // Вес. ААН Рэсп. Беларусь. – 1999. – № 1. – С. 48–51.
6. Potato diseases (diseases, pests and defects) / A. Mulder [et al.] // NIVAP. – 2005. – 280 p.

Поступила в редакцию 11.09.2018 г.

V. A. KOZLOV, N. V. RUSETSKIY, A. V. CHASHINSKIY

PREVALENCE AND POPULATIONS STRUCTURE RESEARCH OF VIRAL POTATOES DISEASES IN VITEBSK AND GRODNO REGIONS

SUMMARY

The research results of prevalence and population structure of viral potatoes diseases in Grodno and Vitebsk regions are reported in the article. The most widespread viruses in these regions are S and M, then Y and X. Viruses L and A are the least widespread. The most favorable virological situation in Vitebsk region is in Vitebsk and Orsha districts, in Grodno region is in Korelichi and Berestovitsa districts.

Key words: potatoes, variety, viral diseases, reproduction, ELISA, Grodno region, Vitebsk region, Belarus.

Э. И. Коломиец¹, И. Н. Ананьева¹, О. В. Молчан¹, И. И. Бусько²

¹ ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск

² РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: ananeva@mbio.bas-net.by

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ КОМПЛЕКСА БОЛЕЗНЕЙ ГРИБНОЙ И БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭТИОЛОГИИ

РЕЗЮМЕ

В статье показаны экологические основы использования микроорганизмов в технологиях выращивания картофеля для обеспечения эффективного контроля фитопатогенов и снижения потерь при хранении продукции. Представлены результаты по оценке эффективности биологического препарата Бактосол, предназначенного для защиты картофеля от болезней во время вегетации и хранения.

Ключевые слова: биопрепарат, антагонистическая активность, антимикробные метаболиты, *Bacillus subtilis*, фитопатогенные микроорганизмы, картофель.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель относится к числу важнейших сельскохозяйственных культур Беларуси. Однако получению высоких и стабильных урожаев клубней в значительной степени препятствуют болезни. В настоящее время возросла вредоносность фитофтороза, альтернариоза, всех видов парши, черной ножки, участились случаи появления кольцевой гнили – особенно опасного бактериального заболевания картофеля [1, 4]. Вследствие этого ежегодные потери урожая составляют более 30 % [5, 6]. Мероприятия, направленные на борьбу с болезнями растений, должны быть спланированы так, чтобы войти не только во все элементы технологического процесса возделывания картофеля, но и его хранения. Размножение культуры клубнями способствует передаче и накоплению из года в год многих фитопатогенных микроорганизмов. Больные клубни, как правило, попадая из хранилища в поле, становятся источником распространения большинства заболеваний, а поражение ботвы во время вегетации – одна из причин их загнивания при хранении. Кроме того, механические повреждения клубней при уборке урожая являются одной из причин высоких потерь при хранении.

Для подавления развития болезней картофеля в период вегетации растений и во время хранения клубней наиболее действенным и эффективным способом является обработка химическими препаратами. Этот метод в условиях крупных хозяйств является преобладающим. В то же время способ защиты растений с помощью химических препаратов вызывает обоснованные опасения специалистов с точки зрения биологической, экологической и медицинской безопасности окружающей среды. Кроме того, эффект, производимый химическими средствами защиты растений, недолговечен из-за развития резистентных форм патогенов [7]. Для обеспечения экономической безопасности сельскохозяйственного производства требуется сокращение объема использования

химических средств защиты. В качестве альтернативы им особого внимания заслуживает применение новых экологически безопасных препаратов, создающих условия для повышения устойчивости картофеля к болезням в период вегетации и снижения пораженности патогенами клубней в период длительного хранения.

На сегодняшний день в мире накоплен определенный опыт по использованию экологически безопасных микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов для защиты картофеля от болезней [8, 11]. Однако количество зарегистрированных биопрепаратов незначительно, а их действие преимущественно направлено на контроль фитопатогенных грибов.

Для решения данной проблемы в Институте микробиологии НАН Беларуси разработана и внедрена в производство технология получения и применения отечественного биопрепарата Бактосол, обеспечивающего высокоэффективную защиту картофеля от болезней грибной и бактериальной этиологии в период вегетации и во время хранения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве основного объекта исследования использован штамм спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-732 Д.

Штамм бактерий *B. subtilis* БИМ В-732 Д поддерживали на мясо-пептонном агаре (МПА) (количество агар-агара – 1,2 %). Перевивку культуры производили 1 раз в 6 месяцев. Глубинное культивирование осуществляли на питательной среде следующего состава (г/л): меласса – 30; $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ – 4; NaH_2PO_4 – 1; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,1; $(NH_4)_2SO_4$ – 1,5; H_2O – до 1 л.

Для определения антагонистической активности исследуемой культуры в качестве тест-объектов использованы штаммы фитопатогенных грибов *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sambucinum*, *Fusarium solani* и бактерии *Pectobacterium atrosepticum*. Тест-культуры фитопатогенов выращивали в колбах Эрленмейера на жидкой картофельно-глюкозной среде (КГ) на качалке в течение 2–4 суток. Фитопатогенные грибы и бактерии поддерживали на агаризованной картофельно-глюкозной среде (КГА, количество агар-агара – 1,2 %).

Первичный отбор бактерий-антагонистов проводили методом точечного тестирования, идентификацию наиболее активных бактериальных штаммов – по общепринятым методикам [12].

Для изучения влияния экссудата бактерий-антагонистов на прорастание конидий фитопатогенных грибов бактерии культивировали в колбах с 50 мл среды Мейнелла в течение 24 ч при 28 °С на качалке. Затем проводили центрифугирование (10 мин, 4800 г) 20 мл культуральной жидкости с последующим шприцевым фильтрованием фугата (диаметр пор 0,20 μm). В пробирки Эппендорфа (1,5 мл) помещали по 1 мл полученного фильтрата и по 0,5 мл суспензии спор гриба (5×10^4). В качестве контроля вместо фильтрата вносили 1 мл стерильной среды Мейнелла. Пробирки затем инкубировали в темном помещении на качалке в течение 24 ч при 28 °С.

Для оценки фунгитоксичных свойств бактериального фильтрата конидии осаждали центрифугированием (3200 об/мин, 5 мин), трижды промывали стерильной средой Мейнелла и инкубировали еще 48 ч в тех же условиях. Степень прорастания конидий оценивали под микроскопом. Конидия считалась проросшей, если длина проростка была не менее 1,5 длины самой конидии. Ингибирование прорастания конидий рассчитывали следующим образом: [(число проросших конидий в контроле – число проросших конидий в фильтрате) / число проросших конидий в контроле] $\times 100$ %. Подсчет клеток осуществляли с помощью камеры Горяева.

Метод агаровых пластинок использовали для оценки антагонистического действия метаболитов на развитие мицелия и прорастание спор фитопатогенных грибов.

Для этого на КГА, залитом мерно в чашки Петри, наносили агаровую пластинку толщиной 2 мм, которую засекали испытуемой культурой антагониста. Чашку инкубировали 6 суток при 28 °С. После инкубации верхнюю агаровую пластинку удаляли из чашки и на поверхность оставшейся в чашке среды с продиффундировавшими в нее метаболитами испытуемой культуры наносили, в зависимости от эксперимента, мицелий или споры фитопатогенных грибов. Контролем служили чашки Петри с тест-организмами, нанесенными на среду без метаболитов испытуемой культуры. Влияние метаболитов на мицелий фитопатогенных грибов оценивали по разнице в размерах колоний тест-культур в опыте и контроле, а результат выражали в процентах. Процент прорастаемости спор определяли по формуле

$$P = (A \times 100) / B,$$

где А – количество проросших спор, шт.;

В – общее количество просмотренных спор, шт.

Испытания биологической эффективности биопрепарата Бактосол против болезни картофеля проводили согласно Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При разработке биологических средств защиты важным этапом работы является поиск штаммов микроорганизмов, способных контролировать рост широкого спектра патогенных объектов. Для растений картофеля наиболее распространенными возбудителями болезни являются *Phytophthora infestans*, *Colletotrichum coccodes*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* и *Pectobacterium atrosepticum*. Для решения указанной задачи из различных образцов биоматериала выделили свыше 1000 изолятов. Сравнительная оценка их антагонистической активности позволила отобрать только 36 изолятов (около 4 % от общего количества), которые в той или иной степени обладали способностью подавлять развитие фитопатогенных микроорганизмов. Наибольшей антимикробной активностью в отношении фитопатогенных грибов *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. solani* и бактерий *P. atrosepticum* обладал изолят 17, который взяли за основу для дальнейших исследований.

На следующем этапе работы с целью идентификации изучили культурально-морфологические и физиолого-биохимические свойства изолята 17. Установлено, что исследуемые бактерии представляют собой грамположительные подвижные палочки размером 0,6–0,7×1,0–1,3 мкм с округлыми концами, эллипсоидная эндоспора расположена в клетке центрально, спорангиум не раздут. Бактерии образуют на мясопептонном агаре округлые колонии диаметром 3–5 мм серо-белого цвета, плоские, шероховатые, матовые с зубчатым краем. Исследуемый штамм является облигатным аэробом, обнаруживает положительную реакцию в тестах на каталазу, Фогес-Проскауэра, активно разжижает желатин, восстанавливает нитраты до нитритов, гидролизует крахмал, утилизирует цитраты. Анализ дифференцирующих признаков бактериального изолята 17 позволил идентифицировать его как *Bacillus subtilis*. Штамм депонирован в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси под регистрационным номером *B. subtilis* БИМ В-732 Д.

Обобщая материал, полученный в ходе выполнения экспериментальных работ по выделению и отбору бактерий с высокой антагонистической активностью к возбудителям болезней картофеля, установлено, что штамм *B. subtilis* БИМ В-732 Д по своим антагонистическим свойствам может найти практическое применение для биологического

контроля возбудителей болезней картофеля. Данное обстоятельство указывает на целесообразность проведения дальнейших исследований, направленных на изучение фитозащитного потенциала и биотических взаимоотношений отобранного штамма с фитопатогенами как основы создания нового биопрепарата.

Нами проведены исследования по оценке особенностей биотических взаимоотношений *B. subtilis* БИМ В-732 Д с фитопатогенными грибами рода *Fusarium*. Антагонистическое действие бактерий на процессы прорастания спор и развития мицелия фитопатогенных грибов, вызывающих болезни картофеля, оценивали в опытах *in vitro* с использованием различных методических подходов, позволяющих более полно выявить особенности взаимодействия бактерий-антагонистов с фитопатогенами.

Для изучения воздействия антифунгальных метаболитов *B. subtilis* БИМ В-732 Д на прорастание конидий и морфогенез фитопатогенных грибов был использован метод агаровых пластинок, с помощью которого удалось проследить ингибирующий эффект метаболитов культуры на тест-объект. Критерием оценки служила степень ингибирования развития грибного мицелия при его радиальном росте в чашке Петри с бактериальной культурой (рис. 1).

На рисунке показано, что под влиянием культуральной жидкости (КЖ) *B. subtilis* БИМ В-732 Д происходит деформация мицелия грибов, сопровождающаяся вакуолизацией гиф, появлением опухлеобразных вздутий и нарушением строения цитоскелета (рис. 2).

Изменения в морфологии фитопатогенов ведут к нарушению нормального цикла их развития и потере репродуктивной функции. Под воздействием метаболитов *B. subtilis* БИМ В-732 Д происходит ингибирование прорастания конидий *F. oxysporum*, *F. sambucinum* и *F. solani* на 83, 77 и 74 % соответственно. Данные спектрофотометрических исследований бактериальных метаболитов показали, что УФ-спектр бесклеточной КЖ *B. subtilis* БИМ В-732 Д имеет максимумы поглощения в области 285 нм и 328–385 нм, что характерно для антибиотиков полипептидной и полиеновой природы.

Таким образом, представленные данные указывают на перспективность использования данной культуры в качестве агента биологического контроля патогенов и целесообразность разработки технологии получения на его основе препарата для защиты картофеля от болезней. В связи с этим дальнейшие работы были направлены на оптимизацию состава питательной среды и отработку технологических параметров культивирования

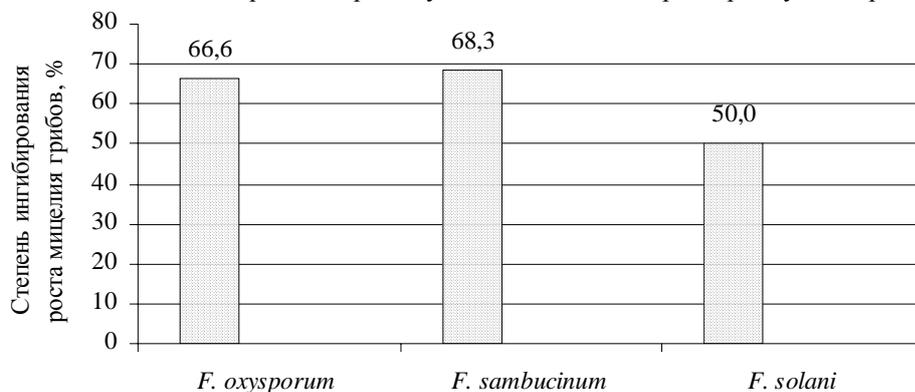
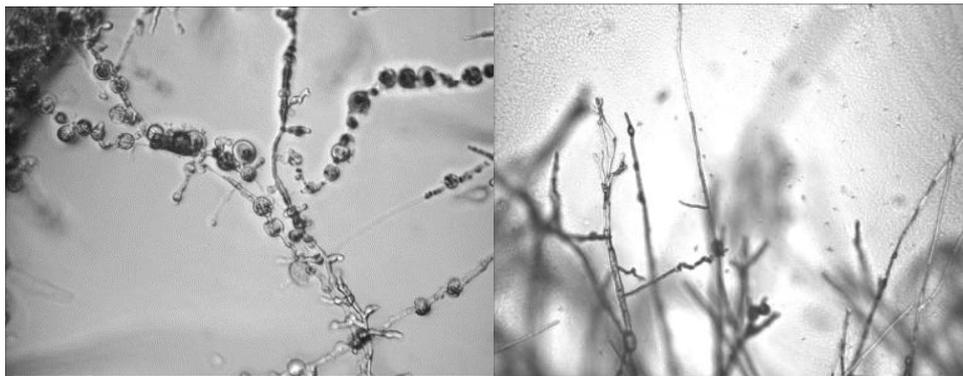
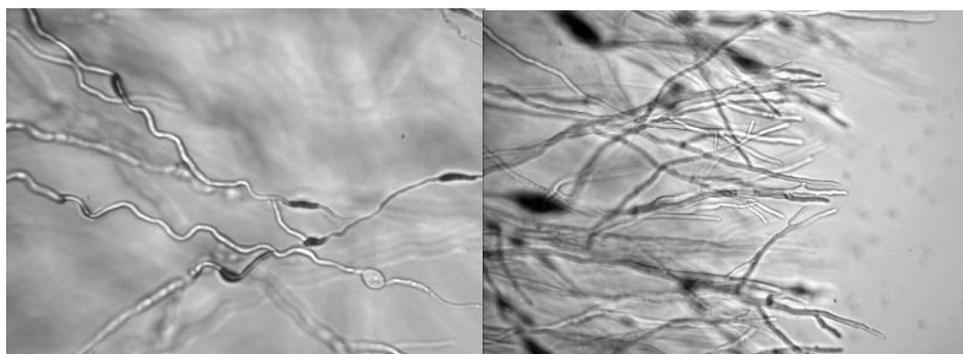


Рисунок 1 – Влияние метаболитов *B. subtilis* БИМ В-732 Д на рост мицелия *F. oxysporum*, *F. sambucinum* и *F. solani*

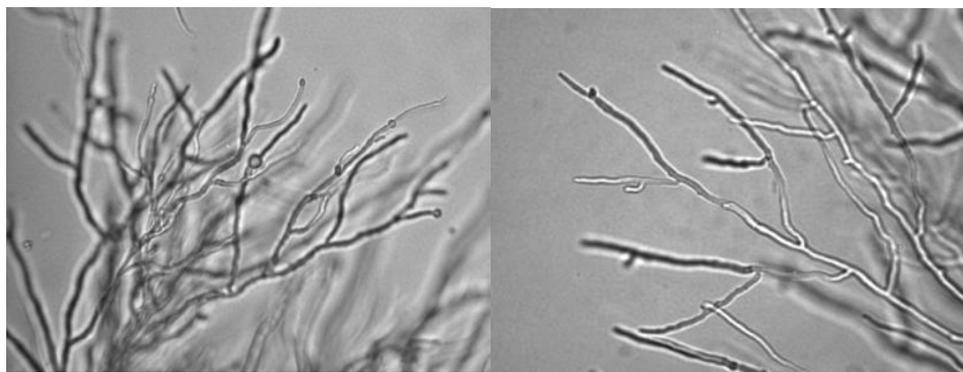
F. oxysporum



F. sambucinum



F. solani



ОПЫТ

КОНТРОЛЬ

Рисунок 2 – Изменения морфологии мицелия *F. oxysporum*, *F. sambucinum* и *F. solani* под воздействием метаболитов *B. subtilis* БИМ В-732 Д

культуры в лабораторных и опытно-промышленных условиях, что позволило разработать технологию получения биопрепарата Бактосол, которая подтверждена нормативно-технической документацией (ОПР-13/2013 на производство биопестицида Бактосол и ТУ ВУ100289066.094-2012 «Биопестицид Бактосол»).

Проведенные комплексные исследования эффективности применения биологического препарата Бактосол в полевых условиях позволили установить его высокую эффективность в отношении грибных и бактериальных возбудителей болезней картофеля: предпосевная обработка клубней препаратом с нормой расхода 1 л/т клубней позволяет снизить развитие ризоктониоза на ростках на 55–61 %, обработка вегетирующих растений в 2 %-й концентрации препарата (6 л/га) – снизить развитие фитофтороза на 62,5–63,1 %, альтернариоза – на 49,0–53,3 %. За счет снижения развития болезней максимальная прибавка урожая составила 13,7 т/га, или 60,6 % по отношению к варианту без применения препаратов. Высокая биологическая эффективность биопрепарата Бактосол установлена при его применении с нормой расхода 0,5 л/т клубней перед закладкой на хранение: 53–83 % против фузариозной сухой, антракнозной, мокрой бактериальной и раневой водянистой гнилей.

На основе проведенных исследований разработана технология применения биопрепарата Бактосол для защиты картофеля во время вегетации и хранения от болезней, согласно которой рекомендуется проводить обработку клубней перед закладкой в хранилище и перед посадкой в 10 %-й концентрации и вегетирующих растений картофеля путем опрыскивания в 2 %-й концентрации с нормой расхода рабочего раствора 300 л/га. В посадках картофеля первую обработку против фитофтороза рекомендуется проводить в фазе смыкания ботвы в рядах до появления признаков болезни как профилактическую, последующие (5 обработок) – через 7–10 дней.

Биопрепарат Бактосол зарегистрирован в ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» Республики Беларусь в качестве биологического средства защиты картофеля от болезней во время вегетации и хранения (удостоверение № 06-0086 от 17 декабря 2014 г.) и разрешен к использованию на территории Республики Беларусь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представленные данные служат подтверждением того, что при условии глубокого понимания механизмов биотических отношений микроорганизмов-антагонистов и патогенов биологические средства защиты растений могут контролировать развитие возбудителей болезней столь же эффективно, как и химические пестициды, не нанося при этом вреда окружающей среде. Вместе с тем необходимо заметить, что на первоначальных этапах перехода к экологичному производству биологические средства защиты растений от болезней нельзя полностью противопоставлять известным средствам химизации, так как положительных результатов можно достичь только при комплексном использовании всех средств, не подавляя регулирующей силы самой природы. Биологический метод должен стать необходимым компонентом интегрированной защиты растений, конечная цель которой – создание продуктивных агроэкосистем с управляемыми популяционными отношениями фитопатогенов и их антагонистов, приближающихся по устойчивости к природным саморегулирующимся экосистемам. Введение биологических препаратов в интегрированные системы защиты картофеля позволит существенно снизить объемы применения химических фунгицидов, а также будет способствовать накоплению и активации естественных микробов-антагонистов и их успешной конкуренции с фитопатогенами.

Список литературы

1. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадыев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
2. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / под ред. С. Н. Еланского. – М.: Картофелевод, 2009. – 272 с.
3. Кузнецова, М. А. Защита картофеля / М. А. Кузнецова // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2007. – № 5. – С. 62–102.
4. Рекомендации по защите картофеля от клубневых гнилей во время хранения / С. А. Турко [и др.]. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодово-овощеводству», 2010. – 56 с.
5. Сатарова, Т. Г. Экологически безопасные биологические способы защиты картофеля от фитофтороза при вегетации и хранении: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Т. Г. Сатарова; Ульяновский гос. ун-т. – Ульяновск, 2009. – 16 с.
6. Биопрепараты в защите картофеля от болезней / Л. И. Пусенкова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2010. – № 10. – С. 26–28.
7. Штерншис, М. В. Биологическая защита растений: учебник / М. В. Штерншис, И. В. Андреева, О. Г. Томилова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2018. – 332 с.
8. Шестеперов, А. А. Вопросы защиты картофеля от вредных организмов в хозяйствах разного типа / А. А. Шестеперов, А. А. Кузьмичев // Главный агроном. – 2005. – № 9. – С. 54–57.
9. Ишкинина, Ф. Ф. Влияние биопрепаратов на хранение клубней картофеля / Ф. Ф. Ишкинина, И. Н. Аминев, М. М. Хайбуллин // Вестн. ОГУ. – 2013. – № 10 (159). – С. 193–194.
10. Биологическая эффективность препаративных форм на основе микробов-антагонистов для защиты картофеля от болезней при вегетации и хранении / И. И. Новикова [и др.] // Вестн. защиты растений. – 2015. – № 4 (86). – С. 12–19.
11. Смирнов, О. В. Многоцелевое действие биопрепаратов / О. В. Смирнов // Защита и карантин растений. – 2006. – № 2. – С. 20–21.
12. Добровольская, Т. Г. Методы оценки бактериального разнообразия почв и идентификации почвенных бактерий / Т. Г. Добровольская, И. Н. Скворцова, Л. В. Лысак. – М.: МАКС Пресс, 2003. – 121 с.

Поступила в редакцию 05.09.2018 г.

E. I. KOLOMIETS, I. N. ANANYEVA, O. V. MOLCHAN, I. I. BUSKO

ECOLOGICAL PRINCIPLES FOR POTATOES PROTECTION FROM FUNGAL AND BACTERIAL DISEASES IN ETIOLOGY

SUMMARY

Ecological basic has been demonstrated for microorganisms in potatoes cultivation technologies to ensure effective control of phytopathogens and reduction of losses in the course of tuber storage. The results of estimated efficiency of biopreparation Bactosol for control potato diseases during vegetation and post-harvest periods are presented.

Key words: biopreparation, antagonistic activity, antimicrobial metabolites, *Bacillus subtilis*, phytopathogenic microorganisms, potatoes.

УДК 635.21:632.95

В. А. Рылко, В. Р. Кажарский, М. В. Потапенко

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Горки, Могилевская область

E-mail: vital_rylko@rambler.ru

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ
КОМПАНИИ BAYER AG НА КАРТОФЕЛЕ****РЕЗЮМЕ**

В статье приведены результаты исследований по оценке эффективности применения пестицидов компании Bayer AG на картофеле. Изучено их воздействие на фитосанитарную ситуацию в посадках культуры, биологическая и хозяйственная эффективность. Установлено, что лучший результат обеспечивает комплексное использование протравителя Эместо Квантум, гербицида Зенкор Ультра и фунгицидов Консенто и Инфинито.

Ключевые слова: картофель, средства защиты растений, протравитель, гербицид, фунгицид, биологическая эффективность, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

В 2017 г. в Республике Беларусь в хозяйствах всех категорий произведено 6,4 млн т картофеля. С 1 га убранной площади получено 232 ц данной культуры (в сельскохозяйственных организациях – 291 ц) [2]. И хотя это рекордная урожайность за последнее время, потенциал культуры в условиях республики раскрыт далеко не полностью. Одним из основных факторов получения стабильных урожаев картофеля является обеспечение эффективной защиты культуры от вредных организмов. Роль вредителей, болезней и сорняков и их соотношение в агроценозе картофельного поля в последние годы изменились. Возросла вредоносность многих широко распространенных болезней – фитофтороза, альтернариоза, всех видов парши, ризоктониоза, черной ножки, вирусоза картофеля, а также вредителей – проволочника, колорадского жука [3]. Ассортимент химических препаратов для борьбы с вредными организмами в растениеводстве постоянно пополняется. Исходя из этого, особую актуальность представляет разработка высокоэффективных комплексных программ применения пестицидов в посевах сельскохозяйственных культур в целом и картофеля в частности. Таким образом, целью наших исследований стала оценка эффективности программы защиты картофеля, основанная на применении пестицидов компании Bayer AG.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2015–2017 гг. со среднеранним сортом Манифест. Почва участка, на котором возделывался картофель, вполне пригодна для культуры. В полевых опытах предшественником для картофеля был яровой ячмень. В основное удобрение вносили 1,5 ц/га мочевины, 2,0 ц/га аммофоса, 2,0 ц/га хлористого калия, 40 т/га навоза.

Погодные условия в годы проведения опытов существенно различались между собой как по термическим показателям, так и по количеству выпадавших в течение вегетации осадков, что позволило объективнее оценить эффективность изучаемых препаратов.

В наших исследованиях использовались следующие препараты:

Эместо Квантум – инсекто-фунгицидный протравитель клубней для защиты от широкого спектра вредителей и болезней (проволочник, колорадский жук, виды тлей и другие вредители; ризоктониоз, серебристая парша). Содержит два действующих вещества: клотианидин и пенфлуфен.

Зенкор Ультра (метрибузин) – селективный системный гербицид широкого спектра действия для борьбы с двудольными и однолетними злаковыми сорняками. Может использоваться как до всходов, так и по взошедшим сорнякам.

Инфинито – фунгицид для защиты картофеля от фитофтороза всех типов, содержащий флуопиколид и пропамокарб гидрохлорид.

Консенто – комбинированный системно-трансламинарный фунгицид для контроля фитофтороза, альтернариоза и пероноспороза. Содержит пропамокарб гидрохлорид и фенамидон [1].

Опыт включал следующие варианты:

1. Контроль (без пестицидов);
2. Гербицид (Зенкор Ультра, 1,2 л/га);
3. Гербицид (Зенкор Ультра, 1,2 л/га) + фунгициды (Консенто, 2 л/га и Инфинито, 1,6 л/га – 4 обработки, чередование в зависимости от погодных условий);
4. Протравитель (Эместо Квантум, 0,35 л/т) + гербицид (Зенкор Ультра, 1,2 л/га) + фунгициды (Консенто, 2 л/га и Инфинито, 1,6 л/га – 4 обработки, чередование в зависимости от погодных условий).

В полевом опыте каждый вариант высаживался отдельными проходами сажалки. Учеты фитосанитарного состояния посадок проводились по общепринятым методикам. Засоренность посадок оценивалась через 30 дней после внесения гербицида в опытном варианте и перед уборкой, развитие заболеваний – по основным фенологическим фазам культуры. Учет продуктивности растений проводился перед уборкой поустно в четырехкратной повторности – по 40 кустов с каждого рядка в различных ярусах посадки. Биологическая урожайность определялась умножением средней продуктивности куста в варианте на расчетную густоту стояния растений (50 тыс/га). Содержание крахмала в клубнях определялось по удельному весу.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наличие сорных растений имеет особое значение в агроценозах пропашных культур, где их вредоносность значительно возрастает. Поскольку состав сорняков и закономерности их распределения по удельному весу во все годы наших исследований кардинально не отличались, приведем усредненные данные (табл. 1).

Анализ засоренности в контроле показал, что общая численность сорняков в первом учете в среднем составила 109,1 шт/м², тип засоренности – малолетниковый. В разные годы преобладающими сорными растениями были малолетние двудольные – подмаренник цепкий, фиалка полевая, пикульник обыкновенный, торица полевая, ярутка полевая, ромашка непахучая, горец вьюнковый и марь белая. Из однодольных малолетних в ценозе присутствовало куриное просо – в среднем 27,2 шт/м².

Применение гербицида Зенкор Ультра до всходов позволило через 30 дней после его внесения снизить численность сорных растений на 98,2 %. Максимальная биологическая эффективность (100 %-я гибель) отмечалась практически по всем видам. Эффективность по отношению к ромашке непахучей составила 97,6 %, а по куриному просу – 90,7 %.

Учет засоренности перед уборкой картофеля показал, что общая численность сорных растений на контроле составила в среднем 115,9 шт/м². Защитное действие от

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида (средние данные за три года)

Сорняки	Засоренность, шт/м ²				Биологическая эффективность гербицида, %	
	Контрольный вариант		Опытный вариант			
	1 учет	2 учет	1 учет	2 учет	1 учет	2 учет
Всего	109,1	115,9	2,0	7,1	98,2	93,9
В том числе:						
ромашка непахучая	10,0	10,0	0,2	0,9	97,6	90,6
марь белая	9,2	11,8	0	0,2	100	98,2
редька дикая	6,9	5,2	0	0,3	100	93,3
горец вьюнковый	12,8	10,1	0	0,7	100	93,1
пикульник обыкновенный	11,2	14,0	0	0,3	100	98,2
ярутка полевая	10,3	7,3	0	0,3	100	95,8
куриное просо	27,2	34,7	2,5	4,9	90,7	86,1
торица полевая	18,2	10,3	0	0,4	100	95,9
дымянка аптечная	6,3	7,8	0	0	100	100
подмаренник цепкий	18,0	10,1	0	0	100	100
фиалка полевая	21,8	6,3	0	0	100	100
пастушья сумка	9,1	21,0	0	1,0	100	95,2

применения гербицида Зенкор Ультра, проявившееся при первом учете, сохранилось. Биологическая эффективность препарата составила 93,9 % по численности сорняков. В варианте с его применением во все годы исследований отсутствовали дымянка аптечная, подмаренник цепкий, фиалка полевая, в отдельные годы – марь белая, редька дикая, горец вьюнковый, пикульник обыкновенный, ярутка полевая, торица полевая. Снижающий эффект по двудольным видам составил 90,6–100,0 %. Минимальный показатель биологической эффективности препарата отмечен по растениям куриного проса – 86,1 % в среднем за три года.

На развитие заболеваний растений картофеля оказали закономерное влияние различные погодные условия вегетационных периодов. В условиях сухого 2015 г. оценка развития фитофтороза и альтернариоза показала депрессивное развитие заболеваний даже при отсутствии обработок фунгицидами. На фоне такого фитосанитарного состояния посевов биологическая эффективность предложенной программы применения фунгицидов была достаточно высокой. Так, в отношении фитофтороза в динамике по четырем учетам она составила 64,7–100,0 %, а в отношении альтернариоза – 60,2–91,3 %.

В 2016 г. учеты показали интенсивную динамику развития обоих заболеваний в контрольном варианте. Несмотря на погодные условия, достаточно благоприятные для фитофтороза (пониженные ночные температуры, обилие осадков), развитие альтернариоза по сравнению с фитофторозом было несколько более ранним и явилось основанием для начала применения фунгицидов. К концу цветения и через 10 дней после него развитие альтернариоза достигло 43,2 %, а фитофтороза – 50,2 %. В этих условиях применение фунгицидов показало достаточно высокую эффективность. Так, согласно наблюдениям в отношении фитофтороза эффективность в динамике по четырем учетам постепенно снижалась с 97,1 до 63,9 %, а в отношении альтернариоза – с 86,6 до 55,1 %.

В 2017 г. отмечено позднее начало и интенсивное развитие обоих заболеваний – оно практически совпало и пришлось на момент третьей обработки фунгицидами в период начала цветения. На данный период развитие фитофтороза в контроле было на уровне 1,8 %, а альтернариоза – 5,2 %. Однако к началу августа (в фазе конца цветения) фитофтороз охватил 19 % листовой поверхности, а альтернариоз – лишь 9,5 %, а еще

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

через 10 дней, 13 августа, наблюдалась эпифитотия фитофтороза (68,7 %) и лишь умеренное развитие альтернариоза (12,8 %). Применение фунгицидов позволило к моменту начала естественного отмирания ботвы сохранить 77,8 % листовой поверхности в здоровом состоянии, обеспечив при этом биологическую эффективность против фитофтороза на уровне 74,8 %, а в отношении альтернариоза – 61,7 %.

Средние данные по эффективности применения фунгицидов за три года исследований приведены в таблице 2.

Применение протравителя посадочного материала Эместо Квантум обеспечивало полную эффективность против колорадского жука и ризоктониоза, а также снижение количества клубней, поврежденных проволочником – на 59–72 %, распространение парши серебристой – на 52–62, ее развитие – на 68–84 %.

Закономерности влияния препаратов на продуктивность растений, структуру урожайности и качество клубней в годы исследований также были аналогичными. Отличия данных параметров по годам обуславливались в основном погодой. Так, в 2015 и 2017 гг. растения одноименных вариантов показали примерно одинаковую продуктивность, в 2016 г. – значительно ниже. Средние данные приведены в таблице 3.

Применение средств защиты, особенно протравителей, обеспечивало сохранение большего количества стеблей, следовательно, образование и развитие большего количества клубней. Количество дочерних клубней было минимальным в контрольном варианте (10,6 шт/куст), максимальным – в варианте с протравителем (13,0 шт/куст). В вариантах с применением только Зенкора Ультра и Зенкора Ультра с фунгицидами этот показатель практически не отличался (11,6–11,7 шт/куст). При увеличении общего количества клубней по сравнению с контрольным вариантом наблюдается также увеличение количества крупных клубней (с 4,1 до 6,0 шт/куст) и уменьшение количества мелких (с 3,2 до 2,5 шт/куст).

Индивидуальная продуктивность растений также существенно повышалась от контрольного варианта к вариантам с дополнительной защитой растений – с 690,7 г/куст в контроле до 1218,6 г/куст в варианте с полной защитой. При этом увеличивался выход средних и крупных клубней. В процентном выражении в 4 варианте также был наибольший удельный вес крупных клубней и наименьший – мелких. В итоге здесь была самой высокой средняя масса одного клубня (92,7 г), а минимальная – в контрольном варианте (64,0 г).

Расчетная биологическая урожайность также поступательно увеличивалась от контрольного варианта по мере совершенствования системы защиты и максимальной оказалась в варианте 4 – с применением гербицида, протравителя и фунгицидов (609,3 ц/га). Товарность урожая при этом возросла с 88,1 до 94,2 %.

На содержание крахмала в клубнях нового урожая во все годы исследований положительно сказывалось применение фунгицидов. В варианте без протравителя

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицидов (средние данные за три года)

Сроки учета	Развитие заболевания, %				Биологическая эффективность фунгицидов, %	
	Контрольный вариант		Опытный вариант		Фитофтороз	Альтернариоз
	Фитофтороз	Альтернариоз	Фитофтороз	Альтернариоз		
Начало бугонизации	3,4	4,5	0,1	0,5	97,1	89,0
Начало цветения	4,6	15,3	0,2	3,2	95,6	79,0
Конец цветения	24,0	19,6	4,8	6,4	79,9	67,3
10 дней после цветения	41,9	21,9	13,5	9,0	67,8	59,0

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Показатели продуктивности и качества урожая картофеля (средние данные за три года)

Показатели	Вариант			
	Контроль	Зенкор Ультра, 1,2 л/га	Зенкор Ультра, 1,2 л/га + Консенто, 2 л/га (2 обработки) + Инфинито, 1,6 л/га (2 обработки)	Эместо Квантум, 0,35 л/т + Зенкор Ультра, 1,2 л/га + Консенто, 2 л/га (2 обработки) + Инфинито, 1,6 л/га (2 обработки)
Число стеблей, шт/куст	3,7	4,4	4,1	5,1
Число клубней, шт/куст:				
общее	10,6	11,7	11,7	13,0
> 60 мм	4,1	4,4	4,5	6,0
40–60 мм	3,3	4,2	4,1	4,5
< 40 мм	3,2	3,1	3,0	2,5
Масса клубней, г/куст:				
общая	690,7	830,3	920,3	1218,6
> 60 мм	434,1	512,3	566,2	861,5
40–60 мм	188,1	253,2	279,0	294,2
< 40 мм	68,5	64,8	75,1	62,9
Масса клубней, %:				
> 60 мм	56,4	59,5	59,1	66,0
40–60 мм	31,7	31,5	32,1	28,2
< 40 мм	11,9	9,0	8,8	5,8
Средняя масса клубня, г	64,0	71,1	78,6	92,7
Биологическая урожайность, ц/га	345,4	415,2	460,2	609,3
Товарность, %	88,1	91,0	91,2	94,2
Содержание крахмала, %	13,1	13,3	14,7	14,2

(гербицид + фунгициды) крахмалистость в среднем составила 14,7 %, в комбинации с протравителем (протравитель + гербицид + фунгициды) – 14,2 %. Данные показатели выше по сравнению с контрольным вариантом на 1,6 и 1,1 % соответственно.

В 2016 г. нами также был оценен эффект последствия изучаемых препаратов. В варианте с применением в 2015 г. полной защиты растений всхожесть клубней в 2016 г. составила 100 %, в остальных – 62,0–90,0 %. В итоге биологическая урожайность в данном варианте оказалась выше на 7,5–57,8 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, рассмотренные средства защиты картофеля позволяют повысить урожайность сорта Манифест на 25–43 %. При этом максимальную биологическую и хозяйственную эффективность обеспечивает применение полной программы защиты, включающей протравитель Эместо Квантум, гербицид Зенкор Ультра и фунгициды Инфинито и Консенто в рекомендуемых нормах.

Список литературы

1. Каталог средств защиты растений и гибридов рапса, 2014 / Bayer CropScience, 2014. – 160 с.
2. О производстве продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий за 2017 год [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Режим доступа: www.belstat.gov.by

gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/graficheskii-material-grafiki-diagrammy-_3/valovoi-sbor-i-urozhainost-kartofelya. – Дата доступа: 08.05.2018.

3. Роль предпосадочной обработки клубней в защите картофеля от комплекса вредных организмов / Е. В. Бречко [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 3 (88). – С. 84.

Поступила в редакцию 13.09.2018 г.

V. A. RYLKO, V. R. KAZHARSKIY, M. V. POTAPENKO

EFFECTIVENESS OF BAYER AG PESTICIDES APPLYING ON POTATOES

SUMMARY

The research results of the evaluating the effectiveness in the application of Bayer AG pesticides on the potatoes are presented in the article. Their influence on the phytosanitary situation in crop planting, biological and economic efficiency were well-studied. It has been proved that the best result is provided by the complex use of Emesto Quantum seed dresser, Zenkor Ultra herbicide and Concentero and Infinito fungicides.

Key words: potatoes, plant protection products, protectant, herbicide, fungicide, biological effectiveness, yield.

УДК 635.21:632.531.027.2

Т. Н. Сидоренко, Л. Г. Тихонова

РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция»

НАН Беларуси, аг. Довск, Рогачевский район, Гомельская область

E-mail: goshos@mail.gomel.by; sidorenkotamara@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЫТОВ**РЕЗЮМЕ**

В статье приведены результаты исследований выращивания картофеля в производственных опытах с применением различных протравителей, гербицидов и фунгицидов в Гомельской области.

Ключевые слова: картофель, сорт, протравители, гербициды, урожайность, структура, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Вегетативное размножение картофеля определяет возможность постоянного существования возбудителей болезней на ботве в период вегетации и в клубнях в латентной форме. Именно латентная форма зараженности клубней приводит на протяжении ряда лет к накоплению инфекции и к «внезапной» вспышке болезни [1]. Период от посадки до всходов картофеля занимает от 15 до 30 дней, поэтому культура обладает очень низкой конкурентоспособностью к сорнякам. Потери урожая при высоком уровне охвата сорной растительностью могут достигать 50 % и более. Сорняки также являются возбудителями многих болезней [2, 3].

В настоящее время в Беларуси получение высоких урожаев картофеля и его сохранность приобретают все большую актуальность. Несмотря на значительные достижения картофелеводов, урожай картофеля в целом по республике еще невысокий, его качество не всегда отвечает современным требованиям.

Большое значение в нарастании вредоносности ряда заболеваний играют опережающие изменения, происходящие в биологии самих возбудителей, связанные с повышением их пластичности, адаптивности [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в севообороте опытной станции на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой связным песком, а с глубины 120–130 см – мореным суглинком. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH (KCl) – 4,18–5,84; подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 113–177 и 123–329 соответственно; Ca – 678–909; Mg – 161–222; B – 0,47–0,64; Cu – 2,2–3,09; Zn – 2,65–4,91 мг на 1 кг почвы; Cs¹³⁷ (цезий 137) – 4,3–5,2; Sr⁹⁰ (стронций 90) – 0,06 Ки/км²; гумус – 2,25 %. Предшественник – озимые зерновые.

Производственный опыт проводился на картофеле сорта Бриз, репродукция суперэлита, вносимые удобрения – $N_{110}P_{90}K_{150}$ (KCl – 2,5 ц/га, суперфосфат аммонизированный – 3,0 ц/га, карбамид – 2,1 ц/га). Обработка почвы осенью состояла во внесении гербицида сплошного действия Торнадо (4 л/га), KCl и суперфосфата аммонизированного, вспашки. Весной вносили карбамид; выполняли чизелевание в два следа

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

по диагонали поля и нарезку гребней. Посадка проводилась 24–29 апреля сажалкой КСМ-4, густота посадки – 68–70 тыс. кустов на одном гектаре, протравливали клубни картофеля при посадке согласно схеме опыта – контроль, Эместо Квантум (0,3 л/т), Эместо Квантум (0,35), Эместо Сильвер (0,3 л/т), Селест Топ (0,4 л/т), Селест Топ (0,4 л/т) + Юниформ (2,0 л/т), Селест Топ (0,4 л/т) + Юниформ (1,5 л/т).

Уход в течение вегетации до появления всходов состоял в одной междурядной обработке КОН-2,8 с трехъярусными стрелчатыми лапами, ротационными рыхлителями и подпружиненными боронками. Обработка посадок по схеме опыта: гербицидами Зенкор Ультра (1,2 л/га), Бандур Форте (3,0 л/га) и Экстракорн (3,5 л/га) до всходов. По схеме № 1 первая обработка против фитофтороза и альтернариоза – Консенто (2,0 л/га), вторая и третья обработки – Инфинито (1,6 л/га) + Пропульс (0,5 л/га), четвертая – Антракол (1,75 л/га), пятая – Инфинито (1,2 л/га). По схеме № 2 первая обработка – Консенто (2,0 л/га), вторая и третья обработки – Инфинито (1,6 л/га), четвертая – Антракол (1,75 л/га), пятая – Инфинито (1,2 л/га). При накоплении 80 % клубней семенной фракции сжигалась ботва химическим способом (Баста – 2,5 л/га), на контроле средства химической защиты не применялись. Уборка осуществлялась 3–7 сентября.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения, учеты поражения растений грибными болезнями, сорняками, а также учет урожая клубней и его структура.

Погодные условия в годы проведения исследований различались, вегетационные периоды характеризовались как нестабильностью в температурном режиме, так и в количестве выпадения осадков. Вегетационный период 2016 г. характеризовался сочетанием высоких температур воздуха с недостаточным количеством атмосферных осадков и низкой относительной влажностью воздуха. Теплая и без осадков погода сменялась жаркими и знойными периодами, с относительной влажностью воздуха 20–56 %, температура воздуха при норме 14,2 °С составила 16,6 °С, отклонение от нормы +2,4 °С. Уровень выпавших осадков находился в пределах 202 мм, что на 186 мм ниже среднееголетних данных. Вегетационный период 2017 г. характеризовался как нестабильностью в температурном режиме, так и в количестве выпавших осадков. Теплая и без осадков погода сменялась прохладными дождливыми периодами. Уровень осадков находился в пределах 345,2 мм, что на 42,8 мм ниже среднееголетних данных, выпадение осадков часто носило ливневый характер, что приводило к понижению температуры воздуха в ночные часы, перепады составляли иногда до 19,5 °С в летние месяцы. Температура воздуха за вегетационный период составила 15,3 °С при норме 14,2 °С – отклонение +1,1 °С (табл. 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия за годы проведения исследований по данным метеопоста РУП «Гомельская ОСХОС» НАН Беларуси, 2016–2017 гг.

Год	Осадки, мм						
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Всего
2016	30,7	53,9	6,1	75,9	35,4	20,8	202,0
2017	39,8	69,7	39,6	104,1	64,5	43,3	345,2
Среднееголетнее значение	45,0	55,0	79,0	87,0	67,0	55,0	388,0
Температура, °С							
2016	9,7	15,5	18,6	20,2	19,1	13,8	16,6
2017	7,3	12,7	17,2	18,7	20,9	15,0	15,3
Среднееголетнее значение	6,4	13,9	16,9	18,3	17,1	12,3	16,3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В фазу полных всходов и бутонизации учитывались поражения ростков и стеблей ризоктониозом. Учеты показали, что наименьшая степень поражения ростков и стеблей отмечена на варианте с протравителем Эместо Сильвер при дозе 0,3 л/т – 0,12–0,14 балла, а распространенность соответственно 11,7–22,4 %. Во время уборки проводили определение степени развития на клубнях склероции ризоктониоза и парши обыкновенной. В вариантах с обработками степень развития ризоктониоза составила 0,04–0,36 балла, парши – 0,20–0,34 балла. Наименьшая степень развития ризоктониоза и парши (0,04–0,20 балла) отмечена на варианте с протравителем Эместо Сильвер (табл. 2).

В условиях вегетационного периода 2016 г. с высокими температурами и дефицитом влаги отсутствовало развитие фитофтороза на листьях, степень поражения по всем вариантам составила 0 баллов (0 %).

Погодные условия 2017 г. способствовали распространению альтернариоза и фитофтороза на листьях картофеля. В среднем за два года на 20 августа степень поражения листьев фитофторозом и альтернариозом на контроле составила 5,0–5,9 балла, или 80,0–95,0 % поражения соответственно. На варианте с обработками степень поражения фитофторозом – 1,0 балла (6,0–6,5 % поражения), альтернариозом – 5,2–5,3 балла (63–65 %) (табл. 3).

Эффективность гербицидов Зенкор Ультра и Бандур Форте в борьбе с сорняками была высокой и составила 75–89 %, а гербицида Экстракорн – невысокой – 44,7 % (табл. 4, рис.).

Учет урожая показал, что на всех вариантах с обработками получена прибавка урожая 15,8–16,8 т/га по отношению к контролю. В вариантах, где проводили протравливание клубней Эместо Квантум и Эместо Сильвер с разными дозами, получена наибольшая прибавка по отношению к контролю, которая составила 16,6–16,8 т/га. В вариантах, где проводилось протравливание клубней протравителями Селест Топ + Юниформ, получена прибавка урожая по отношению к контролю 15,8–16,5 т/га, в варианте, где применялся один Селест Топ, прибавка составила 15,4 т/га (табл. 5).

Таблица 2 – Эффективность протравителей клубней картофеля против ризоктониоза и парши обыкновенной, 2016–2017 гг.

Варианты опыта	Полные всходы		Бутонизация		Степень развития на клубнях, балл	
	Распространенность ризоктониоза на ростках, %	Степень развития ризоктониоза, балл	Распространенность ризоктониоза на стеблях, %	Степень развития ризоктониоза, балл	ризоктониоза	парши обыкновенной
Контроль (без обработок)	72,8	1,0	98,6	1,83	0,40	0,34
Эместо Квантум (0,3 л/т)	25,6	0,34	51,2	0,68	0,10	0,28
Эместо Квантум (0,35 л/т)	13,9	0,16	30,6	0,18	0,18	0,26
Эместо Сильвер (0,3 л/т)	11,7	0,12	22,4	0,14	0,04	0,20
Селест Топ (0,4 л/т)	65,7	0,37	92,3	1,44	0,36	0,26
Селест Топ (0,4 л/т) + Юниформ (1,5 л/т)	55,7	0,26	78,2	0,98	0,20	0,24
Селест Топ (0,4 л/т) + Юниформ (2,0 л/т)	42,9	0,15	56,0	0,64	0,18	0,22

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Динамика развития альтернариоза и фитофтороза на картофеле в зависимости от фунгицидных обработок, 2016–2017 гг. (среднее)

Вариант опыта	01.07		10.07		20.07		30.07		10.08		20.08	
	%	балл										
Степень поражения альтернариозом												
Контроль	10	3,0	18,0	3,5	40,0	4,6	50,0	5,0	80,0	5,6	95,0	5,9
Схема № 1	–	–	–	–	2,0	1,0	10,0	3,0	35,0	4,4	63,0	5,2
Схема № 2	–	–	–	–	2,0	1,0	10,0	3,0	35,0	4,4	65,0	5,3
Степень поражения фитофторозом												
Контроль	1	0,1	3	1,5	25	2,0	50,0	3,0	60	3,5	80,0	5,0
Схема № 1	–	–	–	–	–	–	0,5	0,05	5,0	1,0	6,0	1,0
Схема № 2	–	–	–	–	–	–	0,5	0,05	4,5	1,0	6,5	1,0

Примечание. Таблица составлена по методике учета болезней и сорняков В. Г. Иванюк [2, с. 610–612].

Таблица 4 – Влияние гербицидов на засоренность посадок картофеля в период вегетации, 2016–2017 гг.

Сорняк	Без обработки, шт/м ²	Количество сорняков через 60 дней после внесения гербицидов					
		Зенкор Ультра (1,2 л/га), шт/м ²	% к контролю	Бандур Форте (3 л/га), шт/м ²	% к контролю	Экстракорн (3,5 л/га), шт/м ²	% к контролю
Марь белая	15	4	26,7	2	13,3	15	100,0
Просо куриное	40	7	17,5	3	7,5	40	100,0
Паслён	5	1	20,0	–	0	5	100,0
Осот полевой	6	3	50,0	1	16,7	5	83,3
Пикульник обыкновенный	3	–	0	–	0	2,6	86,7
Горец вьюнковый	16	5	31,3	2	12,5	15,6	97,5
Подмаренник цепкий	6	5	83,3	–	0	6	100,0
Пастушья сумка	30	–	0	–	0	5,3	17,7
Ромашка непахучая	8	–	0	–	0	2	25,0
Фиалка полевая	2,7	–	0	–	0	2,5	92,6
Редька дикая	19	–	0	–	0	13	68,4
Итого	150,7	25	16,6	8	5,31	112	74,32

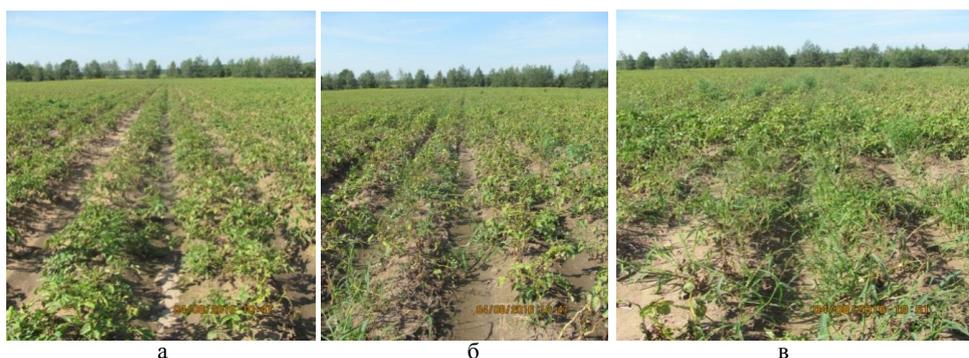


Рисунок – Общий вид посадок картофеля после внесения гербицидов:
а – Зенкор Ультра (1,2 л/га); б – Бандур Форте (3 л/га); в – Экстракорн (3,5 л/га)

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 5 – Урожайность и товарность картофеля сорта Бриз в зависимости от схемы защиты посадок культуры, 2016–2017 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Товарных клубней, %
Без обработок (контроль)	22,2	–	59,2
Эместо Квантум (0,3 л/т)	38,5	+16,3	75,4
Эместо Квантум (0,35 л/т)	39,0	+16,8	77,7
Эместо Сильвер (0,3 л/т)	38,8	+16,6	78,6
Селест Топ (0,4 л/т)	37,6	+15,4	75,6
Селест Топ (0,4 л/т) + Юниформ (1,5 л/т)	38,0	+15,8	75,7
Селест Топ (0,4 л/т) + Юниформ (2,0 л/т)	38,7	+16,5	76,6
НСР _{0,5}	4,8	–	1,3

В варианте, где применялся гербицид Экстракорн, урожайность получена на уровне контроля. Анализ структуры урожая показал, что на варианте с обработками выход товарных клубней составил 75,4–78,6 %, что на 15,3–23,9 % больше, чем на контроле. Наибольшее количество товарных клубней получено на варианте с протравителем Эместо Сильвер (78,6 %), наименьшее – с применением гербицида Экстракорн (54,6 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведения производственных опытов выращивания картофеля наиболее эффективными препаратами в схеме защиты посадок являются: протравители Эместо Квантум (0,35 л/т), Эместо Сильвер (0,3 л/т), Селест Топ (0,4 л/т) + Юниформ (2,0 л/т); гербицид Бандур Форте (3 л/га).

Список литературы

1. Башлакова, О. Н. Эффективность применения препарата Престиж на семенном картофеле / О. Н. Башлакова, Е. А. Будина // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля: сб. науч. тр. / ВНИИКХ им. А. Г. Лорха; под ред. С. В. Жеворы. – М., 2015. – С. 408–413.
2. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
3. Фитопатологическая ситуация на картофеле и пути ее решения / И. И. Бусько [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 130–138.

Поступила в редакцию 05.09.2018 г.

T. N. SIDORENKO, L. G. TИHONOVA

PROTECTIVE EFFICTIVENESS OF POTATOES ACCODING TO FARM SCALE TRIALS

SUMMARY

The research results of potatoes cultivation in production experiments with the use of various protectants and herbicides in Gomel region are presented in the article.

Key words: potatoes, variety, protectants, herbicides, yield, structure, Belarus.

УДК 632.38

**Е. П. Тимошенко¹, О. А. Кучерявенко², И. М. Шевченко¹,
В. И. Керечанин¹, И. Н. Бондарь¹**

¹ Черниговский национальный технологический университет,
г. Чернигов, Украина

E-mail: timosh_alena@mail.ru; timosh_alena@ukr.net

² Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного
производства Национальной академии аграрных наук Украины,

г. Чернигов, Украина

E-mail: okskucher83@gmail.com

ФИТОВИРУСОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ НА ПОЛЕСЬЕ УКРАИНЫ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты мониторинговых исследований вирусных болезней картофеля в почвенно-климатических условиях Полесья Украины. Анализ ситуации, сложившейся в семеноводстве картофеля, показывает, что сорта в значительной степени поражены вирусными болезнями. В питомниках элитного семеноводства картофеля обнаружены М-, S-, X-, A-вирусы картофеля как в моноинфекции, так и в составе патоккомплексов, Y-вирус встречается только в патоккомплексах.

Исследование видового состава возбудителей, их векторов, путей распространения инфекций в полевых условиях позволяет прогнозировать появление и развитие вирусных болезней и является основой для правильного и эффективного применения защитных мер.

Ключевые слова: фитовирусологический мониторинг, вирусные болезни картофеля, кольцевые некрозы клубней.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является одной из основных продовольственных культур в Украине. Его выращивают во всех почвенно-климатических зонах. По валовому производству картофеля Украина занимает четвертое место в мире (после Китая, России, Индии), но урожайность остается на достаточно низком уровне [1]. Вирусные болезни – одна из причин снижения продуктивности возделываемых растений. Кроме того, вирусная инфекция усиливает предрасположенность растений к поражению другими фитопатогенами – бактериями и грибами, провоцирует вырождение ценных сортов [2]. Сложность защиты картофеля от вирусных болезней в их многочисленности (картофель поражается 37 вирусами), а также в наличии значительного количества штаммов [3, 4].

В последнее время отмечается значительное поражение растений болезнями типа мозаик и желтух, из которых наиболее вредоносным является скручивание листьев. Возбудитель данной болезни – вирус скручивания листьев картофеля (*Potato leaf roll virus*, PLRV, ВСЛК). Мозаичное закручивание листьев вызывается М-вирусом картофеля (*Potato virus M*, PVM, МВК), морщинистая мозаика (комплексная инфекция X-вируса (*Potato virus X*, PVX, ХВК) и Y-вируса картофеля (*Potato virus Y*, PVY, YBK) и полосчатая мозаика вызывается Y-вирусом картофеля [5–7].

Необходимым этапом разработки стратегии и тактики защиты растений является мониторинг патогенов на посевах сельскохозяйственных культур. Задачей фитовирусологического мониторинга является контроль состояния агроэкосистем в конкретных почвенно-климатических условиях, определение закономерностей формирования ситуации на основе ранней диагностики патогенов, эффективного вирусологического контроля материала на всех этапах выращивания и заблаговременного прогнозирования рисков распространения заболеваний [8].

Целью нашей работы было усовершенствование методов диагностики вирусов на посадках картофеля на основе определения состава популяции возбудителей, особенностей проявления болезней в условиях Полесья Украины, изучение влияния комплексов вирусов на урожайность для своевременного обеспечения мер защиты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В полевых условиях в фазу бутонизации и цветения растений определяли: распространение вирусных заболеваний картофеля с использованием методов обследования насаждений, симптоматологии, согласно существующим методическим рекомендациям [9]; влияние поражения УВК в комплексе с вирусами мозаичной группы на урожайность растений картофеля в соответствии с методикой полевого опыта. В лабораторных условиях для идентификации вирусов применяли комплекс диагностических методов: симптоматологии, иммунологии, электронной микроскопии. Биологическое тестирование проводили с использованием растений-индикаторов: *Nicandra physaloides* L., *Nicotiana tabacum* L., *N. rustica* L., *N. occidentalis* L., *Physalis floridana* L., *Lycopersicon esculentum* L. (Mill.).

Для проведения серологических анализов использовали антисыворотки для выявления вирусов картофеля, полученные в лаборатории вирусологии Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины (ИСМАП НААН). Нативные препараты для электронной микроскопии готовили методом негативного контрастирования, модифицированным в лаборатории вирусологии ИСМАП НААН [10]. Исследовали препараты в электронных микроскопах Tesla 540 (Чехия) и ЭМ-125 (Украина) при инструментальном увеличении $\times 20-22$ тыс.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведено обследование посадок картофеля семеноводческих, селекционных и коллекционных питомников, материала госсортоиспытания. Всего было проанализировано 150 сортов и гибридов картофеля украинской и иностранной селекции различных групп спелости, которые отличаются по качественным показателям и устойчивости к фитопатогенам.

Образцы, в которых не обнаружили вирусы, составляли всего 7,9 % (рис. 1). Распространение вирусных заболеваний в клоновом материале, определенное по результатам визуальной диагностики, составило от 15 до 65 %, по результатам серологических анализов на некоторых сортах достигало 100 %. Степень пораженности сортов, проходивших государственное испытание, составляла от 4 до 100 %. Накопление вирусной инфекции в семенном материале картофеля и проявление признаков болезней прогрессируют с увеличением числа полевых репродукций. Поэтому в процессе оригинального, элитного и репродукционного семеноводства качество семенного материала с каждым последующим поколением, как правило, значительно снижается. Мониторинговые исследования показали высокий уровень реинфекции оздоровленного семенного материала районированных сортов, что не исключает возможности

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

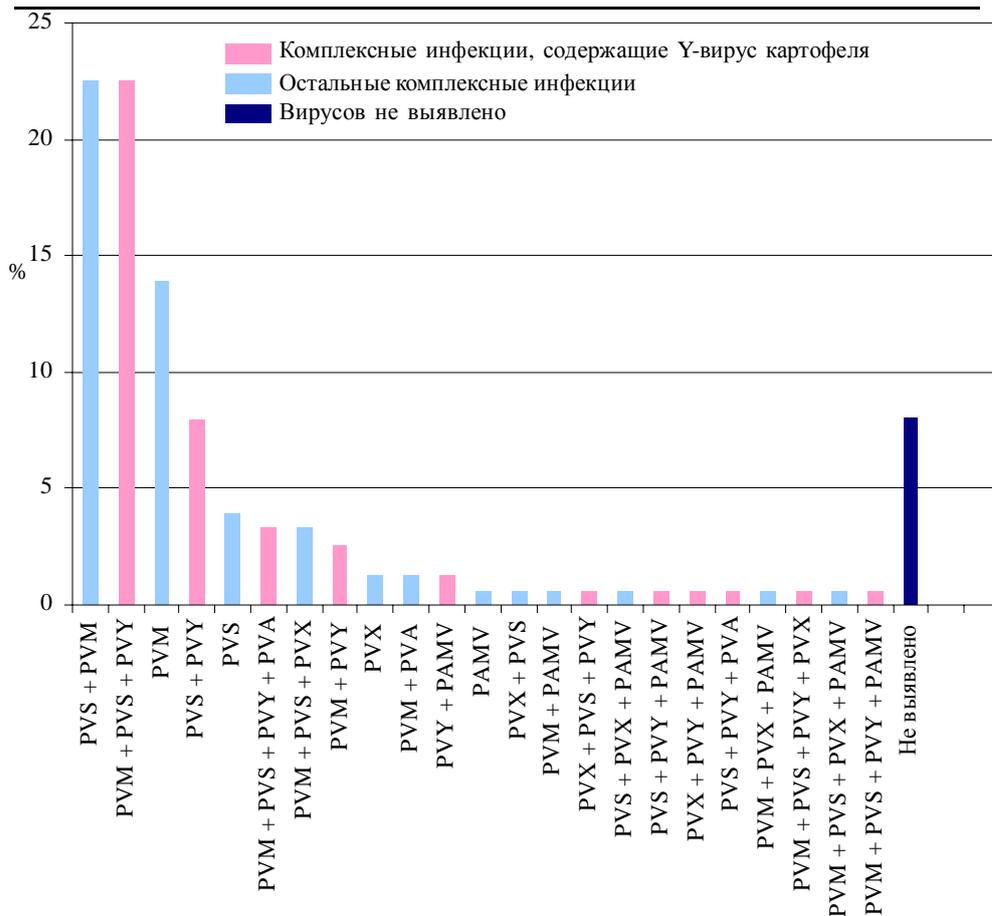


Рисунок 1 – Вирусные инфекции, выявленные при анализе сортов картофеля

скрытого вирусносительства пробирочных растений и требует совершенствования методов анализа вирусологического контроля фонда выходного семенного материала.

Исследования показали, что в посадках преобладает энтомофильный М-вирус картофеля в моноинфекции (14 %) или в комплексе с другими мозаичными вирусами: MBK + SBK и MBK + SBK + YBK обнаружен в растениях 23 % обследованных сортов; MBK + YBK – 3; SBK + YBK – 8; SBK – 4 %.

В посадках картофеля в небольших количествах были выявлены: X-вирус картофеля – 3 %, вирус аукуба мозаики картофеля – 2, A-вирус картофеля – 6 %, вирус скручивания листьев картофеля как в моноинфекции, так и в составе комплекса вирусов. В целом около трети сортообразцов были поражены комплексом вирусов.

Следует обратить внимание, что Y-вирус на сегодняшний день получил широкое распространение в посадках картофеля в регионе (42 % сортообразцов) и обнаружен только в комплексных инфекциях, что значительно усложняет его обнаружение и идентификацию. Распространение Y-вируса в посадках сортов, установленное по результатам учета симптомов инфекции, составило от 32 до 57 %, по данным серологического анализа – от 55 до 80 %.

Сравнение полученных результатов с данными 1970–80-х гг., когда Y-вирус картофеля серологически не выявляли или распространение вируса составляло от 1 до 5 %

и лишь на отдельных сортах в отдельных хозяйствах области оно было от 16,7 до 30 %, показывает, что в Украине наблюдается значительное повышение распространения Y-вируса картофеля и расширение спектра поражаемых этим вирусом сортов.

В полевых условиях, наряду с морщинистой и полосчатой мозаикой (рис. 2 а, б), в последние годы в посадках картофеля получило распространение заболевание, которое проявляется развитием на растениях пятнистой мозаики разной интенсивности и составляет 41 % пораженных растений (рис. 2 в). Больные растения при этом могут не проявлять отставание в росте. Основным возбудителем этого заболевания является Y-вирус картофеля, который присутствует в растениях в составе комплексных инфекций с М-, S-, А-вирусами и вирусом аукуба мозаики картофеля.

Симптомы мозаики могут проявляться в разные фазы развития растений картофеля: редко – в фазе полных всходов, на большинстве сортов – в фазе бутонизации – цветения растений.

При обследовании посадок картофеля, проведенном в фазе полных всходов – начале бутонизации растений в условиях пониженного температурного режима периода вегетации, Y-вирус обнаружен в растениях при бессимптомном течении инфекции (20,6 % тестируемых образцов). Интенсивное развитие симптомов наблюдалось при повышении температурного режима вегетационного периода.

При анализе клубней картофеля после уборки было обнаружено новое для Польши Украины заболевание, основным возбудителем которого является Y-вирус картофеля. Поражение проявляется на клубнях образованием опухолевых колец или дуг на кожуре, которые углубляются в мякоть к сосудистому кольцу и некротизируются во время хранения (рис. 3).

Характерное поражение клубней может не проявляться при уборке картофеля – кольцевые некрозы образуются на пораженных клубнях через 3–4 недели хранения. Развитию болезни способствует сухая теплая погода в период вегетации. Пораженные клубни теряют товарные качества, кроме того, некроз облегчает проникновение вторичных патогенов. Анализ растений, выращенных из клубней с симптомами кольцевого некроза, с использованием серологических методов, растений-индикаторов и электронной микроскопии обнаружил Y-вирус картофеля во всех тестируемых образцах. Характерное поражение клубней выявлено на сортах картофеля Воротынский ранний, Доброчин, Гатчинский, Невский, Прикульский ранний, Сокровище, Дезире, Бриллиант, Лиу, Симфония, Сиерра, Цезарь.

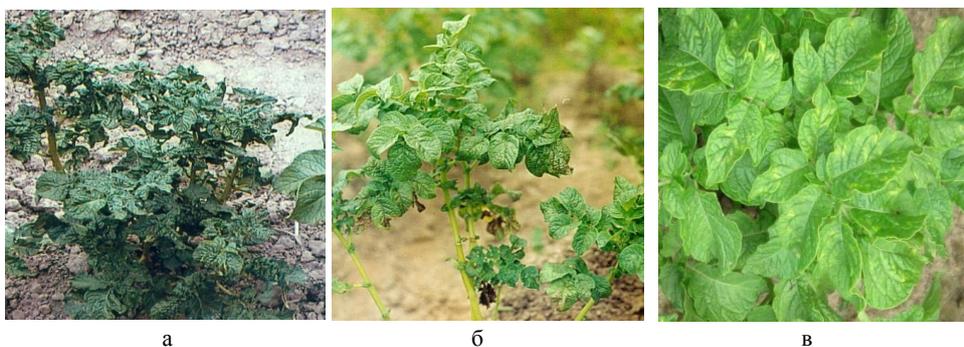


Рисунок 2 – Симптомы поражения Y-вирусом (как основным возбудителем) в комплексе с другими вирусами на растениях картофеля: а – морщинистая мозаика; б – полосчатая мозаика; в – пятнистая мозаика



Рисунок 3 – Кольцевые некрозы на клубнях, характерные для поражения Y-вирусом картофеля в патоккомплексах (некротические штаммы)

Как показали результаты наших исследований, некротические штаммы Y-вируса в комплексных инфекциях сегодня преобладают в популяции вирусов картофеля в условиях Полесья Украины. Был проведен полевой опыт с целью изучения их влияния на продуктивность растений картофеля в условиях полевого мелкоделяночного опыта.

В процессе исследований использовали клубни картофеля сортов Памир, Леди Розетта, Синора с симптомами слабой пятнистой мозаики, которые становились более выраженными при повышении температурного режима в течение периода вегетации. Задержки роста и развития растений не наблюдали. Растения контрольных вариантов были бессимптомными. Вирусологический анализ в течение вегетации обнаружил поражение растений картофеля сортов Памир, Леди Розетта, Синора Y-вирусом в комплексе с S-вирусом картофеля (SBK). Растения в контрольном варианте были бессимптомными носителями SBK, что показали результаты их анализа с использованием тест-растений и иммунодиагностики.

Снижение урожайности при поражении Y-вирусом растений картофеля сорта Леди Розетта в 2013 г. было наиболее значительным и составило 42,8 %, в 2014 г. – 32,2, в 2015 г. – 29,3 %. На сорте Синора наибольшее снижение продуктивности пораженных растений за три года отмечено в 2014 г. – 32,6 %, в 2013 г. – 19,7, в 2015 г. – 32,1 %. На сорте Памир урожайность вследствие инфекции YBK снижалась по годам исследования на 41,6; 11,2; 31,2 % соответственно. Таким образом, по трем сортам снижение продуктивности вследствие поражения некротическими штаммами Y-вируса картофеля в комплексе с S-вирусом составило от 11,1 до 42,8 % по сравнению с растениями, латентно пораженными SBK, в зависимости от биологических особенностей сорта и климатических условий года.

Также был проведен опыт по изучению влияния комплексной инфекции Y- и M-вирусов на урожайность и содержание хлорофилла в вегетирующих растениях картофеля сортов Малич и Архидея (табл.).

Поскольку в основе проявления симптомов заболевания лежит непосредственное вмешательство вируса в метаболизм растения-хозяина, что приводит к изменению интенсивности и направленности физиологических процессов, в том числе процесса фотосинтеза, сравнивали здоровые растения и растения этих же сортов с симптомами общего хлороза, слабой мозаики и незначительного угнетения роста, инфицированные YBK в комплексе с M-вирусом картофеля. В опыте изучали влияние вирусного поражения на содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях пораженных растений.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица – Влияние вирусного поражения на содержание хлорофилла *a* и *b* в листьях и урожайность растений картофеля, среднее за 2013–2015 гг.

Вариант опыта	Содержание хлорофилла				Урожайность, г/куст	Снижение к контролю, %
	<i>a</i>		<i>b</i>			
	мг/100 г листьев	снижение, %	мг/100 г листьев	снижение, %		
Сорт Малич						
Здоровые растения	56,1	–	14,7	–	530,0	–
Растения, пораженные УВК + МВК	45,1	19,6	12,4	15,6	200,0	62,3
НСР ₀₅	2,1	–	1,3	–	15,7	–
Сорт Архидея						
Здоровые растения	65,2	–	33,9	–	460,0	–
Растения, пораженные УВК + МВК	51,5	21,0	25,0	13,7	192,5	58,2
НСР ₀₅	2,6	–	2,8	–	13,4	–

Для определения содержания хлорофилла отбирали третий-пятый лист от верхушки в фазе цветения растений.

Установлено существенное снижение урожайности больных растений картофеля относительно показателей здоровых безвирусных растений: сорта Малич – на 62,3 %, Архидея – на 58,2 %.

Выявлено также существенное снижение содержания хлорофилла *a* (на 19,6–21,0 %) и хлорофилла *b* (на 13,7–15,6 %) в варианте с растениями, инфицированными УВК в комплексе с МВК, по сравнению с показателями здоровых растений.

Таким образом, установлено значительное снижение урожайности растений картофеля при поражении патоккомплексом вирусов, степень которого зависит от биологических особенностей сорта, климатических условий года, состава комплексной инфекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных фитовирусологических исследований по распространению и диагностике заболеваний, вызванных вирусами, и изучения этих болезней в насаждениях картофеля в условиях Полесья Украины установлено, что из проанализированных 150 сортов и гибридов образцы, в которых не обнаружили вирусы, составляли всего 7,9 %, что свидетельствует о значительной распространенности вирусов в агроценозах.

В 20,6 % тестируемых образцов Y-вирус обнаружен при бессимптомном течении болезни.

При проведении тестирования клубневого материала впервые выявлено новое для Украины заболевание картофеля, которое проявляется в виде некротической кольцевой пятнистости, характерной для Y-вируса картофеля (группа некротических штаммов, УВК^{NTN}).

Список литературы

1. Бондарчук, А. А. Стан та пріоритетні напрями розвитку ринку насінневої картоплі в Україні / А. А. Бондарчук // Картоплярство. – 2009. – № 38. – С. 3–24.
2. Гнутова, Р. В. Разнообразие вирусов растений в восточноазиатском регионе России: итоги 50-летнего изучения / Р. В. Гнутова // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 5. – С. 16–27.
3. Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes / G. Loebenstein [et al.]. – Netherland: Kluwer Academic Publishers, 2001. – 488 p.

4. Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля / Г. Лобенштейн [и др.]; под ред. Э. В. Трускинова. – Дордрех-Бостон-Лондон: Kluwer Academic Publishers, 2005. – 284 с.
5. Чигрин, А. В. Выделение исходного материала для селекции картофеля на устойчивость к вирусу скручивания листьев и колорадскому жуку: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. В. Чигрин; ВИР. – СПб., 1993. – 20 с.
6. Чигрин, А. В. Вирус скручивания листьев и устойчивость к нему образцов картофеля на юге лесостепной зоны России и Украины / А. В. Чигрин // Исходный материал для селекции культурных растений / Бюл. ВИР. – СПб.: ВИР, 1994. – Вып. 233. – С. 43–45.
7. Подгаєцький, А. А. Стійкість сортів картоплі проти хвороб в умовах південного Лісостепу України / А. А. Подгаєцький, Р. О. Бондус // Картоплярство. – 2004. – Вип. 33. – С. 70–78.
8. Коломієць, Л. П. Вірусні хвороби картоплі / Л. П. Коломієць // Чернігівщина аграрна. – 2007. – № 2 (6). – С. 7–9.
9. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. С. Куценко [та інш.]; Інститут картоплярства УААН. – Немішаєве, 2002. – 183 с.
10. Щербина, Н. В. Метод приготовления препаратов фитопатогенных вирусов для электронной микроскопии / Н. В. Щербина, М. Я. Курбала, Л. П. Коломиец // V съезд Укр. микробиол. общ-ва (Днепропетровск, февр. 1980 г.): тез. докл. – К.: Наук. думка, 1980. – С. 229.

Поступила в редакцию 13.09.2018 г.

E. P. TIMOSHENKO, O. A. KUCHERYAVENKO, I. M. SHEVCHENKO,
V. I. KERECHANIN, I. N. BONDAR

PHYTOVIRUSOLOGICAL MONITORING OF POTATOES PLANTING IN POLESYE REGION OF UKRAINE

SUMMARY

The results of monitoring researches of viral diseases of potatoes in soil-climatic conditions of Polesye of Ukraine are presented in the article. An analysis of the situation in potatoes seed shows that the varieties are largely affected by viral diseases. In elite potatoes seed nurseries, PVM-, PVS-, PVX- and PVA-viruses were found, both in monoinfection and in the composition of pathocomplexes, whereas the PVY-virus is found only in pathocomplexes.

Investigation of the species composition of pathogens, their vectors, pathways of infection in the field makes it possible to predict the occurrence and development of viral diseases and is the basis for the correct and effective application of protective measures.

Key words: phytovirusological monitoring, viral potatoes diseases, ring necroses of tubers.

УДК 632.3: 632.915

Э. В. Трускинов

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова»,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: truskinov@yandex.ru

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КАРТОФЕЛЯ К ВИРУСНЫМ БОЛЕЗНЯМ И МЕТОДА ЕЕ УСТАНОВЛЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

Полевая устойчивость к вирусам картофеля понятие многозначное, в его основе разные типы генетической, инфекционной и фитосанитарной обусловленности. Ее традиционная оценка, приводимая в ряде методических указаний, не отражает клоновый характер воспроизведения и размножения селекционных сортов и гибридов. Это выражено в тех или иных баллах, присваиваемых в зависимости от процента вирусного поражения, неточно отражающего истинную устойчивость оцениваемого образца. Предлагается выводить баллы не от числа пораженных растений, а от степени и характера симптомного проявления болезни, ее тяжести, умеренности или легкости. Такой подход к оценке полевой вирусостойчивости представляется более объективным и квалифицированным.

Ключевые слова: вирусы картофеля, селекция на вирусостойчивость.

Как известно, понятие устойчивости применительно к вирусным болезням картофеля многозначное и зависит как от качественной, так и количественной стороны ее оценки. В отечественной научной литературе она соответствует международному термину резистентность (resistance). Самую высокую степень резистентности (extreme resistance) привыкли обычно связывать с иммунитетом (immunity), хотя подлинный иммунитет – это скорее то, что принято считать «non-host resistance», то есть когда культура не является хозяином того или иного патогена. Например, зерновые культуры иммунны ко многим болезням и вредителям пасленовых и наоборот. Это проявляется при естественном контакте данных культур и патогенов друг с другом в природе, хотя при искусственном заражении скрытую инфекцию можно установить. Такие экспериментальные хозяева могут иногда давать характерные симптомы поражения, тогда они используются как растения-индикаторы. У некоторых вирусов очень широкий круг хозяев, хотя внешне они проявляются на немногих культурах, в частности, штаммы YVK заражают свыше 40 видов растений, относящихся к четырем семействам, однако серьезный экономический вред наносят в основном картофелю [1].

Характерным свойством многих вирусов является так называемое вирусоносительство, то есть способность выживать, а по сути, сосуществовать с хозяином в виде скрытой, латентной инфекции. Такое состояние характеризует как вирус, так в определенной степени и хозяина, указывая на ту форму его устойчивости, которую принято считать толерантностью. Это свойство совсем не выгодно для семеноводства, осуществляемого ныне на безвирусной, оздоровленной основе, поскольку вынуждает работать с материалом, представляющим инфекционную опасность для других, более

уязвимых к вирусной инфекции сортов. Для селекции эта форма устойчивости во многом недооценена, так как иногда встречаются толерантные сорта не с одним каким-то вирусом, а с целым вирусным комплексом, и тогда их селекционная ценность особенно очевидна, хотя остается неясным сам механизм такого положительного взаимодействия, связан ли он как-то генетически (а может, и симбиотически), или все зависит от сорта и самих вирусов случайно, и при изменении условий внешней среды эти тесные связи нарушатся. В любом случае наличие таких сортов ценно и требует более пристального изучения на предмет использования в селекционных программах. Установление скрытой вирусной инфекции не представляет в настоящее время особо трудную проблему. Основанное еще в прошлом веке на капельной серодиагностике, затем на усовершенствованной иммунодиагностике (ИФА), а теперь на молекулярно-генетических методах (ПЦР), оно стало почти рутинной практикой лабораторного анализа. В настоящее время разработаны приемы упрощенного полевого экспресс-анализа на основе иммунохроматографических наборов, позволяющие намного ускорять процесс определения вирусов. Правда, все эти методы при той или иной степени их доступности и точности остаются еще достаточно затратными по цене, что серьезно удорожает и затрудняет их использование, а отсюда – получение здорового, качественного и, главное, экономически рентабельного селекционного и семенного материала.

Несмотря на явно имеющую место толерантность некоторых сортов к вирусной инфекции, традиционно основным путем селекции на устойчивость к ней была и остается селекция на иммунитет (как бы его ни трактовать), обусловленный доминантными R-генами устойчивости к отдельным вирусам (в основном ХВК, АВК, УВК). В последние годы активно используется и развивается так называемая маркер-вспомогательная селекция (MAS-marker assistant selection), существенно ускорившая процесс установления генетически обусловленной устойчивости, выявления с помощью маркеров R-генов. Однако важность их установления не отменяет необходимость диагностирования вирусов на предмет их отсутствия, а также проведения контрольных заражений (механической инокуляции, прививок) испытуемого на вирусоустойчивость материала, так как не всегда наличие маркеров коррелирует с устойчивостью. Конечным критерием ее оценки, безусловно, служат полевые испытания. Под полевой устойчивостью к вирусам (field immunity) обычно понимают устойчивость к естественному заражению и связывают ее с полигенной природой. Однако на самом деле она может быть обусловлена и другими факторами устойчивости, в том числе олиогенной. Реально приходится оценивать не гены и патогены как таковые, а болезни и проявляемую к ним устойчивость.

Оценка полевой устойчивости селекционных сортов и гибридов картофеля к вирусам сводится не просто к визуальному контролю и констатации наличия или отсутствия симптомов вирусных болезней на обследуемом материале, но также к количественному определению числа пораженных растений, выраженному в процентах поражения и цифровых баллах им соответствующих. И тут возникают определенные несоответствия, вызванные старой методикой определения балльной оценки и клоновой природы оцениваемого материала. Балльная оценка вообще достаточно условный метод, зависимый во многом от индивидуального опыта оценщика. При смене одного на другого возможны те или иные отклонения в результатах. Наиболее наглядно это видно в процессе дегустационного испытания вкусовых и других органолептических качеств клубней картофеля. Именно поэтому дегустация проводится коллективно. Индивидуальные вкусовые и иные предпочтения здесь усредняются. Иное дело

полевая оценка на вирусы и вирусоустойчивость. В этом случае каждый оценщик отвечает за себя, руководствуясь методическими допусками и собственным взглядом на фитопатологическое состояние растений. Известные сложности при этом возникают из-за достаточно большой растяжимости рекомендуемой балльной шкалы. По давним международным стандартам она 9-балльная, ее квалифицированное использование требует определенного навыка и опыта. Однако главная проблема не в этом, а в том, что рекомендуемые нормы такой оценки, содержащиеся в разных методиках, не совсем корректны, то есть не точны, не отражают клоновый характер воспроизведения и размножения сортов. Тот или иной процент поражения вирусами, переведенный в баллы, фактически никак не отражает истинную полевую устойчивость и селекционную ценность сорта по этому качеству, так как наличие даже малого процента поражения, например, вирусом скручивания листьев картофеля (ВСКЛ) у какого-то сорта отнюдь не свидетельствует о его большой устойчивости к нему. Скорее всего это связано со спецификой вируса, не способного заражать контактно, а передающегося только векторно видами тлей. То же можно отнести и к другим вирусам, способным передаваться и тем и другим способом, но не имеющим подходящих условий для такой передачи в конкретном случае того или иного испытания. При их наличии процент заражения и балл оценки может быть совсем другим, то есть определяется в этом случае не столько истинная, генетически обусловленная устойчивость сорта, сколько та или иная возможность его заражения на данном инфекционном фоне испытания. При этом даже наличие единичных растений с симптомами определенной вирусной болезни с высокой долей вероятности характеризует подверженность ей всей генетически однородной клоновой популяции сорта в дальнейшем, а значит, лишает его селекционного статуса устойчивости, выраженной в баллах. Иной расклад, когда мы имеем дело не с клоновым материалом, а с генетическим разнообразием полового потомства, сеянцев. Здесь прежняя балльная оценка устойчивости вполне возможна и уместна.

Тем не менее оценивать полевую устойчивость селекционных сортов и гибридов так или иначе надо. В основе может быть как генетически обусловленный механизм, так и эффект скрытого вирусоносительства, также имеющий свои особенности. Оценивая степень устойчивости, нельзя не отметить ту или иную восприимчивость клонового образца, которая является обратной и отрицательной стороной этого селекционного качества. Поскольку балльную и количественную его оценку по вирусоустойчивости никто не отменял, встает вопрос, как лучше и проще ее приспособить к клонам и использовать при селекции и семеноводстве картофеля, сделать ее более адекватной и объективной. Для этого надо выводить оценочные баллы, исходя не столько из степени, процента поражения, сколько из качества его проявления. Картина того или иного вирусного поражения зависит от разных факторов: отдельных вирусов как таковых, их сочетаний в растении, от реакции на них самого сорта, наконец, от способа и условий его инфицирования [2]. В настоящее время вирусные болезни принято делить на тяжелые, умеренные и легкие. При всей условности такого определения их достаточно удобно различать по симптомам поражения. Так, к тяжелым, безусловно, относится такое желтушное заболевание, как скручивание листьев (leaf-roll), вызываемое ВСКЛ, морщинистая и полосчатая мозаики, возбудителями которых могут быть АВК, УВК, ХВК и другие вирусы в отдельности или в сочетании, сюда следует отнести и разные иные формы пигментации, некротизации, деформации, курчавости листьев и карликовости растений вирусного, а иногда виroidного или фитоплазменного происхождения. К умеренным следует отнести так называемую резкую или суровую мозаику (severe mosaic) разного вирусного происхождения, мозаичное закручивание листьев

(leaf rolling mosaic), вызываемое обычно МВК в разной градации поражения от слабого до сильного, когда заболевание становится тяжелым. Сюда же можно отнести и симптомы, сопутствующие таким почвенным вирусам, как rattle и top-top, хотя лучше всего их отличать по характерному поражению клубней. И, наконец, к легким можно отнести мягкую, рассеянную, слабо выраженную мозаику (mild mosaic), иногда сопровождаемую легкой волнистостью листьев. Чаще всего это может быть связано с ХВК и СВК.

В сущности, уже по одним симптомам поражения или их отсутствию можно вполне характеризовать устойчивость или восприимчивость того или иного сорта к вирусным болезням – сильно, средне или слабо он ими поражается. Однако поскольку во всех методиках приводится балльная оценка поражения, очевидно, нельзя избежать ее и при симптомной, а не процентной оценке. Только баллы следует ставить симптомам, признакам поражения, а не числу затронутых ими растений. Саму балльную шкалу в этом случае вполне можно было бы сократить до 5, однако в связи с тем, что по международной унификации оценок почти всех признаков используется 9-балльная шкала, придерживаться ее [3–5]. Тогда все тяжелые болезни следует оценивать баллами 1–3, умеренные – 4–6, легкие – 7–8. Только полное отсутствие симптомов дает право ставить балл 9. При этом истинный характер устойчивости можно определить лишь после лабораторной диагностики оцениваемого образца на вирусы, их отсутствие или присутствие (ИФА, ПЦР и др.) Подтверждение или неподтверждение этого не лишает, оцененный на 9 баллов сорт установленной в его отношении полевой вирусостойчивости. Это требует подтверждения как минимум трехлетним изучением и испытанием сорта на естественном, а еще лучше на провокационном инфекционном фоне.

Такая оценка полевой вирусостойчивости более достоверна и проста с точки зрения методики ее определения и реальных результатов. Наличие хотя бы единичных растений с симптомами ВСЛК не позволит оценить сорт на более чем три балла. Внутри оценочного интервала баллов 1–3 степень поражения по числу растений со скручиванием листьев можно принять в расчет, исходя из реальности. При незначительном их числе – балл 3, при высоком – 1. Соответственно, при других ограничительных интервалах баллов 4–6 (вирусы умеренной вредоносности) и 7–8 (вирусы слабого симптомного проявления и вредоносного эффекта) можно варьировать в балльных оценках по такому же принципу. При этом принимается в расчет не только характер и сила поражения, но и динамика его проявления в конкретных условиях испытания. В данной связи имеют значение не столько вирусы как таковые, сколько вирусные болезни, ими вызываемые или не вызываемые [6, 7]. Многое зависит от различия вирусных штаммов, от условий заражения ими. Так, УВК, обычно относимый к наиболее тяжелым и распространенным, опасным и вредоносным вирусам, не всегда вызывает тяжелые по внешнему и экономическому эффекту болезни. Он может пребывать и в скрытом состоянии, обнаруживаясь только в виде особо патогенных штаммов или в смеси с другими вирусами, например с ХВК, вызывая морщинистую мозаику. С другой стороны, симптомы полосчатой, некротической мозаики (stipple streak), часто связываемые именно с этим вирусом (штамм Y^{СВК}), в последние годы мало проявляются в полевых условиях, видимо, из-за конкурентного подавления этого штамма другими. К тому же он хуже передается разными видами тли. Зато в последние годы наибольшую угрозу стал представлять новый некротический штамм Y^{NTN}ВК, поражающий клубни картофеля некрозами.

Предлагаемая система оценки полевой вирусостойчивости позволила опытным путем оценить характер и степень поражения коллекции селекционных сортов и гибридов картофеля вирусными болезнями в Пушкинских лабораториях ВИР и на

Полярной опытной станции ВИР. При сильной естественной зараженности коллекции вирусами в Пушкине и сравнительно меньшей – в Хибинах (слабое влияние переносчиков инфекции) получены вполне объективные данные балльной оценки их пораженности вирусными болезнями (табл.). В первом случае баллы 1–3 получили 53 % коллекционных образцов, во втором – 6 %. Соответственно, высшими баллами 7–9 было оценено 7 % образцов в Пушкине и 21 % – в Хибинах.

Данная методика оценки требует, очевидно, дальнейшей отработки прежде, чем быть использованной и признанной для широкого применения в отечественной и международной селекционной и семеноводческой практике.

Таблица – Сравнительная оценка поражения коллекции картофеля вирусами

Число образцов	Степень поражения, %		
	1–3 баллов	5–7 баллов	7–9 баллов
Пушкин – 370	53	40	7
Хибины – 214	6	73	21

Список литературы

1. Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля / под ред.: Г. Лебенштейна [и др.]. – СПб. – Пушкин: Инновационный центр защиты растений, 2005. – 283 с.
2. Власов, Ю. И. Сельскохозяйственная фитовирусология / Ю. И. Власов, Э. И. Ларина, Э. В. Трускинов. – СПб., 2016. – 235 с.
3. Международный классификатор СЭВ видов картофеля секции *Tuberaium* (Dun.) Buk. рода *Solanum* L. / Науч.-техн. совет стран – членов СЭВ по коллекциям диких и культур. видов растений, ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова; сост.: Н. Задина [и др.]. – Л.: ВИР, 1984. – 41 с.
4. Изучение и поддержание образцов мировой коллекции картофеля: метод. указания / сост.: К. З. Будин [и др.]. – Л.: ВИР, 1986. – 23 с.
5. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля / сост.: С. Д. Киру [и др.]. – СПб.: ВИР, 2010. – 27 с.
6. Трускинов, Э. В. Стратегия и тактика борьбы с вирусными болезнями растений на примере картофеля. Живые и биокосные системы / Э. В. Трускинов // Научное электронное периодическое издание Южного федерального университета. – 2014. – № 9 (4).
7. Трускинов, Э. В. К методике полевой оценки сортов картофеля на вирусоустойчивость. Картофелеводство / Э. В. Трускинов // Инновационные технологии селекции и семеноводства картофеля: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 29–30 июня 2017 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва им. А. Г. Лорха. – М., 2017. – С. 80–88.

Поступила в редакцию 23.09.2018 г.

E. V. TRUSKINOV

TO POTATOES FIELD RESISTANCE ASSESSMENT TO VIRUS DISEASES AND METHOD FOR ITS ESTIMATION

SUMMARY

The multivalued phenomenon of field resistance to potato viruses is basically conditioned by genetic, infectious and phytosanitary factors of different type. The

traditional estimation technique provided in a number of methodical guidelines does not reflect the clonal nature of reproduction and propagation of the bred varieties and hybrids. It is expressed in the points assigned depending on the percentage of virus infection, which does not exactly reflect true resistance in the evaluated accession. It is suggested that the assignment of points should be based not on the number of infected plants, but on the degree and character of disease symptoms displayed, on severe, moderate or light manifestation of the disease. Such approach to the estimation of field resistance appears to be more objective and skilled.

Key words: potatoes viruses, breeding for virus resistance.

УДК 635.21:631.524.85

Ю. А. Халимоненко, Ю. В. Глушакова, Е. В. Радкович, Г. Н. Гуца
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: l-radkovich@tut.by

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИММУНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ ВИРУСНЫМИ АНТИГЕНАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОАКТИВНЫХ СПЕЦИФИЧНЫХ АНТИСЫВОРОТОК К PVX И PVY

РЕЗЮМЕ

В ходе исследований выявлена оптимальная схема иммунизации лабораторных животных для получения высокоактивных специфичных антисывороток к PVX и PVY. В результате иммунизации лабораторных животных согласно схеме № 1 получена антисыворотка с высоким титром.

Ключевые слова: антитело, антисыворотка, иммунизация, кролики, специфичность, антиген, титр, иммуноген, адъювант, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Индукцию антител в организме позвоночных животных могут вызывать вирусы, бактерии, клетки другого организма, белки, полисахариды, липопротеины, нуклеопротеиды, а также искусственно синтезированные полипептидные и другие макромолекулы, несущие специфический отпечаток чужеродности [1]. Как правило, белки вирусов растений ни по составу, ни по структуре не отличаются от прочих белков, поэтому при введении в организм животному они также стимулируют клеточные и гуморальные иммунные реакции. Искусственно введенный фитовирус способен вызывать иммунный ответ организма [2].

Динамика образования и накопления в крови антител и исчезновение их после иммунизации имеет принципиальное значение. При однократном введении антигена животному антитела в его организме появляются на 3–5-й день. Титр сыворотки с этого момента на протяжении нескольких дней возрастает, но не достигает высокого уровня. Если иммуноген вводят второй раз, то оставшиеся антитела быстро исчезают благодаря соединению с антигеном, что приводит к падению уровня антител в крови. Почти немедленно вслед за этим в течение 1–3-х дней начинается подъем уровня антител, через некоторое время достигающий своего максимума. Содержание антител при этом намного превышает значения, характерные для первичного ответа. Этот ускоренный ответ на повторное введение антигена является проявлением иммунологической памяти. Титр антител быстрее повышается и количество определяемых антител больше, чем при первичном ответе [3].

При определенных концентрациях антигена, как высоких, так и низких, наступает торможение гуморального иммунного ответа. Это обуславливает необходимость выбора оптимальной дозы. В лабораторных условиях можно достичь наилучшего иммунного ответа, моделируя дозу, пути введения, количество инъекций и интервалы между ними, применение адъювантов, время взятия крови.

В лабораторных условиях кролик – наиболее удобный продуцент специфических антисывороток высокого титра. Как правило, подбирают такие условия иммунизации животных, при которых образовались бы антитела с максимальной специфичностью и прочностью связи с антигеном [4]. Для усиления специфических свойств сыворотки и повышения реактивности организма лабораторного животного, а также для увеличения специфической активности иммуногена используются адъюванты. Применение адъювантов, во-первых, стимулирует процесс антителообразования на всех стадиях иммуногенеза, во-вторых, способствует появлению высокой концентрации антител в крови экспериментального животного на ранних стадиях после введения иммуногена по сравнению с введением вирусного препарата без адъюванта, в-третьих, отмечается более продолжительный период нарастания антител и медленное его снижение [5].

Как правило, высокоактивные специфичные антисыворотки используются для дальнейшего производства биохимических реагентов, применяемых при проведении иммуноферментного анализа по выявлению вирусной и бактериальной инфекции картофеля.

Исходя из вышесказанного, целью исследований является подбор оптимальной схемы иммунизации лабораторных животных вирусными антигенами для получения высокоактивных специфичных антисывороток к X- и Y-вирусу картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству» в 2014 и 2016 гг.

В работе по получению антисыворотки были использованы следующие материалы:

1. Вирусный препарат к PVX и PVY, получен и очищен в лаборатории иммунодиагностики картофеля;
2. Кролики калифорнийской породы весом более 3 кг, в возрасте 6–8 месяцев;
3. ПАФ (полный адъювант Фрейнда) и НАФ (неполный адъювант Фрейнда), *Sigma*, США;
4. Раствор натрия хлорид 0,9 %;
5. Шприцы одноразовые, объем 5 мл;
6. Одноразовые нитриловые перчатки;
7. Спирт ректификат 96 %;
8. Перекись водорода 3 %;
9. Стелянные конусообразные пробирки, объем 10 мл;
10. Лезвия;
11. Термостат (*Binder*, Германия);
12. Центрифуга лабораторная клиническая (*ОПн – 3.02, ДАСТАН*).

Проведение иммунизации

Подкожные инъекции осуществляли вдоль позвоночника животного, вводили раствор иммуногена объемом приблизительно 1,0–1,5 мл в 5–6 точек.

Забор крови у лабораторных животных

Забор крови производили в разных объемах в зависимости от физического состояния животного на 21-е, 28-е, 35-е и 42-е сутки от начала иммунизации из краевой ушной вены.

Получение антисыворотки

Собранную кровь помещали на 2 ч в термостат при 37 °С, затем проводили центрифугирование при 3000 оборотах в минуту в течение 10 мин для отделения сыворотки крови, содержащей иммуноглобулиновую фракцию.

Определение титра антисыворотки

Определение титра проводили по стандартной методике непрямого варианта ИФА. Антисыворотку разводили в иммунологических планшетах пробно-конъюгатным буфером в геометрической прогрессии: 2, 4, 8, 16 тыс. раз и т. д. Результаты оптической плотности определяли при длине волны 490 нм на спектрофотометре для 96-луночных планшетов фирмы Bio-Rad 680 (Франция).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для эксперимента по получению высокоактивной сыворотки разработаны две схемы иммунизации животных. Иммунизировали лабораторных животных антигенами PVX и PVY согласно схемам № 1 и № 2, дозы вводимого однократно вирусного препарата составили 100 и 150 мкг соответственно (табл. 1). Для усиления иммунного ответа иммуноген вводили в сочетании с полным и неполным адьювантом Фрейнда, в состав которого входят смесь минеральных масел, эмульгатор и убитые микобактерии. Адьювант смешивали с раствором иммуногена в отношении 1:1 до образования нерасщепляющейся эмульсии.

Для получения специфичной антисыворотки на 21-е, 28-е, 35-е и 42-е сутки от начала иммунизации у лабораторных животных была взята кровь. В результате трехкратного забора крови по схеме № 1 получено 150 мл цельной крови, из которой выделена специфичная антисыворотка к PVX в количестве 61,7 мл (табл. 2). При иммунизации животных иммуногеном PVY мы получили 61 мл цельной крови, из которой выделена антисыворотка в количестве 29,6 мл. По результатам четырехкратного забора крови согласно схеме № 2 по 200 мл цельной крови получено от кроликов, проиммунизированных антигеном PVX и PVY. Выделена специфичная антисыворотка в количестве 99,7 и 90,0 мл соответственно.

Активность полученной специфичной антисыворотки определяли методом титрования. Титр – максимальное разведение антисыворотки, при котором возможна регистрация положительной реакции взаимодействия антитела с антигеном.

В результате проведенных исследований был определен титр антисыворотки, полученной по схемам № 1 и № 2, специфичной к PVX. Применение схемы № 1 позволило получить антисыворотку со следующим титром: на 21-е сутки после иммунизации – 256 000 (табл. 3), на 28-е и 35-е сутки отмечено увеличение титра в два раза до 512 000. Титр антисыворотки, полученной с применением схемы № 2, на 21-е сутки после иммунизации составил всего 64 000 (см. табл. 3), на 28-е – титр увеличился в два раза и составил 128 000, а на 35-е и 42-е сутки взаимодействие антиген – антитело наблюдалось при титре в 256 000.

Таблица 1 – Схемы иммунизации лабораторных животных

№ иммунизации	Схема № 1			Схема № 2		
	Антиген	Доза антигена, мкг	Адьювант Фрейнда	Антиген	Доза антигена, мкг	Адьювант Фрейнда
1-я	PVX	100	ПАФ*	PVX	150	ПАФ
	PVY	100		PVY	150	
2-я	PVX	100	НАФ**	PVX	150	НАФ
	PVY	100		PVY	150	
3-я	PVX	100	НАФ	PVX	150	НАФ
	PVY	100		PVY	150	

Примечание. Инъекции проводили с интервалом 7 суток.

* ПАФ – полный адьювант Фрейнда; ** НАФ – неполный адьювант Фрейнда.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Количество специфичной антисыворотки, полученной из цельной крови по двум схемам иммунизации лабораторных животных

Сутки	Схема № 1		Схема № 2	
	Цельная кровь, мл	Антисыворотка, мл	Цельная кровь, мл	Антисыворотка, мл
PVX				
21	50	19,0	50	20,6
28	50	20,7	50	25,3
35	50	22,0	50	26,2
42	–	–	50	27,6
Всего	150	61,7	200	99,7
PVY				
21	40	22,0	50	15,3
28	6	2,5	50	25,5
35	15	5,1	50	23,8
42	–	–	50	25,4
Всего	61	29,6	200	90,0

Таблица 3 – Результаты титрования антисыворотки, специфичной к PVX, полученной с применением схем № 1 и № 2

Титр	Контроль	Забор крови, сутки			
		21	28	35	42
Значения оптической плотности (A ₄₉₀)					
Схема № 1					
2 000	0,070	2,943	3,336	3,261	Согласно схеме забор крови не проводили
4 000	0,065	2,824	3,239	3,159	
8 000	0,053	1,954	2,454	2,491	
16 000	0,050	1,627	2,149	1,941	
32 000	0,048	0,683	1,189	1,149	
64 000	0,068	0,457	0,665	0,638	
128 000	0,079	0,253	0,339	0,284	
256 000	0,068	0,149	0,179	0,169	
512 000	0,090	0,098	0,123	0,111	
1 024 000	0,071	0,071	0,069	0,072	
Схема № 2					
2 000	0,041	1,227	1,271	2,043	2,551
4 000	0,050	0,642	1,062	1,179	1,496
8 000	0,040	0,358	0,655	0,616	1,065
16 000	0,040	0,288	0,356	0,423	0,570
32 000	0,041	0,186	0,226	0,266	0,323
64 000	0,044	0,116	0,167	0,289	0,223
128 000	0,042	0,079	0,091	0,110	0,138
256 000	0,043	0,089	0,085	0,115	0,094

Примечание. Контроль – антисыворотка, полученная из крови неиммунизированного животного.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Анализ полученных данных показал, что уже на 21-е сутки после иммунизации при использовании 100 мкг иммуногена (схема № 1) получены антисыворотки с высоким значением титра (256 000), на 28-е и 35-е сутки титр увеличился до 512 000. В результате применения схемы № 2 для иммунизации лабораторных животных, при которой количество иммуногена было увеличено до 150 мкг, отмечено снижение титра полученной антисыворотки по сравнению с применением схемы № 1. Так, на 35-е и 42-е сутки значение титра составило 256 000, что в два раза меньше значений титра антисыворотки, полученной по схеме № 1.

При титровании антисыворотки к PVY с применением разных схем иммунизации лабораторных животных были получены следующие результаты:

схема № 1 – реакция взаимодействия антитела с антигеном составляла 128 000 при заборе крови на 21-е и 28-е сутки и увеличилась до 256 000 на 35-е сутки (табл. 4);

схема № 2 – титр антисыворотки, полученной на 21-е, 28-е и 35-е сутки после иммунизации, составил лишь 16 000 и увеличился до 64 000 на 42-е сутки.

Получение специфичной к PVY антисыворотки с высоким титром, согласно результатам наших исследований, целесообразнее проводить с применением схемы № 1, при которой вводится меньшее количество дорогостоящего иммуногена. Использование данной схемы позволяет получить специфичную антисыворотку с более высоким титром, который свидетельствует о высокой активности антисыворотки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования по выявлению оптимальной схемы иммунизации лабораторных животных вирусными антигенами для получения высокоактивных специфичных антисывороток к PVX и PVY позволили определить, что увеличение разовой дозы иммуногена до 150 мкг при иммунизации не дает нужного иммунного ответа у лабораторных

Таблица 4 – Результаты титрования антисыворотки, специфичной к PVY, полученной с применением схем № 1 и № 2

Титр	Контроль	Забор крови, сутки			
		21	28	35	42
Значения оптической плотности (A_{490})					
Схема № 1					
2 000	0,060	3,297	3,404	3,500	Согласно схеме забор крови не проводили
4 000	0,064	2,750	3,035	3,484	
8 000	0,059	1,619	2,201	2,730	
16 000	0,063	0,929	1,302	1,769	
32 000	0,057	0,481	0,704	0,935	
64 000	0,051	0,224	0,334	0,470	
128 000	0,054	0,118	0,176	0,232	
256 000	0,058	0,079	0,093	0,163	
512 000	0,058	0,042	0,047	0,050	
Схема № 2					
2 000	0,052	0,488	0,820	1,155	1,532
4 000	0,051	0,259	0,342	0,646	0,971
8 000	0,046	0,129	0,151	0,277	0,464
16 000	0,040	0,091	0,098	0,141	0,195
32 000	0,042	0,060	0,074	0,086	0,134
64 000	0,041	0,050	0,058	0,073	0,098
128 000	0,041	0,045	0,046	0,058	0,069
256 000	0,042	0,045	0,045	0,050	0,056

Примечание. Контроль – антисыворотка, полученная из крови неиммунизированного животного.

животных. В результате сравнения двух схем иммунизации установлено, что применение 100 мкг антигена на иммунизацию способствует получению высокоактивных специфических антисывороток.

В результате иммунизации лабораторных животных согласно схеме № 1 получена антисыворотка к PVX с титром 512 000, с увеличением вводимого количества антигена (схема № 2) титр антисыворотки снизился в два раза и составил 256 000.

Схожие результаты были отмечены и при получении антисыворотки к PVY. Титр антисыворотки, полученной по схеме № 2, составил всего 64 000. Применение схемы № 1 позволило получить антисыворотку с титром в четыре раза больше – 256 000.

Список литературы

1. Gugerli, P. Potato virus A and potato leafroll virus: purification, antiserum production, and serological detection in potato and test plants by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) / P. Gugerli // *Phytopathol.* – 1979. – Vol. 96. – P. 97–107.

2. Гнутова, Р. В. Роль иммуногенности фитовирусов при получении иммунодиагностикомов / Р. В. Гнутова // *Биотехнология и биотехника.* – 1987. – № 1. – С. 7–9.

3. Георгиу, Х. Динамика накопления антител у кроликов, иммунизированных антигеном В. EQUI / Х. Георгиу, Е. Г. Гуляева // *Актуальные проблемы инфекционной патологии и иммунологии животных: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 16–17 мая 2006 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т РАСХН.* – М., 2006. – С. 457–459.

4. Получение гипериммунной специфической антисыворотки к вирусу гриппа птиц H7N1 / А. А. Гуляко [и др.] // *Эпизоотология, иммунология, фармакология и санитария: междунар. науч.-практ. журн.* – 2011. – № 1. – С. 9–12.

5. Радкович, Е. В. Накопление X-, Y-, M-, S-вирусов картофеля в различных растениях-хозяевах для получения антигенов и производства диагностических антисывороток / Е. В. Радкович // *Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений».* – Несвиж, 2009. – № 33. – С. 31–34.

Поступила в редакцию 29.08.2018 г.

Yu. A. HALIMONENKO, Yu. V. GLUSHAKOVA, E. V. RADKOVICH,
G. N. GUSCHA

SELECTION OF THE OPTIMAL IMMUNIZATION SCHEME OF LABORATORY ANIMALS BY VIRUS ANTIGENS FOR THE PRODUCTION OF HIGHLY ACTIVE SPECIFIC ANTI-SERUM TO THE PVX AND PVY

SUMMARY

During the researches for receiving highly active specific anti-serums to PVX and PVY the optimum scheme of immunization of laboratory animals has been revealed. As a result, antiserum with a high caption at immunization of laboratory animals according to the scheme № 1 has been received.

Key words: antibody, antiserum, immunization, rabbits, specificity, antigen, caption, immunogen, adjuvant, Belarus.

РАЗДЕЛ 4

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

УДК 633.49

И. Н. Гаспарян, А. Г. Левшин, М. Е. Дыйканова, А. Е. Бутузов
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Россия
E-mail: irina150170@yandex.ru; alev200151@rambler.ru; dme3@mail.ru;
anton.evgenievich.86@yandex.ru

УКРЫВАНИЕ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

РЕЗЮМЕ

В статье приводятся данные исследований по использованию технологического приема для получения ранней продукции картофеля в условиях Московской области. Выявлено повышение урожайности при использовании укрывного материала на 8,7–45,0 % в зависимости от сорта при уборке в первый срок (15 июля), при более поздней уборке (30 июля) увеличение урожайности составляет 18–52 % в зависимости от сорта. Использование существующих пленкоукладчиков позволит механизировать этот процесс и выращивать ранний картофель на больших площадях.

Ключевые слова: картофель, нетканый материал, урожайность, сорт, продуктивность, пленкоукладчики.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наблюдаются значительные изменения климатических условий: резкие скачки температур, сильные ветра, заморозки и т. д. При возделывании сельскохозяйственных культур такие погодные условия могут повлиять на рост и развитие растений, вызвать снижение продуктивности или качества продукции, иногда посевы полностью погибают. Для снижения негативных явлений можно применять укрывные материалы в начальный период развития растений.

Укрывные материалы используются при выращивании земляники, салата, огурцов, арбузов, рассады капусты и т. д. Укрытие пленкой или нетканым укрывным материалом находит применение и при возделывании раннего картофеля [1, 2]. Это позволяет получить более раннюю продукцию отличного качества.

Под пленкой или укрывным материалом создаются благоприятные условия для роста и развития растений. В весенний период почва, покрытая пленкой или укрывным материалом, прогревается раньше примерно на две недели и уборку можно осуществить на две недели раньше. Кроме того, снижается процент гибели растений из-за возвращающихся заморозков в первый период роста, так как всходы картофеля повреждаются от заморозков ниже 0 °С, холодных туманов, града. При укрытии происходит снижение испарения влаги и питательных элементов из почвы, ограничивается рост сорной растительности. При укрытии нетканым материалом или пленкой в годы массового поражения растений фитофторозом картофельное растение

накапливает урожай до появления болезни, тем самым улучшается качество продукции [3–5].

Получение ранней продукции картофеля российского производства для Московского региона очень важно, так как спрос на этот ценный продукт остается высоким. Поэтому совершенствование технологий возделывания картофеля, позволяющих получать продукцию в более ранние сроки (10–15 июля), актуально. Использование различных материалов для укрывания и механизированных пленкоукладчиков позволит выращивать ранний картофель в большем объеме.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Нами изучалось влияние технологического приема укрывания на продуктивность раннего картофеля разных сортов. Технология возделывания стандартная. Биометрические показатели фиксировали каждые 7–10 дней. Исследования проводили в 2016–2017 гг. на участке лаборатории овощеводства РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Почва высококультуренная дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Повторность опытов 3-кратная. Варианты в опыте были размещены рендомизированным методом. Площадь одной опытной делянки 25 м². Схема посадки 75×30 см. Использовали сорта: Удача, Жуковский ранний, Снегирь, Ред Скарлетт, Метеор. Сроки посадки – при прогревании почвы до 6–8 °С. При уходе за посевами использовали современные пестициды в борьбе против фитофтороза и колорадского жука. Уборку производили в два срока – 15 и 30 июля.

Урожайность картофеля зависит от длины периода вегетации, прихода ФАР на посевах, влагообеспеченности почв и уровня их окультуренности [5]. Расчеты показывают, а передовая практика подтверждает, что в третьей световой зоне возможны максимальные урожаи картофеля 750–880 ц/га при полной обеспеченности минеральным питанием [1, 2, 5].

Для повышения продуктивности овощных культур некоторые исследователи используют полиэтиленовые пленки (черная, светопроницаемая, молочно-белая), нетканые материалы разной плотности и т. д. [4]. Такие материалы можно использовать также при выращивании раннего картофеля, поскольку в нашей зоне в отдельные годы возможны возвращающиеся заморозки, а ботва картофеля чувствительна к низким температурам, при заморозках 1,0–1,5 °С растения чернеют и погибают. Для защиты ранних посадок от поздних весенних заморозков использовался нетканый укрывной материал 17 г/м² (лутрасил). Укрывание производилось сразу после посадки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При наблюдениях за температурным режимом почвы установлено, что почва под укрывным материалом (лутрасил) 17 г/м² на глубине 15 см в течение первого месяца вегетации картофеля раннего прогревалась в среднем на 2,4 °С выше, чем в контроле. Анализ динамики температуры почвы в утреннее время, показывающей степень ее охлаждения в ночной период, убеждает, что разница между контролем и вариантом с укрывным материалом несколько сокращается по сравнению с дневным периодом, но она всегда остается более высокой в среднем на 1,5–2,0 °С. В пасмурную погоду при снижении температуры в открытом грунте замечено понижение температуры почвы и под укрывным материалом, но оно менее ощутимо, чем в варианте без укрытия. Так, в самый холодный период после посадки в 2017 г. дневная температура почвы на глубине 15 см в контроле снижалась до 2,0–2,5 °С, при этом под укрывным материалом – до 4–5 °С. Растения в дальнейшем развивались быстрее,

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

фазы наступали раньше и клубнеобразование начиналось раньше, что сказалось на урожайности (табл.).

Укрывание нетканым материалом позволяет получить продукцию уже 15 июля. Данные таблицы свидетельствуют, что урожай клубней к середине июля сформировался, так как средняя масса клубней с 1 куста высокая и составляет даже в контрольных вариантах более 400 г в связи с ранней посадкой. Урожай картофеля сформировался к 15 июля на 75,0–96,2 % по всем сортам в сравнении с урожаем, убранным 30 июля.

При использовании укрывного материала происходит увеличение урожайности на 8,7–45,0 % в зависимости от сорта при уборке в первый срок (15 июля), при более поздней уборке (30 июля) увеличение урожайности составляет 18–52 % в зависимости от сорта. По нашим данным, это связано с тем, что укрывной материал снижает амплитуду колебаний среднесуточных температур в весеннее время, почва быстрее прогревается и клубни быстрее трогаются в рост, так как в это время оптимальная температура и влажность почвы. Полноценный рост надземной массы осуществляется при образовании корней. Корни у картофеля образуются при температуре не ниже 7 °С, укрывной материал снижает перепады температур, и положительная температура наблюдается даже при снижении температуры воздуха и почвы.

В настоящее время существует множество пленкоукладчиков. Имеются пленкоукладчики для укладки мульчирующей пленки на грядку при выращивании ягод (земляники), овощей (огурец, томаты, кабачки, арбуз, лук, капуста и др.), кукурузы, саженцев деревьев, винограда. Пленкоукладчики можно устанавливать на мотоблоки, они могут агрегатироваться с мини-тракторами или обычными тракторами. Укрывание может осуществляться пленкой, различной как по ширине, так и по составу (нейлон, бумага, целлюлоза, а также биоразлагаемый материал). Укладывание пленки может

Таблица – Влияние технологического приема – укрывание нетканым материалом – на урожайность картофеля раннего

Сорт	Вариант	Уборка				Урожайность 15 июля к 30 июля, %
		15 июля		30 июля		
		Средняя масса клубней с 1 куста, г	Урожайность, т/га	Средняя масса клубней с 1 куста, г	Урожайность, т/га	
Удача	Контроль	473	22,51	570	27,13	82,9
	Укрывной материал	696	33,65	870	40,62	82,8
Жуковский ранний	Контроль	677	32,22	694	33,03	97,5
	Укрывной материал	891	40,98	910	43,32	94,5
Снегирь	Контроль	645	30,70	670	31,90	96,2
	Укрывной материал	767	36,5	849	40,41	90,3
Ред Скарлетт	Контроль	680	32,36	775	36,89	87,8
	Укрывной материал	842	40,08	915	43,55	92,0
Метеор	Контроль	493	23,46	540	25,70	91,3
	Укрывной материал	536	25,51	715	34,03	74,9

сопровождаться укладкой системы капельного орошения на различную глубину в любую погоду.

Пленкоукладчики являются простыми машинами. Укладка может осуществляться на различных типах почв и рельефа. Современные пленкоукладчики могут одновременно выполнять несколько операций: выравнивать поверхность почвы, заниматься укладкой капельной ленты, вносить удобрения, совмещать посев и укладки укрывного материала, а также делать отверстия в пленке. Фиксация укрывного материала происходит посредством земли, которая ложится по краям.

Использование капельного орошения и мульчирования за счет укрывания пленкой позволяет уменьшить процесс выщелачивания удобрений, исключить утечку влаги и не допустить разлива по бороздам, что, в свою очередь, может привести к выщелачиванию азота и других питательных веществ. За счет капельного орошения можно уменьшить количество воды, необходимое для растений, и достичь баланса питательных элементов.

Каток, расположенный на пленкоукладчике, имеет различную форму, например, вогнутую для формирования выпуклой пленки, которая не позволяет накопить воду на ее поверхности. Укрывной материал или пленка после удаления с поверхности поля может использоваться в качестве вторичного сырья, например для производства пластмасс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для удовлетворения повышенного спроса и обеспечения населения отечественной ранней продукцией картофеля Московского региона возможно использование такого технологического приема, как укрывание нетканым материалом в первый период роста для защиты от возвращающихся морозов и получения урожая уже в середине июля. Применение в технологии возделывания картофеля существующих пленкоукладчиков позволит механизировать этот процесс и выращивать ранний картофель на больших площадях.

Список литературы

1. Байрамбеков, Ш. В. Использование временных укрытий при выращивании раннего картофеля в Астраханской области / Ш. В. Байрамбеков, Е. Д. Гарьева, Г. В. Гуляева // Картофелеводство: материалы науч.-практ. конф. «Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля», 1–3 авг. 2017 г. / ФГБНУ ВНИИКХ; под ред. С. В. Жеворы. – М., 2017. – С. 175–177.
2. Гаспарян, И. Н. Как повысить урожай раннего картофеля / И. Н. Гаспарян, М. Е. Дыйканова // Картофель и овощи. – 2018. – № 2. – С. 29–31.
3. Гаспарян, И. Н. Картофель: технологии возделывания и хранения: учеб. пособие / И. Н. Гаспарян, Ш. В. Гаспарян. – СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 256 с.
4. Гаспарян, И. Н. Теория и практика повышения продуктивности картофеля с использованием декапитации в Нечерноземной зоне РФ / И. Н. Гаспарян, А. Г. Левшин. – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2017. – 236 с.
5. Дыйканова, М. Е. Декапитация в технологии возделывания раннего картофеля / М. Е. Дыйканова // Картофелеводство: материалы науч.-практ. конф. «Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля», 1–3 авг. 2017 г. / ФГБНУ ВНИИКХ; под ред. С. В. Жеворы. – М., 2017. – С. 161–164.
6. Кудряшов, Ю. С. Мульчируйте почву пленками при выращивании томата в неотапливаемых пленочных теплицах / Ю. С. Кудряшов, М. Е. Дыйканова // Картофель и овощи. – 2007. – № 4. – С. 21–22.

7. Писарев, Б. А. Производство раннего картофеля / Б. А. Писарев. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 287 с.

Поступила в редакцию 12.09.2018 г.

I. N. GASPARYAN, A. G. LEVSHIN, M. E. DYJKANOVA,
A. E. BUTUZOV

CONCEALMENT OF EARLY POTATOES IN MOSCOW REGION

SUMMARY

The research results on the use of technological reception for early potatoes production in Moscow region are presented in the article. The yield increase using the covering material is by 8.7–45.0 % depending on the variety during harvesting in the first period (July, 15), with later harvesting (July, 30) the yield increase is 18–52 % depending on the variety. The yield use of existing cover-up layers will allow to mechanize this process and grow early potatoes in large areas.

Key words: potatoes, nonwoven fabric, yield, variety, productivity, cover-up layers.

Д. С. Гасило

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: technology@belbulba.by; gastilo1990@mail.ru

ВЛИЯНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ И СПОСОБА ЕЕ ОБРАБОТКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СТОЛОВОГО КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований влияния применения для предпосадочной обработки почвы (почвоуглубления) сельскохозяйственной машины АКР-3 и машин для ухода за посадками при выращивании картофеля с междурядьями 70 и 90 см. на урожайность и показатели качества клубней.

Ключевые слова: картофель, сорт, почвоуглубление, урожайность, механические повреждения, позеленение, ростовые трещины, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель давно считают культурой рыхлых почв. Установление оптимальной плотности для картофеля необходимо, так как слишком уплотненная почва препятствует распространению корней по почвенному профилю, в нее слабо проникает атмосферный воздух, в результате чего процессы жизнедеятельности микрофлоры замедляются. По данным Б. Н. Мичурина [1], И. Б. Ревута [2], от плотности дерново-подзолистых почв во многом зависит доступность растениям влаги, так как на уплотненных почвах вода переходит в малодоступную для растений форму [3].

Не меньший ущерб урожаю, особенно пропашным культурам, наносит плужная подошва. Многолетние исследования Института почвоведения и агрохимии (БЕЛНИИПА, 1981–1985), а также мелиорации (БелНИИМиП, 2001) показали, что глубокое (до 40 см) рыхление плужной подошвы на старопашотных почвах повышает урожайность картофеля на 6,0–26,3 % [4].

По результатам исследований (Дементьев, 1939; Афанасьев, Балин и Галибин, 1953; Френкель, 1957) установлено, что более глубокая вспашка сопровождается увеличением нитратов в почве. Определение нитратов в почве, проводившееся в 1957 г. на посевах картофеля, показало, что на глубине 0–20 см количество нитратов в клубнях было примерно одинаково на всех вариантах, а на глубине 20–30 см – больше на делянках с применением почвоуглубления и безотвальной вспашки. Большое количество нитратов в слое 20–30 см на делянках глубокой вспашки можно объяснить тем, что этот слой при вспашке подвергается разрыхлению и частичному обогащению почвы из перегнойного слоя, вследствие чего усиливаются процессы микробиологической деятельности [5].

На дерново-подзолистых суглинистых почвах вспашка с почвоуглублением повышает урожай картофеля на 14–16 % по сравнению с обычной вспашкой [6].

Отвальная вспашка с почвоуглублением в сравнении с обычной вспашкой в опытах 1961 г. повысила урожай картофеля на 13,6 %. В то же время безотвальная вспашка повысила урожай картофеля на 7,7 % [7].

По мнению Van der Zaag D. E. (1992), Bouman (1998), увеличение ширины междурядий с 70 до 90 см позволяет использовать больше почвы для формирования достаточно высоких гребней, а также снижает давление колесами трактора на их боковые стороны. Во время сбора урожая большой объем почвы дополнительно защищает клубни от повреждений. Кроме того, меньше времени тратится на обработку почвы и уборку урожая на определенном участке [8, 9].

Полевые испытания, проводимые в Нидерландах в 1970-х гг., показывают, что товарная урожайность при ширине междурядий 90 см выше, чем при 75 см. Были отмечены меньший выход клубней мелкой фракции и увеличение товарных клубней на 20 % [10].

Выход зеленых клубней, непригодных для продажи и дальнейшей переработки, также влияет на качество полученного урожая. Kouwenhoven и др. (2000, 2003), Spiess и др. (2005), Bernik (2010) определили, что количество зеленых клубней было меньше при ширине междурядий 90 см, чем при 75 см. Это связано с большей площадью поперечного сечения гребня и лучшим покрытием клубней почвой. Для сортов с клубнями удлиненной формы требуются гребни с площадью поперечного сечения более 900 см² [10–13].

Важным звеном технологии возделывания картофеля является его хранение. Использование средств механизации в период уборки и послеуборочной доработки приводит к травмированию и снижению лежкоспособности. Б. В. Анисимов, А. С. Воловик, В. М. Глез (1994) указывают на то, что общие повреждения клубней при уборке могут достигать 12–85 % [14].

Все физиолого-биохимические процессы, происходящие в клубнях после их уборки, тесно связаны с предшествующим развитием растений картофеля и во многом зависят как от отдельных агроприемов, так и от технологии выращивания в целом [15, 16].

Наиболее опасными для клубней являются глубокие травмы – вырывы и трещины, которые трудно поддаются заживлению. По данным К. А. Пшеченкова, В. Н. Зейрука (2001), глубокие травмы являются предпосылкой для заражения картофеля возбудителями мокрой и сухой гнилей при хранении [17].

Цель нашего исследования – определить влияние применения для предпосадочной обработки почвы (почвоуглубления) сельскохозяйственной машины АКР-3 в сочетании с машинами для ухода за посадками при выращивании картофеля с междурядьем 70 и 90 см на урожайность и показатели качества клубней.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Объектом исследований является способ предпосадочной обработки почвы под картофель.

Полевой трехфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – предпосадочная обработка почвы:

1. Почвоуглубление – 30–35 см агрегатом АКР-3;
2. Без почвоуглубления (вспашка) – 20–22 см агрегатом ПЛН 3-35.

Фактор В – ширина междурядий:

1. 70 см;
2. 90 см.

Фактор С – сорт:

1. Манифест;
2. Волат;
3. Вектар.

Пахотный горизонт опытного участка, где проводили агротехнические опыты, характеризуется следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,0 %; pH_{KCl} – 4,5; P_2O_5 – 352,1 мг/кг; K_2O – 107,6 мг/кг.

Предшественник – озимый рапс на зерно. Органические удобрения в дозе 40 т/га и минеральные $N_{90}P_{60}K_{150}$ вносили на всей площади опыта. Подготовку почвы осуществляли согласно схеме опыта, которая заключалась в закрытии почвенной влаги культиватором КПС-4, вспашке ПЛН-3-35, почвоуглублении АКР-3, предпосадочной культивации, нарезке гребней культиватором АК-2,8 с междурядьями 70 см и КГО-3,6 – 90 см. Посадку сортов картофеля выполняли в третьей декаде апреля сажалкой Л-202 на 70 см, а на 90 см – картофелесажалкой ЖУКО 242S (Финляндия). В период вегетации картофеля проводили две междурядные обработки по формированию гребней КОР-4 – 70 см, на 90 см – ОКГ-4. После формирования гребней вносили гербицид Зенкор Ультра в дозе 0,9 л/га до всходов.

Площадь опытной делянки при выращивании продовольственного картофеля с междурядьем 70 см – 53,2 м², 90 см – 68,4 м², повторность – четырехкратная. Общая площадь под опытом 1,0 га.

В соответствии с методикой исследований по культуре картофеля в период вегетации проводили следующие учеты и наблюдения: фенологические – начало (10 %) и массовое (75 %) появление всходов, бутонизация и цветение [18].

Влажность, плотность, твердость почвы определяли от посадки до уборки по горизонтам: 0–10 см; 10–20; 20–30 см [19– 21]. Твердость почвы определяли с помощью твердомера Ю. Ю. Ревякина.

Урожай учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям. Травмируемость клубней после комбайновой уборки определяли согласно ГОСТу 7080-74 (Отбор проб и методы определения качества) [22, 23].

Биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества, крахмала определяли весовым методом, содержание нитратов – потенциметрически с использованием ионоселективного электрода. Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и обменного калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическую кислотность – по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [21].

Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б. А. Доспехова [24] и программой STATISTICA 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2016–2017 гг. влажность почвы варьировала в зависимости от погодных условий и вариантов опыта. Плотность и твердость почвы в посадках картофеля зависели от марки сельскохозяйственных машин, используемых для подготовки почвы, ухода за посадками картофеля и ее увлажнения. При применении агрегата АКР-3 отмечается увеличение влажности почвы по всем вариантам, снижение ее плотности и твердости на протяжении всего вегетационного периода по сравнению с контрольным вариантом (70 + 70 см обработка почвы без почвоуглубления) (табл. 1).

После посадки влажность почвы в вариантах с применением почвоуглубления АКР-3 по горизонтам 0–10 см, 10–20, 20–30 см находилась в пределах ошибки опыта по сравнению с контрольным вариантом 70 см без почвоуглубления. В фазу всходов при применении почвоуглубления АКР-3 с междурядьями 70 см отмечено увеличение влажности по горизонтам 0–10 см (+1,5 %) и 20–30 см (+5,4 %), (+4,4 %) – 90 см; по горизонту 10–20 см – 70 см, 0–10 и 10–20 см – 90 см влажность почвы находилась

Таблица 1 – Влияние предпосадочной подготовки почвы, ширины междурядий на влажность, плотность, твердость почвы в период вегетации картофеля, 2016–2017 гг.

Горизонт почвы, см	Ширина междурядий, см	Влажность, %			Плотность, г/см³				Твердость, кгс/см²				
		перед посадкой	всходы	бутоны-зачия	перед уборкой	перед посадкой	всходы	бутоны-зачия	перед уборкой	перед посадкой	всходы	бутоны-зачия	перед уборкой
Без применения почвоуглубления													
0–10	70	18,5	12,6	14,8	16,7	0,96	1,03	1,05	1,11	8,5	9,3	10,0	10,5
10–20		20,0	13,9	18,6	15,0	1,04	1,09	1,10	1,17	16,8	16,8	16,0	13,8
20–30		20,3	12,2	12,8	14,2	1,12	1,19	1,17	1,18	22,3	26,3	23,3	23,3
0–10	90	19,6	11,8	13,4	17,0	0,94	1,00	1,01	1,06	8,3	9,8	9,8	10,3
10–20		19,7	15,0	16,7	14,9	1,05	1,07	1,09	1,17	16,2	17,5	14,8	15,5
20–30		18,7	12,9	14,9	14,2	1,12	1,15	1,17	1,22	23,8	25,8	23,3	22,3
С применением почвоуглубления													
0–10	70	19,6	14,1	14,8	18,3	0,89	0,97	0,98	1,07	6,0	7,3	8,5	9,2
10–20		20,2	14,0	15,1	17,9	1,02	1,07	1,07	1,10	10,8	13,5	13,5	14,0
20–30		20,8	17,6	17,1	18,2	1,08	1,11	1,12	1,20	19,5	19,5	19,8	20,2
0–10	90	19,8	13,2	16,0	16,3	0,88	0,97	0,97	1,05	6,3	6,0	7,3	8,5
10–20		19,4	13,9	19,3	17,6	1,01	1,09	1,07	1,12	11,0	12,0	13,2	13,3
20–30		19,5	16,6	19,6	18,2	1,07	1,09	1,10	1,21	18,8	21,3	18,5	18,8
НСР _{0,05}	–	1,243			0,055				1,680				

в пределах ошибки опыта. В фазу бутонизации влажность почвы в вариантах с почвоуглублением АКР-3 по горизонтам 0–10 см, 10–20, 20–30 см составила: 14,8 %, 15,1(–3,5), 17,1 % (+ 4,3 %) – 70 см; 16,0 % (+1,2 %), 19,3 (+0,7), 19,6 % (+6,8 %) – 90 см, а перед уборкой почва была более увлажнена в вариантах с применением почвоуглубления АКР-3 – на 1,6–4,0 % по сравнению с контрольным вариантом (70 + 70 см обработка почвы без почвоуглубления).

Очень важным условием для роста и развития растений картофеля, получения высокого урожая товарных клубней, а также проведения качественной комбайновой уборки является плотность почвы. Почвоуглубление агрегатом АКР-3 оказало положительное влияние на плотность почвы в период вегетации картофеля. Было отмечено снижение ее плотности в вариантах с применением почвоуглубления: перед посадкой в зависимости от ширины междурядий по горизонтам 0–10 см – 0,89 г/см³ (0,07 г/см³) с междурядием 70 см и 0–10 см – 0,88 г/см³ (–0,08 г/см³), 20–30 см – 1,07 г/см³ (0,05 г/см³) – 90 см, а по горизонтам 10–20 см и 20–30 см (70 см³) и 10–20 см (90 см³) плотность почвы была в пределах ошибки опыта. В фазу всходов снижение плотности почвы было по горизонтам 0–10 см (0,06 г/см³), 20–30 см (0,08 г/см³) – 70 см; 0–10 см (0,06 г/см³), 20–30 см (0,10 г/см³) – 90 см, по горизонтам 10–20 см (70 см³), и 10–20 см (90 см³) в пределах ошибки опыта, а в фазу начала бутонизации отмечено снижение данного показателя по горизонтам 0–10 см (0,07 г/см³), 20–30 см (0,05 г/см³) – 70 см; 0–10 см (0,08 г/см³), 20–30 см (0,07 г/см³), а по горизонтам 10–20 см с междурядьями 70 см и 90 см плотность почвы была в пределах ошибки опыта. Перед уборкой снижение плотности почвы было выявлено по горизонтам почвы 0–10 см, 10–20 см в вариантах с применением почвоуглубления АКР-3, а по горизонту 20–30 см отмечено увеличение данного показателя, которое находилось в пределах ошибки опыта по сравнению с контрольным вариантом (70 + 70 см обработка почвы без почвоуглубления).

Твердость почвы увеличивалась как по горизонтам, так и по фазам роста и развития растений картофеля. Было отмечено снижение твердости почвы при применении почвоуглубителя АКР-3 на протяжении всего вегетационного периода по сравнению с контрольным вариантом (70 + 70 см обработка почвы без почвоуглубления). При анализе данных, полученных при использовании твердомера по горизонтам почвы 0–10 см, 10–20, 20–30 см, было отмечено, что перед посадкой твердость почвы в вариантах с почвоуглублением по горизонтам почвы составила: 0–10 см – 6,0 кгс/см² (–2,5 кгс/см²), 10–20 см – 10,8 кгс/см² (–6 кгс/см²), 20–30 см – 19,5 кгс/см² (–2,8 кгс/см²) – 70 см; 0–10 см – 6,3 кгс/см² (–2,2 кгс/см²), 10–20 см – 11,0 кгс/см² (–5,8 кгс/см²), 20–30 см – 18,8 кгс/см² (–3,5 кгс/см²). В фазу всходов отмечено снижение твердости почвы от 2,0 до 6,8 кгс/см² – 70 см и 3,3–5,0 кгс/см² – 90 см. В фазу бутонизации отмечено снижение твердости по горизонту почвы 20–30 см на 3,1 кгс/см², 10–20 см (2,5 кгс/см²), а по горизонтам 0–10 см в пределах ошибки опыта – 70 см, по горизонту почвы 0–10 см (2,7 кгс/см²), 10–20 см (2,8 кгс/см²), 20–30 см (4,8 кгс/см²) – 90 см. Перед уборкой снижение твердости почвы было отмечено по горизонтам почвы 0–10 см (2,0 кгс/см²) и 20–30 см (4,5 кгс/см²), а по горизонту почвы 10–20 см данный показатель находился в пределах ошибки опыта – 90 см. При посадке с шириной междурядий 70 см было отмечено снижение твердости почвы по горизонту 20–30 см (3,1 кгс/см²), по горизонтам почвы 0–10 см и 20–30 см данный показатель находился в пределах ошибки опыта по сравнению с контрольным вариантом (70 + 70 см обработка почвы без почвоуглубления).

Агротехнические приемы выращивания оказали влияние на урожай возделываемых сортов картофеля и выход товарной продукции. На широкорядных посадках с применением почвоуглубления создаются более благоприятные условия для реализации

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

потенциальной продуктивности сортов интенсивного типа, уменьшается плотность почвы в зоне клубнеобразования, повышается товарность клубней за счет снижения травмирования, создается более благоприятный водный, воздушный и пищевой режимы. Сорта картофеля Манифест, Волат, Вектар положительно отреагировали на увеличение ширины междурядий с 70 до 90 см и применение почвоуглубления перед посадкой (рис. 1).

При посадке с шириной междурядий 90 см была получена прибавка урожая по сортам: Манифест – 6,7 т/га, Волат – 10,8, Вектар – 9,6 т/га по сравнению с посадкой с междурядьями 70 см. Применение почвоуглубления положительно сказалось на урожайности сортов картофеля. Урожайность картофеля при применении почвоуглубления и посадке с шириной междурядий 70 см по сортам составила: Манифест – 44,7 т/га (+6,0 т/га), Волат – 39,5 (+11,1), Вектар – 38,9 т/га (+9,6 т/га), а с шириной междурядий 90 см и при проведении почвоуглубления была получена прибавка урожая 10,9 т/га; 7,8; 12,9 т/га по сортам соответственно по сравнению с шириной междурядий 70 см.

При производстве картофеля большое значение имеет не только величина урожайности возделываемых сортов, но и качественные показатели клубней выращенного урожая. Поэтому после уборки картофеля мы проводили анализ клубней на содержание сухого вещества, крахмала, нитратов. Анализ полученных данных показал, что содержание сухого вещества зависело в большей степени от сорта, погодных условий, способа обработки почвы. При применении почвоуглубления в сочетании с сельскохозяйственными машинами при уходе за посадками картофеля отмечено увеличение содержания сухого вещества и крахмала (рис. 2).

Максимальный показатель содержания сухого вещества был отмечен в вариантах с применением почвоуглубления при посадке с междурядьями 70 и 90 см: Манифест (18,8–21,3 и 16,4–18,6%), Волат (21,1–22,3 и 18,8–21,8%), Вектар (22,1–23,4 и 17,0–18,3%) по годам соответственно.

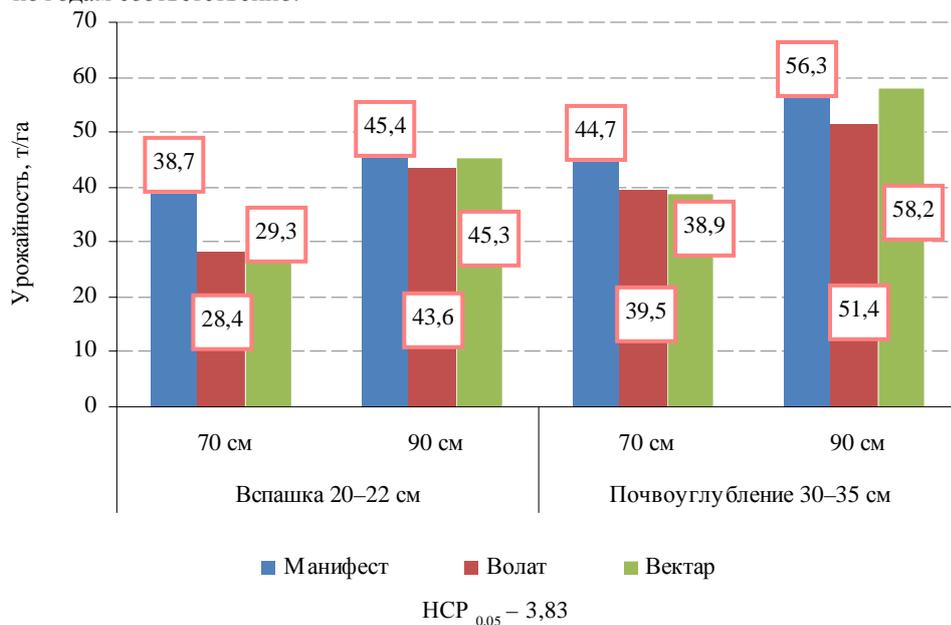
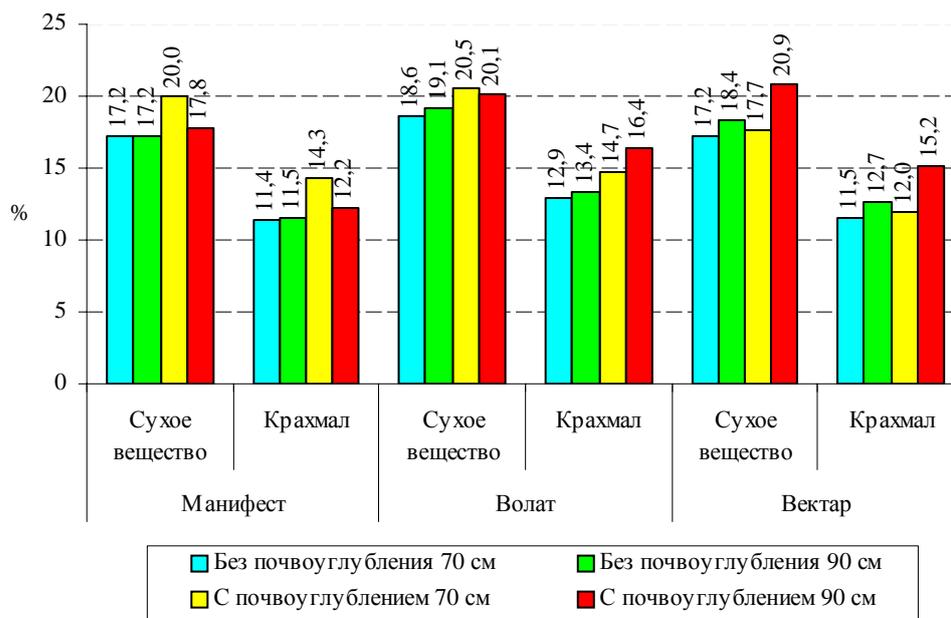


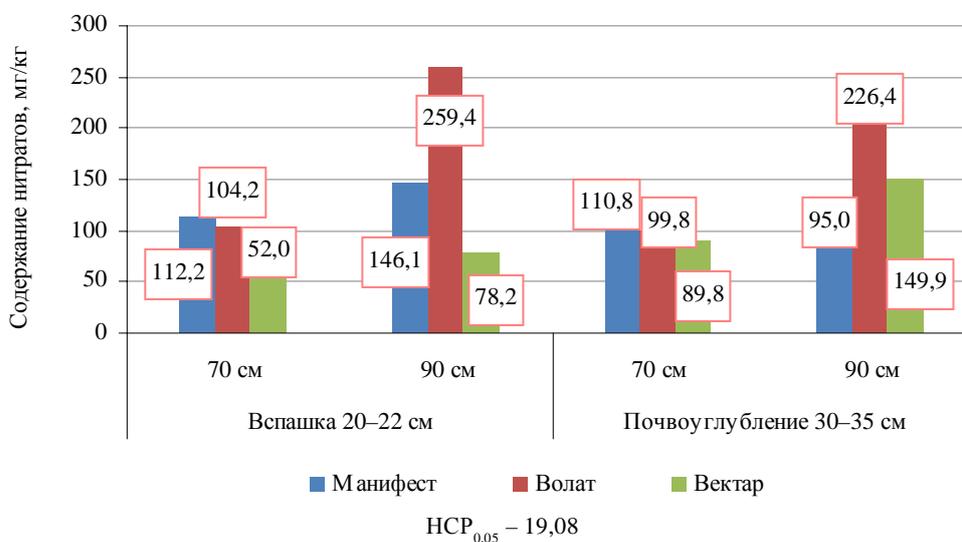
Рисунок 1 – Влияние способа предпосадочной обработки почвы на урожайность сортов картофеля, 2016–2017 гг.



НСР_{0,05} крахмал – 0,62; НСР_{0,05} сухое вещество – 1,09

Рисунок 2 – Влияние способа обработки почвы на содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля во время уборки, %

При посадке с междурядьями 70 и 90 см отмечено снижение содержания нитратов по сортам Манифест, Волат, по сорту Вектар увеличение по сравнению с вариантами без применения почвоуглубления; при посадке на 90 см отмечено увеличение содержания нитратов по сортам Манифест, Волат и Вектар по сравнению с шириной междурядий 70 см (рис. 3).



НСР_{0,05} – 19,08

Рисунок 3 – Влияние способа обработки почвы на содержание нитратов в клубнях картофеля во время уборки

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Содержание нитратов в клубнях зависело от метеорологических условий и ширины междурядий. С увеличением ширины междурядий и снижением плотности почвы в гребне возрастало содержание нитратов в клубнях. В 2016–2017 гг. в варианте АКР-3 + АК-2,8 + КОР-4 (70 см) содержание нитратов по сортам составило: Манифест – 110,8 мг/кг, Волат – 99,8, Вектар – 89,8 мг/кг, а при выращивании с шириной междурядий 90 см в варианте АКР-3 + КГО-3,6 + ОКГ-4 по сортам: Манифест – 95,0 мг/кг; Волат – 226,4; Вектар – 149,9 мг/кг, по сравнению с контрольным вариантом (АК-2,8+КОР-4) – 112,2; 104,2; 52,0 мг/кг по сортам соответственно. Можно сделать вывод, что увеличение содержания нитратов в клубнях происходит вследствие того, что с увеличением ширины междурядий и снижением плотности почвы возрастает масса корневой системы, которая больше поглощает элементов питания для растений.

Эффективность возделывания картофеля определяют три основных фактора: урожайность, качество продукции – выход товарной продукции с параметрами, учитывающими ее конкретное назначение, и затраты на производство. Увеличение высоты гребня с 13,6 см (70 см) до 26,5 см (90 см), а следовательно, и объема почвы, приходящегося на 1 растение, создало лучшие условия для развития корневой системы. На процент позеленевших клубней оказала влияние высота объемного окуливания, а точнее толщина слоя почвы над клубневым гнездом, который способствовал снижению процента позеленевших клубней по всем исследуемым сортам опыта (табл. 2).

Полученные результаты свидетельствуют, что с увеличением ширины междурядий возросла высота гребня с 13,6 см (70 см) до 26,5 см (90 см). При посадке с междурядьем 90 см и проведением почвоуглубления почва была менее плотной, увеличилась площадь питания 1 растения. При посадке с шириной междурядий 90 см было отмечено увеличение глубины залегания клубневого гнезда, что вызвало снижение количества позеленевших клубней в период уборки: Манифест – 2,5 % (–8,9 %), Волат – 2,1 (–9,7), Вектар – 2,2 (–9,5 %).

Широкое применение средств механизации в картофелеводстве ставит задачи снижения и предупреждения повреждений клубней, возникающих при работе машин.

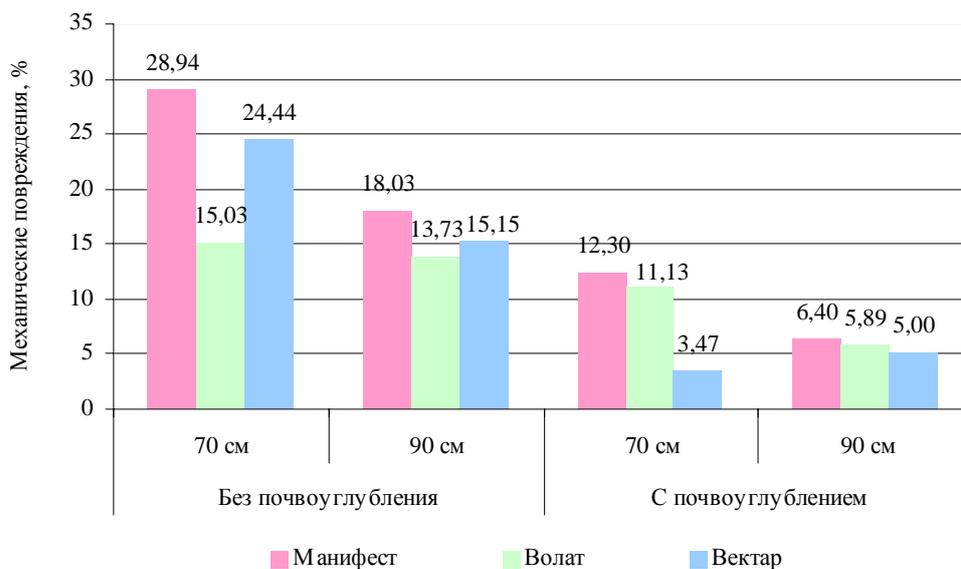
Таблица 2 – Влияние способа обработки почвы и ширины междурядий на расположение клубневого гнезда и процент позеленевших клубней, 2016–2017 гг.

Ширина междурядий, см	Вспашка 20–22 см			Почвоуглубление 30–35 см		
	Высота гребня, см	Глубина залегания клубневого гнезда, см	Позеленевшие клубни, %	Высота гребня, см	Глубина залегания клубневого гнезда, см	Позеленевшие клубни, %
Сорт Манифест						
70	13,6	12,7	11,4	16,7	15,7	3,5
90	20,4	14,9	4,5	26,5	17,7	2,5
Сорт Волат						
70	14,0	13,3	11,8	16,9	16,7	3,4
90	20,9	14,1	4,8	25,9	18,0	2,1
Сорт Вектар						
70	13,6	13,6	11,7	16,8	15,5	2,6
90	21,0	14,3	3,5	26,3	19,6	2,2
НСР _{0,05}	Высота гребня, см			0,803		
	Глубина залегания клубневого гнезда, см			1,033		
	Позеленевшие клубни, %			0,947		

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Проблема снижения повреждений имеет комплексный характер, и ее решение осуществляется путем реализации агрономических, организационных и конструктивных мер. С увеличением повреждений снижается качество клубней и растут их суммарные потери. Повреждения клубней картофеля при работе машин принято разделять на внешние и внутренние. Внешние повреждения – это обдир кожуры, трещины и вырывы мякоти. Прочность кожуры зависит от сорта (различная ее толщина) и степени зрелости клубней к уборке. Вырывы, трещины и потемнения мякоти клубней зависят от особенностей сорта, а также от температуры и влажности почвы. При низкой влажности суглинистой почвы в гребнях мякоть клубней легко повреждается из-за содержания значительного количества прочных почвенных комков. При высокой влажности почв клубни имеют повышенный тургор, и мякоть под воздействием механических нагрузок трескается, образуются потемнения и вырывы. При низкой температуре почвы величина повреждений мало зависит от ее влажности, поскольку мякоть находится в напряженном состоянии и теряет эластичность. Было проанализировано влияние способа предпосадочной подготовки почвы в сочетании с машинами для ухода за посадками на наличие механических повреждений клубней (обдир кожуры, трещины, вырывы, технический отход) (рис. 4).

В результате проведенных исследований было установлено, что при применении почвоуглубления содержание механически поврежденных клубней в ворохе снижалось и при посадке с шириной междурядий 90 см по сортам составило: Манifest – 6,40 % (–22,54 %), Волат – 5,89 (–7,53), Вектар – 5,0 % (–19,44 %); при посадке с шириной междурядий 70 см – 12,30 %; 11,13; 3,47 %, что было ниже на 16,64; 3,90; 20,97 % по сортам соответственно. Наличие механически поврежденных клубней снижалось как по вариантам (способам предпосадочной подготовки почвы в сочетании с машинами для ухода за посадками), так и по изучаемым сортам.



НСР_{0,05} – 2,42

Рисунок 4 – Влияние способа обработки почвы на количество механически поврежденных клубней в картофельном ворохе во время уборки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При применении агрегата АКР-3 отмечается увеличение влажности почвы, снижение плотности и твердости почвы по всем вариантам на протяжении всего вегетационного периода, что оказало положительное влияние на накопление урожая. При применении почвоуглубления с шириной междурядий 90 см общая урожайность по сортам составила: Манифест – 56,3 т/га, Волат – 51,4, Вектар – 58,2 т/га, что на 7,8–12,9 т/га выше, чем без почвоуглубления.

При применении почвоуглубления было отмечено увеличение содержания сухого вещества и крахмала при посадке с междурядьями 70 и 90 см по всем исследуемым сортам.

С увеличением ширины междурядий и снижением плотности почвы в гребне возрастало содержание нитратов в клубнях.

При посадке с шириной междурядий до 90 см было отмечено увеличение глубины залегания клубневого гнезда, что оказало положительное влияние (снижение) на количество позеленевших клубней в период уборки: Манифест – 2,5 % (–8,9 %), Волат – 2,1 (–9,7), Вектар – 2,2 % (–9,5 %).

При применении почвоуглубления и увеличении ширины междурядий до 90 см количество механически поврежденных клубней в ворохе по сортам составило: Манифест – 6,40 % (–22,54 %), Волат – 5,89 (–7,53), Вектар – 5,00 % (–19,44 %).

Список литературы

1. Мичурин, Б. Н. Доступность влаги для растения в зависимости от структуры и плотности сложения почв и грунтов / Б. Н. Мичурин // *Вопр. агрономической физики: сб. ст. / ВАСХНИЛ; под общ. ред. А. Ф. Иоффе, И. И. Самойлова.* – Л., 1957. – С. 56–71.
2. Ревут, И. Б. Физика почв и проблема их обработки / И. Б. Ревут // *Вестн. с.-х. науки.* – 1961. – № 7. – С. 30–41.
3. Ревут, И. Б. Физика в земледелии / И. Б. Ревут. – М.: Физматгиз, 1960. – 400 с.
4. Турусов, В. И. Приемы обработки почвы в условиях засухи / В. И. Турусов, И. П. Корнилов, М. И. Сальников; Воронежский НИИСХ Россельхозакадемии. – 2006. – 12 с.
5. Долгов, С. И. Сопротивление почвы расклиниванию, методы его измерения и агрономическое значение / С. И. Долгов // *Тр. конф. молодых ученых по вопр. удобрений, агротехники и агропочвоведения / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т удобрений, агротехники и агропочвоведения им. К. К. Гедройца; ред.: О. К. Кедров-Зихман, Н. И. Горбунов, Ф. Ф. Юхимчук.* – М., 1936. – С. 50–56.
6. Доспехов, Б. А. Влияние различных способов основной обработки на агрофизические свойства почвы и урожай / Б. А. Доспехов, В. М. Болоболова // *Изв. ТСХА.* – 1959. – № 6 (31). – С. 57–69.
7. Мальцев, Т. С. Вопросы земледелия: сб. ст. и выступлений / Т. С. Мальцев. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 432 с.
8. Bouman, A. Reihenabstand 75 order 90 cm? / A. Bouman // *Kartoffelbau.* – 1998. – Bd. 49, № 4. – S. 130–133.
9. Van der Zaag, D. E. Potatoes and their cultivation in the Netherlands / D. E. Van der Zaag. – 3rd ed. – Den Haag: Netherlands Potato Consultative Inst., 1992. – 76 p.
10. Kouwenhoven, J. K. Ridges for new potato varieties in The Netherlands [Electronic resource] / J. K. Kouwenhoven, U. D. Perdok // *Proceedings 15th ISTRO conference, Fort Worth, Texas USA, 2–7 July, 2000 / Intern. Soil Tillage Research Organization; ed. J. E. Morrison.* – 2000. – CD-ROM.

11. Soil ridge geometry for green control in French fry potato production on loamy clay soils in The Netherlands / J. K. Kouwenhoven [et al.] // Soil and Tillage Research. – 2003. – Vol. 74, iss. 2. – P. 125–141.
12. Reihenabstand 90 cm im Kartoffelbau / E. Spiess [et al.] // FAT-Berichte. – 2004. – № 635. – S. 1–12.
13. Potato yield and tuber quality in 75 cm and 90 cm wide ridges / R. Bernik [et al.] // Acta Agriculturae Slovenica. – 2010. – Vol. 95, № 2. – P. 175–181.
14. Борьба с болезнями и повреждениями клубней в периоды подготовки картофеля к хранению и в процессе хранения: практ. рук. / М-во с. х. и прод. Рос. Федерации. – М.: Информагротех, 1994. – 28 с.
15. Забара, М. Г. Пути повышения качества и лежкоспособности картофеля / М. Г. Забара // Междунар. аграр. журн. – 1999. – № 7. – С. 12–18.
16. Berlinski, K. Mechanizacija produkcji ziemniakow a problem uszkodzen bulw / K. Berlinski, Z. Florezak // Nowe Rolnictwo. – 1983. – Т. 32, № 10. – С. 7–10.
17. Зейрук, В. Н. Как снизить потери картофеля при уборке и хранении / В. Н. Зейрук, К. А. Пшеченков // Картофель и овощи. – 2001. – № 4. – С. 6–9.
18. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов: учеб. пособие / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1973. – 397 с.
19. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв: учеб. пособие / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
20. Емельянов, П. А. Теоретические и экспериментальные исследования дискового заделывающего органа лукопосадочной машины: теория, конструкция, расчет / П. А. Емельянов, А. В. Сибирёв, А. Г. Аксенов; Пенз. гос. с.-х. акад., Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации с. х. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 173 с.
21. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1981. – 495 с.
22. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва; редкол.: Н. А. Андрушина [и др.]. – М.: [б. и.], 1967. – 265 с.
23. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во с. х. Респ. Беларусь; разработ.: С. А. Банадусев [и др.]. – Минск: [б. и.], 2003. – 71 с.
24. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

Поступила в редакцию 23.08.2018 г.

D. S. GASTILO

INFLUENCE OF AGROPHYSICAL SOIL PARAMETERS AND METHOD OF ITS PROCESSING ON YIELD AND QUALITY PARAMETERS OF GARDEN POTATOES

SUMMARY

The application results for preplant soil (decompaction subsoil horizon) agricultural machine, AKR-3 and machines for the care of plantings of growing potatoes with spacing 70 and 90 cm on the yield and quality of tubers are presented in the article.

Key words: potatoes, variety, pan busting, yield, mechanical damage, greening, growth cracks, Belarus.

УДК 635.21:631.543.2.476

Д. С. Гастило, С. А. Турко, Д. Д. Фицуру

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: technology@belbulba.by; gastilo1990@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КАРТОФЕЛЯ С ШИРИНОЙ МЕЖДУРЯДИЙ 70 И 90 СМ В БЕЛАРУСИ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований по выращиванию продовольственного картофеля с междурядьями 70 и 90 см. Дано сравнение влияния ширины междурядий на агрофизические показатели (влажность, плотность, твердость), биометрические показатели растений (высота, количество стеблей), урожайность и ее структуру, биохимические показатели клубней (сухое вещество, крахмал, нитраты). Рассчитана рентабельность выращивания продовольственного картофеля с шириной междурядий 70 и 90 см.

Ключевые слова: картофель, сорт, ширина междурядий, влажность, плотность, твердость, урожайность, структура урожая, сухое вещество, крахмал, нитраты, рентабельность, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее ответственных технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур, влияющих на их продуктивность, является механическая обработка почвы.

В земледелии основа ресурсосбережения – снижение затратности обработки почвы как наиболее трудоемкого процесса. Данная проблема должна решаться через объединение и сокращение технологических операций на базе почвообрабатывающих машин нового поколения, повышения эффективности использования природных возобновляемых ресурсов на основе рационального сочетания биологизации и химизации технологических процессов, минимизации обработки почвы, позволяющей блокировать угрозу ее эрозии, достижения гармонии экологической среды и агрофитоценозов [1].

Известно, что картофель может высаживаться по различным схемам посадки и выращиваться с различной шириной междурядий. В настоящее время в большинстве стран картофель, как правило, возделывают с шириной междурядий от 70 до 140 см. Во многих хозяйствах гребневая технология выращивания картофеля предусматривает ширину междурядий 70 и 75 см. Она и сейчас остается одной из наиболее распространенных на территории Беларуси, России и других стран СНГ. Однако эта технология не в полной мере отвечает биологическим требованиям растений картофеля, особенно при выращивании много- и крупноклубневых сортов. Ее недостатками являются: небольшая площадь питания растений; высокая степень повреждаемости корневой системы и надземной части растений при междурядных обработках; позеленение клубней из-за недостатка почвы для создания полноценного гребня; несоответствие ширины колес энергонасыщенных тракторов ширине междурядий, что приводит

к переуплотнению почвы, травмированию клубней во второй половине вегетационного периода, увеличению количества комьев почвы в ворохе при уборке клубней [2].

Различные сорта картофеля предъявляют неодинаковые требования к условиям выращивания и по-разному реагируют на агротехнические приемы возделывания [3].

Внедрение в производство сортов интенсивного типа и энергонасыщенной техники влечет за собой поиск технологии, в большей мере отвечающей биологическим требованиям растений картофеля [4].

Важно отметить, что на широкорядных посадках отмечается меньше повреждения надземной массы картофеля фитофторозом за счет лучшей продуваемости рядков. Тем самым уменьшается пестицидная нагрузка, экономятся финансовые средства и приходится меньший пресс на экологию окружающей среды. При широкорядных и грядковых технологиях возделывания на 25 % снижается расход ГСМ на единицу продукции, а также эффективнее используются новые энергонасыщенные трактора. К тому же трактора с более широкими шинами меньше травмируют клубни нового урожая в сравнении с посадками с меньшими междурядьями [5].

Установлено, что на посадках с более широкими междурядьями создаются лучшие условия для реализации потенциальной продуктивности картофеля, особенно интенсивных сортов, уменьшается плотность почвы в зоне клубнеобразования, повышается товарность клубней [4, 6, 7].

Глобальное и локальное изменение климата характеризуется сильными ливнями и засухами, что вызывает температурные и влажностные стрессы растений, размывание гребней и сложности при осенней уборке урожая из-за переувлажнения почвы [8].

В нестабильных климатических условиях в наиболее ответственный период формирования урожая необходимо заранее продумать возможность модификации технологий возделывания картофеля [9]. С учетом этого необходимо создать технологии возделывания картофеля, адаптированные к этим условиям и изменениям [10]. Применяемые технологии возделывания картофеля с шириной междурядий 70 (75) см приводят к излишнему уплотнению почвы, ухудшению физических, химических и биологических процессов в ней, влияющих на рост и развитие растений, повреждению корневой системы, ботвы, клубней [11].

По мнению Van der Zaag D. E. (1992), Bouman (1998), увеличение ширины междурядий с 70 (75) до 90 см позволяет использовать больше почвы для формирования достаточно высоких гребней, а также снижает давление колесами трактора на их боковые стороны. Во время сбора урожая больший объем почвы дополнительно защищает клубни от повреждений. Кроме того, меньше времени тратится на обработки почвы и уборку урожая на определенном участке [12, 13].

Полевые испытания, проводимые в Нидерландах в 1970-х гг., показывают, что товарная урожайность при ширине междурядий 90 см выше, чем при 75 см. Был отмечен меньший выход клубней мелкой фракции и увеличение товарных клубней на 20 % [14, 15].

Целью наших исследований было сравнение эффективности возделывания картофеля с шириной междурядий 70 и 90 см.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт проводили в 2015–2017 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Полевой двухфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – ширина междурядий:

1. 70 см;
2. 90 см.

1. Фактор В – сорт: Уладар, Скарб, Рагнеда – 2015–2016 гг.; Манифест, Волат, Вектар – 2016–2017 гг.

Пахотный горизонт опытного участка, где проводили агротехнические опыты, характеризуется следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,2 %, pH_{KCl} – 4,5, P_2O_5 – 349,2 мг/кг, K_2O – 143,2 мг/кг.

Предшественник – озимый рапс на зерно. Органические удобрения в дозе 40 т/га и минеральные $N_{90}P_{60}K_{150}$ вносили на всей площади опыта. Подготовку почвы осуществляли согласно схеме опыта. Она заключалась в закрытии почвенной влаги культиватором КПС-4, вспашке ПЛН-3-35, предпосадочной культивации, нарезке гребней культиватором АК-2,8 с междурядьями 70 см и КГО-3,6 – 90 см. Посадку сортов картофеля выполняли в третьей декаде апреля сажалкой Л-202 на 70 см (70×30), а на 90 см (90×25) картофелесажалкой ЛУКО 242S (Финляндия), густота посадки 48–52 тыс. шт/га. В период вегетации картофеля проводили две междурядные обработки по формированию гребней КОР-4 – 70 см, ОКГ-4 – 90 см.

После формирования гребней вносили гербицид Зенкор Ультра в дозе 0,9 л/га до всходов.

Площадь опытной делянки при выращивании продовольственного картофеля с междурядьем 70 см – 53,2 м², 90 см – 68,4 м², повторность четырехкратная. Общая площадь под опытом 1,5 га.

В соответствии с методикой исследований по культуре картофеля в период вегетации проводили следующие учеты и наблюдения: фенологические – начало (10 %) и массовое (75 %) появление всходов, бутонизация и цветение [16].

Влажность, плотность, твердость почвы определяли от посадки до уборки по горизонтам 0–10 см, 10–20, 20–30 см [17–19]. Твердость почвы определяли с помощью твердомера Ю. Ю. Ревякина.

Урожай учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям. Травмируемость клубней после комбайновой уборки определяли согласно ГОСТу 7080-74 (Отбор проб и методы определения качества) [20, 21].

Биохимические показатели клубней – содержание сухого вещества, крахмала определяли весовым методом, содержание нитратов – потенциометрически с использованием ионоселективного электрода. Агрохимический анализ почвы – содержание подвижных форм фосфора и обменного калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическую кислотность – по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [21]. Экономическую эффективность определяли согласно [22, 23].

Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б. А. Доспехова и программой STATISTICA 10 [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ агрофизических показателей почвы в 2015–2017 гг. свидетельствует, что ее влажность зависела от погодных условий. На плотность почвы в посадках картофеля оказали влияние марки сельскохозяйственных машин, используемых при подготовке почвы и уходах за посадками картофеля, и ширина междурядий, а также степень ее увлажнения. Твердость почвы изменялась как по горизонтам, так и по фазам роста

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

и развития растений картофеля. При посадке с шириной междурядий 90 см было отмечено снижение плотности и твердости почвы на протяжении всего вегетационного периода по сравнению с контрольным вариантом (70 см), а влажность почвы была на уровне контрольного варианта (табл. 1).

Согласно статистической обработке данных, влажность почвы не зависела от ширины междурядий, так как в течение всего вегетационного периода находилась в пределах ошибки опыта.

Очень важным условием для роста и развития растений картофеля, получения высокого урожая товарных клубней, а также проведения качественной комбайновой уборки является плотность почвы. Было отмечено снижение плотности почвы при посадке с шириной междурядий 90 см по сравнению с контрольным вариантом: перед посадкой по горизонту 0–10 см ниже на 0,02 г/см³, а по горизонтам 10–20 и 20–30 см – в пределах ошибки опыта. В фазу всходов после проведения междурядной обработки почвы снижение плотности почвы составило от 0,02 до 0,04 г/см³ по горизонтам 0–10 см, 10–20, 20–30 см соответственно, а в фазу начала бутонизации отмечено снижение данного показателя по горизонтам 0–10 см (–0,04 г/см³), а по горизонтам 10–20 и 20–30 см плотность почвы была в пределах ошибки опыта. Перед уборкой снижение плотности почвы было выявлено по горизонту почвы 0–10 см на 0,05 г/см³, 10–20 см – на уровне контрольного варианта, а по горизонту 20–30 см отмечено увеличение данного показателя.

Установлено изменение твердости почвы на протяжении всего вегетационного периода в зависимости от ширины междурядий по сравнению с контрольным вариантом (70 см). При анализе данных, полученных при использовании твердомера, было отмечено, что перед посадкой твердость почвы в вариантах с шириной междурядий 90 см по горизонтам почвы 0–10 и 10–20 см была ниже на 0,2–0,6 кгс/см², а в горизонте почвы 20–30 см на 1,5 кгс/см² выше контрольного варианта. В фазу всходов и бутонизации показатели твердости почвы были в пределах ошибки опыта по сравнению с контрольным вариантом (70 см). Перед уборкой увеличение твердости почвы было

Таблица 1 – Влияние предпосадочной подготовки почвы, ширины междурядий на влажность, плотность, твердость почвы в период вегетации картофеля, 2015–2017 гг.

Горизонт почвы, см	70 см				90 см			
	Перед посадкой	Всходы	Бутонизация	Перед уборкой	Перед посадкой	Всходы	Бутонизация	Перед уборкой
Влажность, %								
0–10	18,5	12,6	14,8	16,7	19,6	11,8	13,4	17,0
10–20	20,0	13,9	18,6	15,0	19,7	15,0	16,7	14,9
20–30	20,3	12,2	12,8	14,2	18,7	12,9	14,9	14,2
НСР _{0,05}	2,042							
Плотность, г/см ³								
0–10	0,96	1,03	1,05	1,11	0,94	1,00	1,01	1,06
10–20	1,04	1,09	1,10	1,17	1,05	1,07	1,09	1,17
20–30	1,12	1,19	1,17	1,18	1,12	1,15	1,17	1,22
НСР _{0,05}	0,017							
Твердость, кгс/см ²								
0–10	8,5	9,3	10,0	10,5	8,3	9,8	9,8	10,3
10–20	16,8	16,8	16,0	13,8	16,2	17,5	14,8	15,5
20–30	22,3	26,3	23,3	23,3	23,8	25,8	23,3	22,3
НСР _{0,05}	1,369							

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

отмечено по горизонтам почвы 10–20 см (1,7 кгс/см²), а по горизонту почвы 0–10 и 20–30 см данный показатель находился в пределах ошибки опыта.

Разная ширина междурядий способствовала созданию различных условий для развития надземной массы. Высота растений картофеля по сортам с междурядьями 90 см составила: Уладар – 57,9 см, Манифест – 58,5, Скарб – 49,7, Волат – 55,4, Вектар – 73,7, Рагнеда – 55,4 см и была выше на 2,0–13,3 см по сравнению с контрольным вариантом. Валовой урожай клубней зависит от урожая каждого стебля, от числа таких стеблей на отдельном растении и от количества растений на единицу площади. Анализ количества стеблей по изучаемым сортам в зависимости от ширины междурядий, статистическая обработка полученных результатов существенных различий не выявили (табл. 2).

Урожай – это результат работы корней и листьев растений, который зависит как от метеорологических условий, так и от агротехнических приемов (удобрения, обработка почвы, схема посадки и др.). С увеличением ширины междурядья с 70 до 90 см урожайность изученных сортов повышалась (рис. 1, табл. 3).

Результаты исследований свидетельствуют о высокой общей и товарной урожайности сортов при посадке картофеля с междурядьями 90 см. При применении ширины междурядий 90 см общая урожайность по сортам составила: Уладар – 50,9 т/га,

Таблица 2 – Влияние ширины междурядий на биометрические показатели сортов картофеля

Сорт	Междурядья							
	70 + 70 см			90 + 90 см				
	Густота посадки, тыс. шт/га		Количество стеблей на 1 растение, шт.	Высота растений, см	Густота посадки, тыс. шт/га		Количество стеблей на 1 растение, шт.	Высота растений, см
	расчетная	фактическая			расчетная	фактическая		
Уладар	48–52	44,0	3,5	55,9	48–52	48,0	3,3	57,9
Манифест		45,3	5,3	53,9		48,2	5,5	58,5
Скарб		42,0	3,3	47,5		50,0	4,0	49,7
Волат		43,3	4,0	51,0		46,2	3,9	55,4
Вектар		46,8	5,6	60,4		45,1	5,2	73,7
Рагнеда		51,0	3,7	47,9		52,0	3,8	55,4
НСР _{0,05}	–	–	0,29	4,03	–	–	–	–

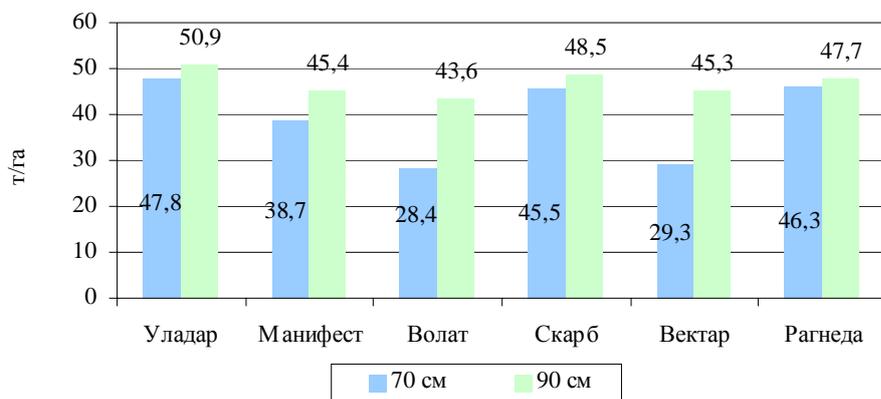


Рисунок 1 – Влияние ширины междурядий на урожайность сортов картофеля

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Манифест – 45,4, Скарб – 48,5, Волат – 43,6, Вектар – 45,3, Рагнеда – 47,7 т/га и была на 1,4–16,0 т/га выше по сравнению с контрольным вариантом (70 см).

Следует отметить снижение доли мелкой фракции (< 28 мм) в структуре урожая при выращивании картофеля с шириной междурядий 90 см (от 2,0 % (Уладар) до 4,9 % (Манифест) по сравнению с междурядьями 70 см (от 3,0 % (Уладар) до 8,1 % (Рагнеда)).

При посадке с шириной междурядий 90 см товарность составила от 95,1 % (Манифест) до 98,0 % (Уладар) и была выше на 0,5 % (Вектар) – 4,2 % (Рагнеда) по сравнению с контрольным вариантом.

При увеличении ширины междурядья с 70 до 90 см закономерности по содержанию сухого вещества, крахмала не было установлено. С увеличением ширины междурядий увеличивается площадь питания одного растения и, как следствие, количество питательных веществ, поэтому содержание нитратов имеет прямую зависимость с шириной междурядий (табл. 4).

При анализе полученных результатов было отмечено увеличение содержания сухого вещества и крахмала от 0,5 % (Рагнеда) до 0,8 % (Уладар) и снижение от 0,2 % (Скарб) до 2,0 % (Манифест). У сортов Волат и Вектар по данным показателям различий не обнаружено. При посадке с шириной междурядий 90 см содержание нитратов возросло от 26,1 мг/кг (Вектар) до 99,8 мг/кг (Волат).

Таблица 3 – Влияние ширины междурядий на урожайность и ее структуру

Сорт	Урожайность, т/га	Структура урожая, %			Товарная урожайность	
		> 55 мм	28–55 мм	< 28 мм	%	т/га
70 см						
Уладар	47,8	53,1	43,9	3,0	97,0	46,4
Манифест	38,7	53,1	43,0	3,9	96,1	37,2
Скарб	45,5	53,9	42,4	3,7	96,3	43,8
Волат	28,4	59,3	36,7	4,0	96,0	27,4
Вектар	29,3	54,3	39,8	5,9	94,1	27,6
Рагнеда	46,3	47,5	44,4	8,1	91,9	42,5
90 см						
Уладар	50,9	65,8	32,2	2,0	98,0	49,9
Манифест	45,4	53,5	41,6	4,9	95,1	43,2
Скарб	48,5	62,1	34,2	3,7	96,3	46,7
Волат	43,6	52,9	42,6	4,5	95,5	41,6
Вектар	45,3	55,0	40,5	4,5	95,5	43,3
Рагнеда	47,7	55,2	40,9	3,9	96,1	45,8
НСР _{0,05}	2,34	–				

Таблица 4 – Влияние ширины междурядий на биохимические показатели клубней

Сорт	70 см			90 см		
	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг
Уладар	17,4	11,8	131,4	18,2	12,5	175,3
Манифест	17,9	12,2	101,6	15,9	10,1	135,3
Скарб	18,1	12,4	139,9	17,9	12,1	190,3
Волат	19,6	13,8	126,4	19,3	13,6	226,2
Вектар	19,6	13,8	52,1	19,3	13,6	78,2
Рагнеда	19,9	14,2	123,5	20,4	14,6	212,4
НСР _{0,05}	0,98	1,13	21,53	–	–	–

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

В условиях рыночной экономики особую актуальность и значимость имеют вопросы повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства в целом и картофелеводства в частности, поскольку главная цель любого производителя – получение максимальной прибыли. Экономическую эффективность производства картофеля целесообразно определять с учетом его хозяйственного назначения. При возделывании картофеля на продовольственные цели ее определяют по следующим показателям: урожайность по каждому сорту и в целом по хозяйству; выход товарных клубней с 1 га; затраты труда на 1 т картофеля по каждому сорту и по хозяйству в целом; себестоимость единицы продукции; прибыль в расчете на 1 га площади посадок и, как итог, уровень рентабельности производства по каждому сорту и хозяйству в целом. Рентабельность выращивания картофеля полностью зависит от величины товарного урожая и от того, по какой цене вы его можете реализовать.

При увеличении ширины междурядий с 70 до 90 см отмечено увеличение рентабельности по всем исследуемым сортам опыта (рис. 2).

Рентабельность по сортам составила: Уладар – 62,0 % (+12,8 %), Манифест – 42,8, Скарб – 54,3, Волат – 38,5, Вектар – 43,4, Рагнеда – 51,8 %, что на 7,2–34,0 % выше контрольного варианта (70 см).

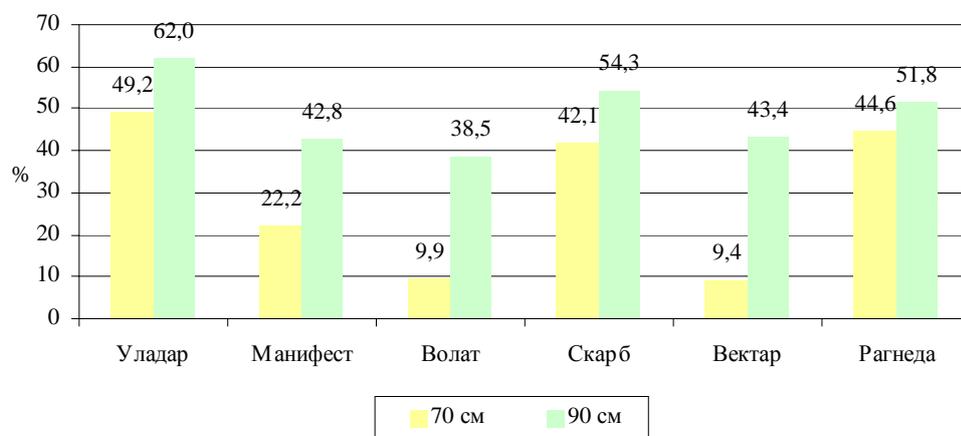


Рисунок 2 – Рентабельность выращивания продовольственного картофеля в зависимости от ширины междурядий

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. При посадке с шириной междурядий 90 см было отмечено снижение плотности и твердости почвы.
2. Прибавка урожайности при увеличении ширины междурядий с 70 до 90 см составила от 1,4 т/га (Рагнеда) до 16,0 т/га (Вектар).
3. Было выявлено снижение доли мелкой фракции (< 28 мм) в структуре урожая при выращивании картофеля с шириной междурядий 90 см (от 2,0 % (Уладар) до 4,9 % (Манифест) по сравнению с контрольным вариантом 70 см (от 3,0 % – Уладар до 8,1 % – Рагнеда).
4. При посадке с шириной междурядий 90 см товарность составила от 95,1 % (Манифест) до 98,0 % (Уладар) и была выше на 0,5 % (Вектар) – 4,2 % (Рагнеда).
5. По содержанию сухого вещества и крахмала в клубнях изучаемых сортов существенного различия не выявлено.

6. Содержание нитратов в клубнях увеличивалось у всех изучаемых сортов от 26,1 мг/кг (Вектар) до 99,8 мг/кг (Волат).

7. Рентабельность по сортам составила: Уладар – 62,0 % (+12,8 %), Манифест – 42,8, Скарб – 54,3, Волат – 38,5, Вектар – 43,4, Рагнеда – 51,8 %, что на 7,2–34,0 % выше контрольного варианта (70 см).

Список литературы

1. Орсик, Л. С. Об основных результатах и новых подходах к внедрению ресурсосберегающих технологий в АПК России / Л. С. Орсик // Об основных результатах и новых подходах к внедрению ресурсосберегающих технологий в АПК России: материалы науч.-практ. конф. в рамках Междунар. специализированной выставки с.-х. техники «Агросолон», Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 20 нояб. 2008 г. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2009. – С. 3–14.
2. Картофель России / под ред. А. В. Коршунова. – М., 2003. – 321 с.
3. Писарев, Б. А. Сортотехника картофеля / Б. А. Писарев // Интенсивная технология. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 155–160.
4. Кононученко, В. В. Особенности ресурсосберегающей технологии производства картофеля в Украине / В. В. Кононученко // Материалы Междунар. юбилейной науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства НАН Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси; редкол.: С. А. Банадысев (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2003. – Ч. 2. – С. 244–249.
5. Абрамов, Н. В. Изменение плотности сложения чернозема выщелоченного под воздействием природных и машинных деформаций / Н. В. Абрамов, А. М. Пантюхов // Аграр. вестн. Урала. – 2011. – № 6 (85). – С. 16–18.
6. Павлович, А. А. Современные технологии и технические средства для возделывания, уборки и хранения картофеля / А. А. Павлович, А. Л. Рапичук, С. А. Банадысев. – Минск, 2000. – 52 с.
7. Курейчик, Н. А. Влияние ширины междурядий на эффективность возделывания сортов картофеля / Н. А. Курейчик, Ф. И. Дехтерович // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ картофелеводства. – Минск: Мерлит, 2002. – Вып. 11. – С. 271–276.
8. Старовойтов, В. И. Инновационные грядковые технологии и технические средства для возделывания картофеля и топинамбура / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 40–42.
9. Изменение климатических условий и продуктивность картофеля / Л. С. Федотова [и др.] // Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства: сб. материалов науч.-практ. конф. – Чебоксары: КУП ЧР «Агроинновации», 2011. – С. 132–134.
10. Программа «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» на 2013–2016 годы / В. И. Старовойтов [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – Т. 21, ч. 2. – С. 6–15.
11. Шабанов, Н. Э. Рост, развитие и формирование урожая картофеля в зависимости от высоты и профиля гребней в условиях дерново-подзолистых среднесуглинистых почв: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н. Э. Шабанов. – М.: НИИКХ п/о Коренево, 1991. – 20 с.
12. Bouman, A. Reihenabstand 75 order 90 cm / A. Bouman // Kartoffelbau. – 1998. – Bd. 49, № 4. – S. 130–133.
13. Van der Zaag, D. E. Potatoes and their cultivation in the Netherlands / D. E. Van der Zaag. – 3rd ed. – Den Haag: Netherlands Potato Consultative Inst., 1992. – 76 p.

14. Kouwenhoven, J. K. Ridges for new potato varieties in the Netherlands [Electronic resource] / J. K. Kouwenhoven, U. D. Perdok // Proceedings 15th ISTRO conference, Fort Worth, Texas USA, 2–7 July, 2000 / Intern. Soil Tillage Research Organization; ed. J. E. Morrison. – 2000. – CD-ROM.
15. Berlinski, K. Mechanizacja produkcji ziemniakow a problem uszkodzen bulw / K. Berlinski, Z. Florezak // Nowe Rolnictwo. – 1983. – Т. 32, № 10. – S. 7–10.
16. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов: учеб. пособие / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1973. – 397 с.
17. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв: учеб. пособие / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
18. Емельянов, П. А. Теоретические и экспериментальные исследования дискового заделывающего органа лукопосадочной машины: теория, конструкция, расчет / П. А. Емельянов, А. В. Сибирёв, А. Г. Аксенов; Пенз. гос. с.-х. акад., Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации с. х. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 173 с.
19. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1981. – 495 с.
20. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва; редкол.: Н. А. Андрияшина [и др.]. – М.: [б. и.], 1967. – 265 с.
21. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во с. х. Респ. Беларусь; разработ.: С. А. Банадысев [и др.]. – Минск: [б. и.], 2003. – 71 с.
22. Методы оценки эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на стадии их планирования и завершения / М. М. Севернев [и др.]. – Минск, 1999. – С. 39–82.
23. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 1988. – 30 с.
24. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

Поступила в редакцию 11.09.2018 г.

D. S. GASTILO, S. A. TURKO, D. D. FITSURO

CULTIVATION EFFICIENCY OF WARE POTATOES WITH ROW SPACING 70 AND 90 CM IN BELARUS

SUMMARY

The research results on the cultivation of ware potatoes with row spacing 70 cm and 90 cm are presented in the article. The effect of the row width on agrophysical parameters (moisture, density, hardness), biometric parameters of plants (plant height, number of stems), yield and its structure, biochemical parameters tubers (dry matter, starch, nitrates) is given. The profitability of growing ware potatoes with a row spacing 70 cm and 90 cm is calculated.

Key words: potatoes, variety, row spacing, humidity, density, hardness, yield, yield structure, dry matter, starch, nitrates, profitability, Belarus.

Ю. Р. Ильчук¹, О. И. Рудник-Иващенко²

¹ Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины,
с. Оброшино, Пустомытовский район, Львовская область, Украина
E-mail: roman_ilchuk@ukr.net

² Институт садоводства Национальной академии аграрных наук Украины,
с. Новоселки, Киево-Святошинский район, Киевская область, Украина
E-mail: rudnik2015@ukr.net

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ РАННЕСПЕЛОГО СОРТА КАРТОФЕЛЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВЫРАЩИВАНИЯ

РЕЗЮМЕ

В статье освещены результаты изучения комплексного воздействия рекомендованной дозы минеральных удобрений в сочетании с внекорневой подкормкой микроудобрениями Микро-Минералис (Картофель) и Нано-Минералис, а также величиной посадочной фракции клубней и площадью питания растений на урожайность картофеля.

Установлено, что более высокой эффективностью дозы минерального удобрения была на фоне совместного внесения с внекорневой подкормкой микроудобрениями на посадки картофеля, что обеспечило урожайность 47,2 и 48,6 т/га на вариантах, где высаживали картофель фракцией 45 и ≥ 60 мм соответственно с площадью питания 70×25 см, и урожайность 63,6 и 70,1 т/га с такими же фракциями с площадью питания 70×30 см.

Ключевые слова: картофель, рекомендуемая доза внесения удобрений, внекорневые подкормки микроудобрениями, величина посадочной фракции, площадь питания, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – культура, особенно требовательная к элементам питания. Независимо от почвенно-климатических условий и зоны выращивания внесение удобрений под эту культуру является необходимым условием получения высокой урожайности и качества клубней. Влияние удобрений на рост и развитие растений зависит от сорта и фона питания, последний влияет на семенные, продовольственные и качественные показатели клубней картофеля.

На формирование урожайности картофеля воздействует комплекс факторов: почвенно-климатические условия региона, биологические особенности сорта, качество семенного материала, технологии выращивания и общее фитосанитарное состояние посева. Для создания оптимальных условий роста и развития растений картофеля необходимо внедрять технологии выращивания, основанные на последних достижениях науки и производственной практики.

Регулированием соотношения между отдельными элементами минерального питания путем применения различных норм удобрений и способов их внесения можно значительно влиять на уровень урожайности картофеля, содержание в клубнях белка, крахмала, витамина С, сахаров и ряда других соединений [1].

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Система удобрения картофеля формируется на основе выноса питательных веществ товарной и нетоварной частями урожая. Для получения 35,0–40,0 т/га клубней с соответствующей массой ботвы выносятся: азота 200–230 кг/га, фосфора – 73–97, калия – 320–380, кальция – 45–50, магния – 20–30 и серы 8–10 кг/га. В связи с этим система удобрения картофеля должна строиться таким образом, чтобы обеспечить оптимальное минеральное питание растений с начала прорастания клубней и до окончания вегетации. Достичь этого можно благодаря оптимизации фона питания, соотношения элементов питания в удобрении, видов и способов их внесения [2–6].

К установлению норм посадки картофеля наука и практика обращается не впервые. Весовые нормы постепенно сменились количественными. Их начали устанавливать по количеству высаженных клубней на гектар в зависимости от почвенно-климатических условий зоны, затем внесли поправку на размер клубней, сорт и, наконец, стали учитывать стеблеобразующую способность клубней и оптимальный стеблестой на площади. Однако вне поля зрения исследователей осталось взаимодействие факторов, влияющих на эти элементы технологии: уровень урожайности и питания растений, размер посадочных клубней, их количественное и пространственное размещение [7–15].

Увеличение урожайности и валового сбора картофеля является общей проблемой современности. Внедрение в производство интенсивных технологий требует применения высоких норм минеральных удобрений, пестицидов и значительных энергетических и материальных затрат, что отрицательно влияет на чистоту окружающей среды. Отсюда одна из важнейших задач отрасли картофелеводства – разработка способов повышения эффективности минеральных удобрений, уменьшение норм их применения. Одним из путей решения этой задачи является использование новых перспективных форм удобрений, созданных на хелатной основе, в состав которых входят не только основные элементы питания, но и необходимый набор микроэлементов [16, 17].

Для нормального роста и развития растений картофеля микроэлементы должны поступать в активной форме. К наиболее перспективным биологически активным соединениям относятся комплексоны металлов (хелаты). Оригинальность их действия заключается в том, что они активизируют деятельность ферментов, влияющих на биохимические процессы, которые проходят в клетках, стимулируют рост и развитие растений. В состав этого вида удобрений входят водорастворимые формы макро- и микроэлементов в хелатном состоянии, формула которых составлена с учетом биологических особенностей определенных сельскохозяйственных культур. Такие удобрения используются для подкормки растений, поэтому определяющим фактором их применения является определение оптимальной фазы роста и развития растения. Доказано, что внекорневые подкормки лучше действуют в критические периоды роста и развития растений. Именно в это время в растениях происходят кардинальные изменения относительно обмена веществ, их соотношения и скорости поступления элементов питания в растения. Именно поэтому подкормки, проведенные в этот период, повышают потенциал растений и улучшают условия для образования генеративных органов [18–22].

Целью наших исследований было практическое установление эффективности внесения рекомендованной дозы минеральных удобрений в сочетании с внекорневой подкормкой микроудобрениями во взаимодействии с величиной посадочной фракции клубней и площади питания для перспективных сортов картофеля раннеспелой группы селекции Института картофелеводства НААН относительно почвенно-климатических условий Западной Лесостепи Украины.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыты закладывались в трехпольном севообороте сектора картофелеводства Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН с последующим чередованием культур: озимая пшеница, картофель, сидеральные культуры.

Минеральные удобрения вносили в форме нитроаммофоски ($N_{16}P_{16}K_{16}$), недостаток калия балансировали калимагнезией ($K_{28}Mg_8S_{15}$). Двукратную внекорневую подкормку проводили в фазы полных всходов и бутонизации – цветения картофеля комплексными микроудобрениями Микро-Минералис (картофель) в дозе 1,5 л/га и Нано-Минералис в дозе 0,3 л/га.

Почвы, на которых проводились исследования, серые лесные поверхностно-оглеенные, крупнопылевато-легкосуглинистые на лессовидных отложениях. Они неоднородны по профилю механического состава, и от этого в значительной степени зависит режим их увлажнения. На основе проведенных агрохимических анализов установлено, что почва опытного участка бедная гумусом – 1,58–1,67 %, имеет кислую реакцию почвенного раствора – рН 4,80–5,17 и сумму оснований – 6,20–7,22.

Степень насыщения почвы основаниями составляет 65,3–71,6 %. Почва слабо обеспечена доступными для растений формами фосфора и калия: содержание легкодоступных подвижных фосфатов составляет соответственно 4,10–4,78 мг, обменного калия – 5,50–6,00 мг на 100 г почвы.

Физические свойства почвы опытов характеризовались следующими показателями. Удельная масса – 2,63–2,70 г/см³, которая вниз по профилю равномерно увеличивается. Плотность почвы в слое, где в основном расположена корневая система растений картофеля, в пределах 1,12–1,37 г/см³, что является не всегда благоприятным фактором для роста и развития растений. С увеличением глубины объемная и удельная масса увеличивается, а общая пористость уменьшается.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении первой динамической копки на 60-й день после посадки накопленная урожайность раннеспелого сорта картофеля Щедрик в среднем за 2015–2017 гг. исследований на контроле (без удобрений) соответственно составляла 10,7 и 14,2 т/га при посадке клубней величиной 45 мм с площадью питания 70×25 и 70×30 см соответственно и 13,3 и 14,1 т/га при посадке клубней величиной ≥ 60 мм с аналогичными площадями питания.

Внесение рекомендованной дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{90}$ способствовало повышению урожайности сорта картофеля Щедрик до 14,6 и 18,1 т/га при посадке клубней величиной 45 мм с площадью питания 70×25 и 70×30 см и 14,8 и 21,2 т/га при посадке клубней величиной ≥ 60 мм (табл. 1).

Вторая динамическая копка на 70-й день после посадки показала, что урожайность на контроле (без удобрений) выросла до 18,7 и 21,0 т/га соответственно с площадью питания 70×25 и 70×30 см при посадке клубней величиной 45 мм, а при посадке клубней величиной ≥ 60 мм – 18,0 и 23,6 т/га соответственно (табл. 2).

Прирост урожайности от применения этих агротехнологических факторов соответственно вариантам опыта составлял 8,0 и 6,8 т/га при посадке клубней величиной 45 мм и 4,7 и 9,5 т/га соответственно при посадке клубней величиной ≥ 60 мм на контроле (без удобрений), а также 11,8 и 21,0 т/га, 15,5 и 18,2 т/га при внесении рекомендованной дозы минерального питания для этих же посадочных фракций и площадей питания.

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Урожайность раннеспелого сорта картофеля Щедрик при первой динамической копке (60 дней после посадки)

Доза питания	Площадь питания, см	Величина посадочной фракции, мм	Урожайность, т/га			
			2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее за 2015–2017 гг.
Контроль (без удобрения)	70×25	45	11,3	6,7	14,2	10,7
		≥ 60	14,1	8,7	17,3	13,3
	70×30	45	14,3	13,5	14,9	14,2
		≥ 60	7,9	15,3	19,3	14,1
Рекомендованная доза питания N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	70×25	45	7,1	16,8	20,0	14,6
		≥ 60	14,0	14,6	16,0	14,8
	70×30	45	12,1	17,9	24,4	18,1
		≥ 60	21,7	22,0	20,0	21,2
НСР ₀₅					1,4	

Таблица 2 – Урожайность раннеспелого сорта картофеля Щедрик при второй динамической копке (70 дней после посадки)

Доза питания	Площадь питания, см	Величина посадочной фракции, мм	Урожайность, т/га			
			2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее за 2015–2017 гг.
Контроль (без удобрения)	70×25	45	23,2	15,1	18,0	18,7
		≥ 60	21,0	12,9	20,1	18,0
	70×30	45	25,0	24,9	13,3	21,0
		≥ 60	23,4	21,7	25,8	23,6
Рекомендованная доза питания N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	70×25	45	24,5	18,8	36,1	26,4
		≥ 60	26,6	32,8	30,6	30,0
	70×30	45	33,9	34,9	48,7	39,1
		≥ 60	37,2	38,1	43,0	39,4
НСР ₀₅					1,8	

В дальнейшем вегетативная масса картофеля сорта Щедрик обрабатывалась микроудобрениями Микро-Минералис (картофель) в фазу полных всходов и Нано-Минералис в фазу бутонизации – цветения.

Результаты полученной урожайности на вариантах опыта по внесению внекорневой подкормки свидетельствуют о высокой эффективности микроудобрений. Урожайность сорта картофеля Щедрик на фоне рекомендованной дозы минерального питания при однократном внесении микроудобрения Микро-Минералис (картофель) при посадке клубней величиной 45 мм составляла 43,1 и 58,3 т/га с площадью питания 70×25 и 70×30 см соответственно (табл. 3). При посадке клубней величиной ≥ 60 мм урожайность выросла до 40,2 и 62,1 т/га соответственно вариантам площади питания.

Прирост урожайности на конец вегетации к контролю (без удобрений) составил для клубней величиной 45 мм 13,2 и 24,0 т/га на площади питания 70×25 и 70×30 см соответственно, а для клубней величиной ≥ 60 мм – 10,4 и 23,7 т/га по тем же площадям питания.

Прирост урожайности от применения внекорневой подкормки относительно рекомендованной дозы минерального питания был следующим: при посадке клубней величиной 45 мм – 4,8 и 3,6 т/га, величиной ≥ 60 мм – 1,2 и 3,6 т/га соответственно площади питания 70×25 и 70×30 см.

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Урожайность раннеспелого сорта картофеля Щедрик к концу вегетации

Доза питания	Площадь питания, см	Величина посадочной фракции, мм	Урожайность при уборке, т/га			
			2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее за 2015–2017 гг.
Контроль (без удобрения)	70×25	45	34,9	31,9	22,9	29,9
		≥ 60	35,8	22,1	19,8	25,9
	70×30	45	43,1	32,7	27,1	34,3
		≥ 60	46,7	41,7	26,9	38,4
Рекомендованная доза питания N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	70×25	45	41,1	43,3	30,5	38,3
		≥ 60	43,5	35,1	38,5	39,0
	70×30	45	59,0	48,9	56,4	54,7
		≥ 60	64,9	55,8	54,7	58,4
Рекомендованная доза питания N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Микро-Минералис (Картофель)	70×25	45	52,2	42,0	35,3	43,1
		≥ 60	41,6	45,1	34,0	40,2
	70×30	45	68,4	52,4	54,1	58,3
		≥ 60	70,3	65,3	52,1	62,1
Рекомендованная доза питания N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Микро-Минералис (Картофель) + Нано-Минералис	70×25	45	45,9	46,0	49,8	47,2
		≥ 60	51,2	46,5	48,0	48,6
	70×30	45	59,2	63,5	68,0	63,6
		≥ 60	69,3	74,2	66,9	70,1
НСР ₀₅						2,4

Повторная обработка микроудобрениями Микро-Минералис (Картофель) и Нано-Минералис в фазу бутонизации – цветения показала следующие результаты по полученной урожайности раннеспелого сорта картофеля Щедрик: при посадке клубней величиной 45 мм при рекомендованной дозе минерального питания N₆₀P₆₀K₉₀ и внекорневой подкормке микроудобрениями получена урожайность 47,2 и 63,6 т/га соответственно площадям питания, а при посадке клубней величиной ≥ 60 мм – 48,6 и 70,1 т/га соответственно.

Приросты урожайности по контролю (без удобрений) для посадочной фракции величиной 45 мм по площади питания 70×25 и 70×30 см соответственно составляли 17,3 и 37,7 т/га, а для посадочной фракции ≥ 60 мм – 22,7 и 31,7 т/га; относительно рекомендованной дозы минерального питания – 8,7 и 8,9 т/га для посадочной фракции 45 мм и 9,6 и 11,7 т/га для посадочной фракции ≥ 60 мм.

Следует отметить, что повторная вторая внекорневая подкормка микроудобрениями Микро-Минералис (Картофель) и Нано-Минералис в сравнении с первой обработкой только Микро-Минералис (Картофель) также дала возможность получить высшую урожайность. Для посадочной фракции 45 мм по площади питания 70×25 и 70×30 см прирост урожайности был на уровне 4,1 и 5,3 т/га, а для посадочной фракции ≥ 60 мм – 8,4 и 8,0 т/га соответственно площади питания опыта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наибольшая урожайность клубней картофеля сорта Щедрик 47,2 и 63,6 т/га получена при посадке фракцией 45 мм на площади питания 70×25 и 70×30 см и соответственно 48,6 и 70,1 т/га при посадке фракцией ≥ 60 мм на тех же площадях питания при применении комплекса агротехнологических приемов, а именно: внесение удобрений в рекомендованной дозе для выращивания раннеспелого сорта в зоне Западной Лесостепи – N₆₀P₆₀K₉₀ + внекорневая подкормка микроудобрениями Микро-Минералис (Картофель) (1,5 л/га) и Нано-Минералис (0,3 л/га).

2. Доля влияния агротехнологических факторов на уровень урожайности клубней в исследованиях была следующей: удобрения – 63,8 %, площадь питания – 15,1, величина посадочной фракции клубней – 21,1 %.

3. Агротехнологические элементы выращивания раннеспелых сортов картофеля рекомендуются для применения в хозяйствах, занимающихся выращиванием картофеля в условиях Лесостепи Украины.

Список литературы

1. Афендулов, К. П. Влияние сроков внесения, сочетания и доз удобрений на фотосинтетическую активность растений / К. П. Афендулов // Вестн. с.-х. наук. – 1969. – № 5. – С. 23–28.

2. Абдурагімова, Т. В. Вплив попередників та різних систем удобрення на урожайність картоплі в короткоротаційних сівозмінах Полісся України / Т. В. Абдурагімова // Картоплярство: міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т картоплярства НААН. – Київ: Аграрна наука, 2011. – Вип. 40. – С. 176–184.

3. Богданов, О. І. Важливий резерв підвищення врожайності картоплі / О. І. Богданов, А. А. Осипчук, О. Ф. Кравець // Вісник сільськогосподарської науки. – 1986. – № 6. – С. 21–23.

4. Бондарчук, А. А. Проблеми технології виробництва картоплі в Україні / А. А. Бондарчук, П. Ф. Каліцький, І. Х. Мороз // Картоплярство України. – 2007. – № 2 (7). – С. 4–7.

5. Бардышев, М. А. Минеральное питание картофеля / М. А. Бардышев. – Минск: Наука и техника, 1984. – 192 с.

6. Семенченко, О. Л. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на врожайність картоплі ранньої / О. Л. Семенченко, А. С. Даніліна // Бюл. Інституту сільськогосподарства степової зони. – 2012. – № 3. – С. 78–80.

7. Баранчук, Ю. В. Вплив маси садивних бульб, площ та рівнів живлення на ріст і розвиток картоплі / Ю. В. Баранчук, М. Я. Молоцький // Картоплярство. – 2000. – Вип. 30. – С. 94–102.

8. Дьяченко, В. Прогрессивная технология производства картофеля / В. Дьяченко, В. Ковальчук // Овощеводство. – 2013. – № 3. – С. 52–57.

9. Дьяченко, В. Прогрессивная технология производства картофеля / В. Дьяченко, В. Ковальчук // Овощеводство. – 2013. – № 4. – С. 20–24.

10. Кармазіна, Л. Є. Вплив комбінованої системи удобрення на продуктивність та вихід бульб насінневої фракції нових сортів картоплі / Л. Є. Кармазіна, Т. М. Купріянова, О. А. Вишневіська // Картоплярство України. – 2013. – № 3–4. – С. 40–44.

11. Киенко, З. Б. Залежність росту насаджень, площі листків та врожайності різних сортів картоплі від рівня мінерального живлення рослин і стимуляторів росту / З. Б. Киенко // Картоплярство: міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т картоплярства НААН. – Київ: Аграрна наука, 2003. – Вип. 32. – С. 99–107.

12. Мещерякова, Є. П. Урожайність картоплі залежно від крупності насінних бульб і густоти садіння / Є. П. Мещерякова // Картоплярство. – Київ: Урожай, 1988. – Вип. 19. – С. 26–29.

13. Мацера, А. В. Вплив позакореневих підживлень та добрив на формування врожаю бульб сортів картоплі в умовах Лісостепу Правобережного / А. В. Мацера, І. С. Поліщук // Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави. – 2014. – Т. 2. – С. 75–78.

14. Молоцький, М. Я. Ступінь використання поживних речовин з ґрунту і добрив різними сортами картоплі залежно від умов вирощування / М. Я. Молоцький,

Ю. В. Федорук, О. В. Крикунова // Картоплярство: міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т картоплярства НААН. – Київ: Аграрна наука, 2007. – Вип. 36. – С. 85–103.

15. Палагнюк, О. В. Біоенергетична продуктивність сортів картоплі залежно від позакоренових підживлень в умовах Лісостепу України / О. В. Палагнюк, І. С. Поліщук // Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави. – 2014. – Т. 2. – С. 57–59.

16. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.

17. Гончаренко, О. П. Продуктивні та насінні якості картоплі сорту Гарт і Зов залежно від маси садивних бульб та густоти стеблостою / О. П. Гончаренко, Г. Т. Нечипоренко, О. П. Мартищенко // Картоплярство. – Київ: Урожай, 1992. – Вип. 23. – С. 37–40.

18. Бураков, И. И. Внекорневые подкормки. Максимум прибыли при минимуме затрат / И. И. Бураков // Настоящий хозяин. – 2007. – № 3. – С. 6–10.

19. Гедзь, С. М. Влияние марганца, меди, бора и условий среды на накопление углеводов в клубнях картофеля. Микроэлементы в окружающей среде / С. М. Гедзь. – Киев: Наукова думка, 1986. – С. 102–104.

20. Кармазіна, Л. Є. Ефективність позакоренового підживлення під час вирощування картоплі / Л. Є. Кармазіна, А. М. Петренко // Картоплярство: міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т картоплярства НААН. – Київ: Аграрна наука, 2011. – Вип. 40. – С. 224–232.

21. Пигорев, И. Я. Продуктивность картофеля и внекорневые подкормки / И. Я. Пигорев, Э. В. Засорина, А. А. Кизилов // Агроном. – 2007. – Вып. 2. – С. 156–158.

22. Эффективность применения хелатов микроэлементов / Л. С. Федотова [и др.] // Картофель и овощи. – 2008. – Вып. 3. – С. 8–9.

Поступила в редакцию 26.09.2018 г.

Yu. R. ILCHUK, O. I. RUDNIK-IVASCHENKO

YIELD ENHANCEMENT OF QUICKLY RIPENING POTATOES VARIETY IN COMPLEX APPLICATION OF AGROTECHNOLOGICAL CULTIVATION FACTORS

SUMMARY

The research results of complex influence of the recommended dose of mineral fertilizers in combination with foliage spraying by microfertilizers Micro Mineralis (Potatoes) and Nano-Mineralis and size of Isodic fraction of tubers and the area of plants nutrition on productivity of potatoes are covered. It is established that to higher efficiency of a dose of mineral fertilizer was against the background of joint introduction with foliage spraying of microfertilizers on landings of potatoes that provided productivity 47.2 and 48.6 t/ha on options where landed potatoes fraction 45 and ≥ 60 mm according to the area of nutrition 70×25 cm and productivity 63.6 and 70.1 t/ha with the same fractions with an area of nutrition 70×30 cm.

Key words: potatoes, recommended dose of fertilizer application, foliage fertilization with microfertilizers, size of sodic fraction, spacing, yield.

О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, О. Л. Дубицкий, М. М. Щерба

Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины, с. Оброшино, Пустомытовский район, Львовская область, Украина
E-mail: oksanaostrowska@ukr.net

ВЫРАЩИВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ В КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

РЕЗЮМЕ

В короткоротационных четырехпольных севооборотах Западной Лесостепи Украины изучены условия выращивания картофеля при разных системах удобрения. Установлено влияние органоминеральных комплексов на формирование водно-физических свойств почвы, обеспеченность растений основными элементами питания и урожаем картофеля.

Ключевые слова: картофель, урожай, севооборот, системы удобрения, плодородие почвы.

ВВЕДЕНИЕ

Важным агротехническим фактором получения высоких и устойчивых урожаев картофеля является выращивание его в научно обоснованных севооборотах при рациональном применении органоминеральных комплексов. На современном этапе ведения земледелия большое внимание уделяется короткоротационным севооборотам, в которых наиболее полно учитываются биологические особенности и потребности каждой культуры. Кроме того, севооборот положительно влияет на регулирование водно-воздушного, питательного режимов почвы, предотвращает явления почвоутомления, способствует регулированию фитосанитарного состояния посевов [3, 10, 12]. Научно доказано, что лишь на основе правильного севооборота можно успешно, с высокой отдачей и наименьшими затратами внедрять все другие элементы современных технологий: обработки почвы, удобрения, защиты растений от вредных организмов [1, 4, 8].

Наиболее эффективными удобрениями для картофеля являются органоминеральные, где главной составляющей выступает подстилочный полуперепревший навоз крупного рогатого скота, который включает все необходимые для роста и развития растений макро- и микроэлементы. Однако в современных условиях ведения сельского хозяйства объемы производства навоза не обеспечивают потребностей эффективного ведения земледелия. Поэтому возникает необходимость поиска альтернативных форм насыщения почвы органической массой, в частности использование сидеральных культур, а также послеуборочных остатков зерновых и технических культур, которые будут способствовать повышению ее плодородия и обеспечивать повышение урожайности картофеля [2, 5–7, 11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в условиях двухфакторного стационарного опыта, внесенного в Реестр длительных стационарных опытов Украины (номер аттестата – 053). Опыт заложен в 2001 г. на серой лесной поверхностно оглеенной легкосуглинистой

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

почве. Реконструкция проведена в 2011 г. Исследуемые факторы: участки первого порядка – короткоротационные специализированные севообороты и второго – системы удобрения.

Изучалось девять полевых разноротационных севооборотов (3-4-5-польные) с насыщением зерновыми культурами от 50 до 100 %. Картофель выращивали в двух четырехпольных севооборотах: клевер луговой – озимая пшеница – картофель – ячмень с подсевом клевера лугового (плодосменный) и гречиха – озимая пшеница – картофель – ячмень (зернопропашной). Исследовались две органоминеральные системы удобрения: традиционная с внесением непосредственно под картофель 40 т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90}$ и альтернативная, в которой на фоне половинной дозы минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{45}$) заделывали в почву побочную продукцию предшественника – солому озимой пшеницы и высевали пожнивную редьку масличную как сидеральную культуру, в дальнейшем нормировали минеральную составляющую до уровня $N_{90}P_{90}K_{90}$ добавлением $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Общая площадь участка исследований по севооборотному фактору составляет 972 м² (72×13,5), по удобрению – 96 м² (12×8), учетная – 60 м² (10×6). Вхождение культур в севооборот осуществлялось одновременно всеми полями. Повторность вариантов трехкратная. Почва перед закладкой опыта характеризовалась следующими агрохимическими свойствами: содержание гумуса – 1,67–1,71 %, щелочногидролизуемого азота – 9,2–9,9, подвижного фосфора и обменного калия – соответственно 10,8–11,13 и 9,3–9,5 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора рН_{KCl} – 4,70–4,84, гидролитическая кислотность – 2,26, сумма поглощенных оснований – 4,4–5,0 мг-экв/100 г почвы.

Под зяблевую обработку почвы вносили навоз и фосфорно-калийные удобрения, азотные – под предпосевную культивацию.

На полях опыта в севооборотах выращивали картофель сорта Оксамит (учреждение-оригинатор – Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины).

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводили согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию. Учет урожая осуществляли по вариантам. В пахотном (0–20 см) и подпахотном (20–40 см) слоях почвы по основным фазам вегетации в отобранных образцах определяли содержание щелочногидролизуемого азота по Корнфилду, подвижного фосфора и обменного калия – по методу Кирсанова в 0,2 н. HCl.

Плотность строения почвы изучали методом Качинского в 0–10 см, 10–20 и 20–30 см слоях. Полевую влажность исследовали термостатно-весовым методом при температуре 105 °С, запасы продуктивной влаги – расчетным методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках стационарного опыта изучали условия эффективного биопродуцирования картофеля в севооборотах и возможность его регулирования с помощью систем удобрения. Исследовали ряд параметров, которые являются определяющими в формировании урожая культуры. Это, в частности, такие, как влажность почвы, ее плотность, запасы продуктивной влаги, содержание основных элементов питания в процессе вегетации растений, особенно во время критических периодов их роста и развития.

Влажность почвы имеет чрезвычайно важное значение при выращивании картофеля. Вода в почве обеспечивает практически все физические и химические процессы, является мощной транспортной геохимической системой, которая способствует перемещению веществ. Недостаток влаги достаточно часто нивелирует положительное

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

влияние удобрений, обработки почвы и других средств агротехники. Формирование влагозапасов является динамичным показателем, который зависит от общего количества атмосферных осадков и их распределения в течение вегетации растений, температурного режима, предшественника, фазы развития картофеля, уровня минерального питания [9].

Формирование режима увлажнения почвы под картофелем происходит в несколько ином порядке, чем под культурами сплошного посева. Это связано с тем, что грунтовая поверхность длительное время находится незащищенной растениями. В результате происходят непродуцируемые потери влаги, особенно с верхних горизонтов.

Результаты полученных нами данных указывают, что в пахотном слое почвы (0–20 см) в фазу всходов картофеля содержание полевой и запасы продуктивной влаги как в плодосменном, так и в зернопропашном севооборотах были достаточными для роста и развития растений (табл. 1). По севооборотам они составляли: 17,6–18,7 % и 31,7–32,1 мм в плодосменном и 17,0–18,1 % и 30,8–31,2 мм в зернопропашном; в подпахотном (20–40 см) соответственно: 19,2–20,5 % и 37,3–38,4 мм и 19,0–20,0 % и 36,8–37,5 мм. В целом увлажненность почвы была выше в плодосменном севообороте по всем вариантам опыта.

В период прорастания и появления всходов картофеля, когда молодые растения используют влагу из материнского клубня, ее нужно меньше, но с ростом потребность повышается, особенно в период бутонизации – конца цветения – фазы максимального водопотребления.

В наших исследованиях в этот период запасы продуктивной влаги в почве уменьшались по сравнению со всходами как из-за интенсивного потребления, так и вследствие погодных условий, из-за недобора осадков по сравнению с многолетними. Поэтому в фазе бутонизации культуры значения влагозапасов были низкими. В частности, в пахотном горизонте в среднем по севооборотам они составляли 11,9–15,8 мм, в подпахотном – 22,0–24,7 мм. Высокий температурный режим в июле и августе (соответственно 18,5 и 20,2 °С при средних многолетних 17,5 и 16,9 °С), низкое количество осадков (57,2 и 36,4 мм

Таблица 1 – Содержание полевой (%) и запасы продуктивной влаги (мм) в почве в течение вегетации картофеля

№ севооборота	Севооборот, вариант удобрения	Слой почвы, см	Период определения					
			Всходы		Бутонизация		Перед уборкой	
			%	мм	%	мм	%	мм
<i>Плодосменный, предшественник – пшеница озимая</i>								
4	Контроль (без удобрений)	0–20	17,6	31,7	9,4	12,4	18,7	39,8
		20–40	19,2	37,3	13,1	22,2	20,1	44,0
	Навоз, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–20	18,7	32,1	10,6	15,8	19,5	42,9
		20–40	20,5	38,4	13,8	24,7	21,1	47,4
	Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0–20	18,1	31,8	10,1	14,7	19,1	41,2
		20–40	19,6	37,7	13,5	23,5	20,6	45,7
<i>Зернопропашной, предшественник – пшеница озимая</i>								
5	Контроль (без удобрений)	0–20	17,0	30,8	9,0	11,9	18,3	38,7
		20–40	19,0	36,8	12,8	22,0	19,8	43,1
	Навоз, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–20	18,1	31,2	9,9	14,1	19,1	41,8
		20–40	20,0	37,5	13,5	23,9	20,7	46,3
	Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0–20	17,7	30,9	9,6	12,8	18,8	40,4
		20–40	19,3	37,0	13,2	22,4	20,3	44,8

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

против 102 и 82 мм) создали неблагоприятные условия для дальнейшего роста клубней картофеля и вызвали снижение урожая культуры с большей долей нетоварной и посадочной фракций.

Следует также отметить, что на формирование водного режима почвы значительное влияние оказала система удобрения. В течение вегетации культуры во все фазы развития картофеля высокие влагозапасы были на вариантах с внесением навоза (40 т/га) и минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$). Альтернативная система удобрения также обеспечивала значительную влагоемкость почвы. Самые низкие показатели водного режима были на контрольных вариантах без внесения удобрений.

Перед сбором культуры, вследствие выпадения кратковременных дождей, влагозапасы почвы несколько увеличились и составили по севооборотам в пахотном слое 38,7–42,9 мм, в подпахотном соответственно 43,1–47,4 мм.

Важным показателем физического состояния почвы является ее плотность. Для большинства сельскохозяйственных культур ее оптимальные значения находятся в пределах 1,0–1,3 г/см³.

Особые требования к этому показателю имеет картофель. Лучшие условия для его развития и биопродуцирования создаются при плотности 1,0–1,2 г/см³. В наших исследованиях в среднем по севооборотам низкая плотность была во время всходов и составляла в верхних слоях (0–10 и 10–20 см) соответственно 1,18–1,12 и 1,22–1,16 г/см³. В пласте почвы 20–30 см этот показатель был в пределах 1,25–1,19 г/см³ (рис.).

В фазе бутонизации и цветения культуры плотность почвы возрастала вследствие ее самоуплотнения. В верхнем слое (0–10 см) она составляла 1,28–1,18 г/см³, в слоях 10–20 и 20–30 см – соответственно 1,26–1,22 и 1,34–1,31 г/см³.

Высокие значения плотности наблюдались в период перед сбором урожая и составляли по исследуемым горизонтам соответственно 1,29–1,36 г/см³, 1,37–1,41 и 1,40–1,44 г/см³. Все применяемые в наших исследованиях системы удобрения (интенсивная, альтернативная) положительно влияли на формирование оптимальных значений объемной массы. Севооборотное влияние было незначительным и в математическом выражении недостоверным.

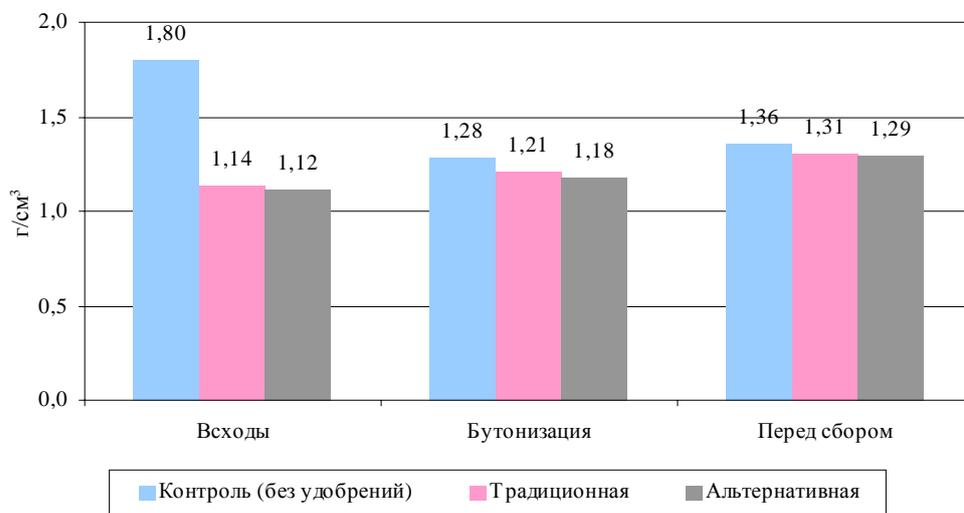


Рисунок – Влияние систем удобрения на плотность почвы в посевах картофеля (слой почвы 0–10 см)

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Для хорошего роста и развития сельскохозяйственных культур необходимо достаточное обеспечение растений элементами питания.

Анализ питательного режима почвы под картофелем показал, что лучший уровень обеспеченности элементами питания формировался при органоминеральных системах удобрения (табл. 2).

Так, при внесении непосредственно под картофель в обоих севооборотах $N_{90}P_{90}K_{90}$ минеральных удобрений и 40 т/га навоза на время всходов культуры в пахотном слое наблюдается наиболее интенсивное накопление щелочногидролизуемого азота – 12,52–12,64 мг/100 г почвы, подвижного фосфора – 13,47–13,58, обменного калия – 11,69–11,85 мг/100 г почвы, в подпахотном соответственно по элементам питания 11,36–11,48 мг/100 г, 12,21–12,37, 10,28–10,36 мг/100 г почвы.

Совместное применение побочной продукции (соломы пшеницы озимой), сидерата (редьки масляничной) на фоне минеральных удобрений формировало питательный режим почвы по элементам питания на уровне: 12,05–12,18 мг/100 г, 13,28–13,39, 11,32–11,41 мг/100 г почвы в пахотном и 11,16–11,27 мг/100 г, 11,98–12,11, 9,98–10,12 мг/100 г почвы в подпахотном слоях.

Без наложения систем удобрения содержание основных элементов питания было ниже как в пахотном, так и подпахотном горизонтах. Щелочногидролизуемого азота в верхнем слое было меньше на 21,9–22,6 % по сравнению с традиционной и на 19,8–19,6 % с альтернативной системами удобрения. Такая же закономерность наблюдалась в отношении подвижных форм фосфора и калия. Разница составляла соответственно 20,8–21,0 % при традиционной и 19,7–19,9 % при альтернативной системе удобрения по фосфору; по калию 14,9–15,8 % при традиционной и 11,3–13,1 % при альтернативной системе.

По мере роста и развития растений картофеля наблюдали уменьшение содержания щелочногидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия во всех вариантах опыта в результате интенсивного потребления их растениями (см. табл. 2). Во время цветения картофеля питательный режим в пахотном слое почвы был на уровне 11,53–11,71 мг/100 г щелочногидролизуемого азота, 11,56–11,77 и 10,63–10,78 мг/100 г почвы подвижных форм фосфора и калия при традиционной и соответственно по элементам питания: 10,86–11,07 мг/100 г, 11,17–11,44, 10,27–10,45 мг/100 г почвы при альтернативной системах удобрения. Такое перераспределение в питательном режиме было и в нижних пластах почвы.

Перед уборкой картофеля по всем вариантам опыта содержание подвижных форм основных элементов питания растений было самым низким и составляло в пахотном слое на неудобряемых (контрольных) вариантах 8,74–8,86 мг/100 г щелочногидролизуемого азота, 9,57–9,62 и 8,56–8,62 мг/100 г почвы подвижных форм фосфора и калия. Органоминеральные системы (как традиционная, так и альтернативная) удерживали питательный режим почвы по севооборотам по этим показателям на уровне 9,22–9,93 мг/100 г, 10,27–10,58, 9,13–9,77 мг/100 г почвы.

Влияние севооборотов на питательный режим почвы был слабее, но математически достоверным. Высшие значения основных элементов питания отмечены в плодосменном севообороте.

Исследованиями установлено, что картофель положительно реагировал на внесенные удобрения (табл. 3).

Анализ экспериментальных данных показал, что на неудобренных вариантах урожай культуры в обоих севооборотах был достаточно низким, математически недостоверным и по севооборотам составлял 9,12–9,24 т/га. Применение органоминеральных

Таблица 2 – Динамика питательного режима почвы под картофелем по фазам вегетации, мг/100 г почвы

Севооборот, вариант удобрения картофеля	Слой почвы, см	Время отбора образцов почвы								
		Всходы		Цветение		Перед сбором				
		N _{целочного-гидролизимый}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{целочного-гидролизимый}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{целочного-гидролизимый}	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Зернопропашной, предшественник – пшеница озимая</i>										
Контроль (без удобрений)	0–20	9,69	10,64	9,84	9,32	10,14	9,28	8,74	9,57	8,56
	20–40	8,58	9,76	8,94	8,31	8,21	8,53	7,46	8,00	7,31
Навоз, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–20	12,52	13,47	11,69	11,53	10,63	9,42	10,49	9,67	
	20–40	11,36	12,21	10,28	10,47	9,72	9,71	8,31	9,53	8,78
Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0–20	12,05	13,28	11,32	10,86	11,17	10,27	9,22	10,27	9,13
	20–40	11,16	11,98	9,98	10,25	9,16	9,54	8,17	8,94	8,37
<i>Плососменный, предшественник – пшеница озимая</i>										
Контроль (без удобрений)	0–20	9,87	10,75	10,12	9,48	10,23	9,46	8,86	9,62	8,62
	20–40	8,77	9,86	9,08	8,45	8,47	8,64	7,54	8,20	7,38
Навоз, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–20	12,64	13,58	11,85	11,71	11,77	10,78	9,93	10,58	9,77
	20–40	11,48	12,37	10,36	10,58	10,80	9,86	8,63	9,74	8,69
Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0–20	12,18	13,39	11,41	11,07	11,44	10,45	9,33	10,31	9,27
	20–40	11,27	12,11	10,12	10,33	10,30	9,66	8,35	9,47	8,58

Таблица 3 – Урожайность клубней картофеля

№ севооборота	Севооборот, вариант удобрения	Урожайность, т/га	
		Плодосменный, предшественник – пшеница озимая	Зернопропашной, предшественник – пшеница озимая
4	Контроль		9,24
	Навоз, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀		20,97
	Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅		17,78
5	Контроль		9,12
	Навоз, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀		19,23
	Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅		16,11
НСР _{0,5} т/га	Предшественники		0,9
	Удобрения		1,2
	Взаимодействие: предшественники + удобрения		1,5

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

систем удобрений вместе с улучшением водно-физических свойств почвы, повышением содержания основных элементов питания растений способствовало росту урожая культуры. Так, самая высокая биопродуктивность картофеля (19,23–20,97 т/га) как в плодосменном, так и зернопропашном севооборотах при одинаковом предшественнике (пшеница озимая) была получена при использовании непосредственно под культуру 40 т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90}$. Совместное запахивание сидерата и побочной продукции предшественника на фоне внесения минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{45}$) обеспечивало уровень урожайности в пределах 16,11–17,78 т/га. Прибавка урожая от традиционной системы удобрения по сравнению с контролем составила 52,6–55,9 %, от альтернативной – 43,4–51,9 %. Высокая производительность картофеля была в плодосменном севообороте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение органоминеральных систем удобрения как с использованием традиционной органической составляющей – навоза крупного рогатого скота, так и альтернативной – соломы зернового предшественника и послеуборочной сидеральной культуры – редьки масличной на фоне умеренных доз минеральных удобрений обеспечивает улучшение водно-физических свойств серой лесной поверхностно-оглеенной почвы, ее питательного режима и способствует получению 19–20 т/га картофеля в четырехпольных зернопропашных и плодосменных севооборотах Западной Лесостепи Украины.

Список литературы

1. Бойко, П. І. Екологічно збалансовані сівозміни – основа біологічного землеробства / П. І. Бойко, В. О. Бородань, Н. П. Коваленко // Вісн. аграр. наук. – 2005. – № 2. – С. 9–13.
2. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур / С. Е. Дегадюк [та ін.] // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2010. – Вип. 4. – С. 3–10.
3. Вплив попередників та місця розміщення головних культур сівозміни на їх урожайність, продуктивність сівозмін та родючість ґрунту / П. І. Бойко [та ін.] // Землеробство. – 1980. – № 51. – С. 55–60.
4. Єрмолаєв, М. М. Урожайність зернових культур залежно від попередників у Лівобережному Лісостепу / М. М. Єрмолаєв, М. П. Товстенко // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2008. – Вип. 1. – С. 40–43.
5. Єщенко, В. О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві / В. О. Єщенко // Землеробство: міжвід. тем. наук. зб. – К.: ВП «Едельвейс». – 2015. – Вип. 1. – С. 77–81.
6. Качмар, О. Й. Альтернативные системы удобрения картофеля в севооборотах / О. Й. Качмар, Ю. Н. Олифир, О. В. Вавринович // Картофелеводство: сб. науч. тр.: в 2 ч. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 2. – С. 50–57.
7. Качмар, О. Й. Вплив систем удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах Західного регіону України / О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, М. М. Щерба // Землеробство: міжвід. тем. наук. зб. – К.: ЕКМО, 2015. – Вип. 1. – С. 38–46.
8. Лебідь, Є. М. Сівозміни з урахуванням агробіологічної доцільності розміщення сільськогосподарських культур / Є. М. Лебідь, Л. М. Десятник // Зб. наук. праць Інституту землеробства. – Київ, 2004. – С. 19–22.
9. Сайдак, Р. В. Сівозмінний фактор як засіб оптимізації воднопоживного режиму дерново-підзолистого ґрунту / Р. В. Сайдак // Вісн. аграр. науки. – 2013. – № 2. – С. 10–13.

10. Сівозмінний фактор у боротьбі з бур'янами / П. І. Бойко [та ін.] // Проблеми бур'янів і шляхи зниження забур'яненості орних земель: матеріали 4-ї наук.-теорет. конф. гербологів. – К.: Колообіг, 2004. – С. 78–83.

11. Цвей, Я. П. Формування родючості ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Лісо-степу / Я. П. Цвей // Землеробство: міжвід. тем. наук. зб. – К.: ВП «Едельвейс». – 2015. – Вип. 1. – С. 56–59.

12. Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення / А. В. Черенков [та ін.] // Бюл. Інституту зернового господарства. – 2009. – № 37. – С. 25–30.

Поступила в редакцію 04.09.2018 г.

O. Y. KACHMAR, O. V. VAVRINOVICH, O. L. DUBITSKIY,
M. M. SCHERBA

GROWING POTATOES IN THE SHORT-ROUTE CROPS OF WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

SUMMARY

In the short-rotation four-field crop rotations of the Western Forest-Steppe of Ukraine conditions of potatoes cultivation under different fertilizer systems were studied. The influence of organo-mineral complexes on the formation of water-physical properties of soil, plants supply with basic elements of nutrition, and potatoes yield are established.

Key words: potatoes, yield, crop rotation, fertilizer systems, soil fertility.

УДК 635.21:338.43:631.5

Р. О. Мялковский

Подольский государственный аграрно-технический университет,
г. Каменец-Подольский, Хмельницкая область, Украина
E-mail: ruslanmialkovskui@i.ua

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА, СРОКОВ СЕВА И ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ

РЕЗЮМЕ

В статье отражена экономическая эффективность производства картофеля в зависимости от сортов, сроков сева и глубины заделки в условиях Правобережной Лесостепи Украины. По результатам исследований установлено, что наиболее оптимальный экономический эффект был достигнут при выращивании среднераннего сорта Диво, уровень рентабельности в первый срок посадки (23–25 апреля) при глубине 6–8 см составил 227,32%. При этом себестоимость 1 т картофеля исследуемого сорта – 1069,29 грн., а на 1 га убранный площади было получено 113 757,00 грн. прибыли. При выращивании среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля наблюдалось незначительное снижение уровня рентабельности. Так, у сорта Надежная уровень рентабельности составил 224,86%, сорта Дар – 224,36%.

Оптимальным сроком посадки картофеля является первый срок (23–25 апреля). Сев позже оптимального срока приводит к недобору урожая и снижению доходности каждого гектара земли. Так, себестоимость урожая картофеля, полученного от посадки клубней в первый срок (23–25 апреля), самая низкая и составляет 1183,97 грн/т, условно чистая прибыль составила при этом 2316,03 грн., а уровень рентабельности был самый высокий среди опытных вариантов – 195,62%.

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, себестоимость, уровень рентабельности.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях ведения сельского хозяйства важными требованиями к элементам технологии выращивания, которые разрабатываются и внедряются в производство, являются снижение себестоимости единицы продукции, уменьшение энергетических затрат и как результат – повышение прибыли [1]. Кроме того, современные технологии выращивания должны быть конкурентоспособными на рынке технологий. Производство продукции растениеводства в условиях дефицита ресурсного потенциала требует пересмотра подходов, которые существовали при распределительно-плановой экономике по распределению производственных затрат при разработке технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Создание комплекса агрономических мероприятий, обеспечивающих высокую урожайность картофеля, обязательно сопровождается всесторонней экономической оценкой. Оценивать эффективность любого комплекса агромероприятий только изменением уровня урожая недостаточно, поскольку остаются без внимания затраты на его получение. В связи с этим возникла необходимость определения экономической эффективности производства.

Одним из путей повышения урожайности картофеля и уменьшения затрат на единицу площади является внедрение современных технологий. Поскольку наука и практика предлагают к внедрению значительное количество элементов технологий, важным является избрание из них таких, которые соответствуют требованиям современных экономических условий.

Успех получения высокого урожая картофеля зависит, прежде всего, от правильно выбранного сорта. Удачно выбранный сорт, морфологические признаки и биологические особенности которого более всего соответствуют почвенно-климатическим условиям выращивания и требованиям потребителей – основной фактор обеспечения высокого и качественного урожая. В свою очередь, формирование рыночной экономики в аграрном секторе требует надежного механизма регулирования рынка сортов путем оценки не только хозяйственной годности, но и их экономической эффективности и коммерционности [2].

Исследования В. А. Витенко, В. С. Куценко, М. Ю. Власенко и др. подтверждают, что в технологии выращивания картофеля исключительно важное значение имеют сроки посадки. От них зависят своевременность, дружность и полнота всходов, темпы роста и развития растений, а также уровень урожая [3].

В системе мероприятий, что обеспечивают высокую продуктивность картофеля, важное значение принадлежит срокам посева. Как утверждают Н. Я. Молоцкий, Б. А. Писарев, оптимальные сроки посадки картофеля учитывают почвенно-климатические условия зоны выращивания: темпы нарастания температуры воздуха и почвы, сроки и частоту весенних и осенних заморозков, общую продолжительность безморозного периода, влагообеспеченность посевного слоя почвы [4, 5].

При выборе глубины заделки клубней необходимо учитывать зону выращивания, механический состав почвы, рельеф поля, погодные условия, окультуренность почвы, запасы влаги, размер фракций клубней, сроки посадки и систему ухода за посевами [6].

Несмотря на значительное количество литературных источников по изучению элементов технологий выращивания картофеля, исследования по определению экономической эффективности производства клубней картофеля сортов различных групп спелости, сроков сева и глубины заделки носят единичный характер, а в условиях неустойчивого увлажнения Правобережной Лесостепи Украины данный вопрос не изучен совсем. Указанные выше вопросы и определили направление наших исследований.

Цель статьи – освещение результатов исследования экономической эффективности выращивания картофеля в зависимости от сроков сева, глубины заделки и сорта в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на опытном поле учебно-производственного центра «Подолье» Подольского государственного аграрно-технического университета в течение 2011–2016 гг.

Почва опытного поля – чернозем типичный выщелоченный, малогумусный, среднесуглинистый на лессовидных суглинках. Содержание гумуса (по Тюрину) в слое 0–30 см составляет 3,6–4,2 %. Содержание соединений азота, что легко гидролизуются (по Корнфилду) составляет 98–139 мг/кг (высокий), подвижного фосфора (по Чирикову) – 143–185 мг/кг (высокий) и обменного калия (по Чирикову) – 153–185 мг/кг (высокий). Сумма поглощенных оснований колеблется в пределах 158–209 мг-экв/кг. Гидролитическая кислотность составляет 17–22 мг-экв/кг, степень насыщения основаниями – 90 %.

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Климат умеренно континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет 7,8 °С. Зимы Правобережной Лесостепи малоснежные, с частыми оттепелями. Средняя продолжительность безморозного периода составляет от 117 до 136 суток. Переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С весной приходится на третью декаду апреля. Окончание этих температур наблюдается в первой декаде октября. Период со среднесуточной температурой выше 10 °С длится в среднем 160–165 дней. Сумма активных температур составляет 2765 °С. Гидротермический коэффициент в регионе – 1,4. Количество осадков и увлажнения наименьшие в области и колеблются в пределах 620 мм, хотя в целом они оптимальны для развития растений.

Фактор А – срок посадки клубней: первый – 23–25 апреля, второй – 3–5 мая, третий – 13–15 мая.

Фактор В – глубина заделки клубней: 2–3 см, 6–8, 10–12 см.

Фактор С – сорта картофеля: среднеранние – Диво, Легенда, Малинская белая; среднеспелые – Вера, Славянка, Надежная; среднепоздние – Оксамыт, Алладин, Дар.

Площадь посевого участка 450 м², учетного – 50 м², повторность четырехкратная.

Фенологические наблюдения, биометрические и физиолого-биохимические исследования проводили по методикам Г. Л. Бондаренко, К. И. Яковенко, В. Ф. Моисейченко [7, 8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты расчетов свидетельствуют, что самым оптимальным с точки зрения экономической эффективности было выращивание культуры с глубиной заделки клубней 6–8 см (срок посадки – первый), что обеспечило рентабельность 162,93–227,32 % (рис. 1). Уменьшение же глубины заделки до 2–3 см и увеличение ее к 10–12 см приводило к существенному изменению уровня рентабельности в худшую сторону.

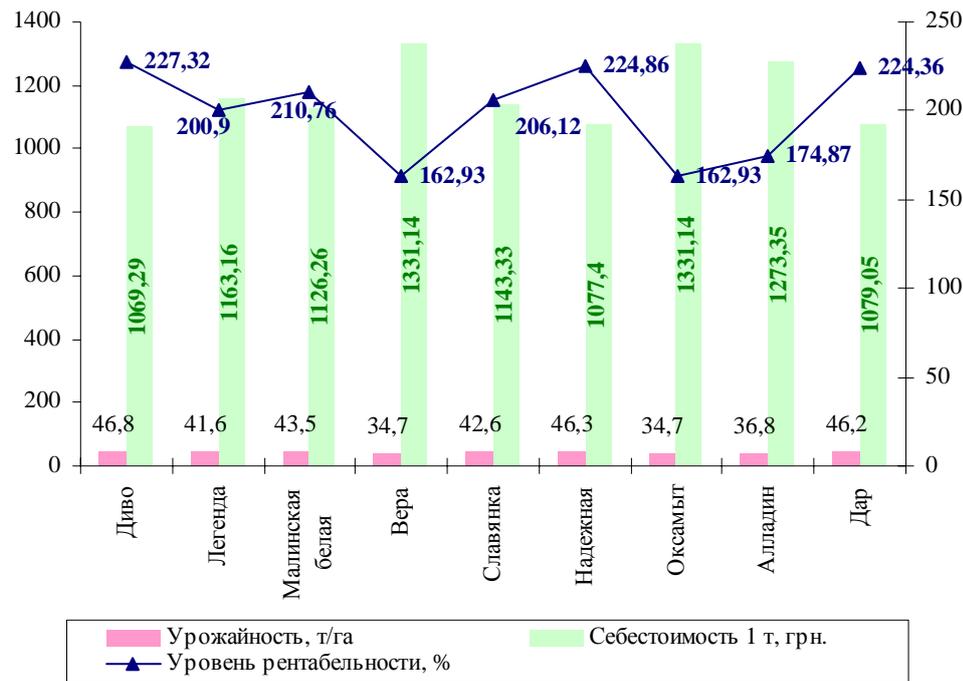


Рисунок 1 – Динамика показателей экономической эффективности выращивания картофеля в зависимости от срока посадки, глубины заделки и сорта

В среднем по исследуемым элементам технологии выращивания картофеля эффективным среди среднеранних сортов картофеля был сорт Диво. Уровень рентабельности выращивания клубней данного сорта в первый срок посадки (23–25 апреля) на глубину 6–8 см составлял 227,32 %. При этом себестоимость 1 т картофеля исследуемого сорта составляла 1069,29 грн., а на 1 га убранной площади было получено 113 757,00 грн. прибыли. Легенда и Малинская белая также обеспечили высокую рентабельность – 200,90 и 210,76 %, при этом себестоимость 1 т картофеля исследуемых сортов составляла 1163,16 и 1126,26 грн. соответственно.

Среди среднеспелых сортов рекордсменом по экономической эффективности стал сорт Надежная, высаженный в первый срок посадки (23–25 апреля) на глубину 6–8 см: уровень рентабельности составил 224,86 %, себестоимость 1 т клубней – 1 077,4 грн., при этом на 1 га убранной площади получено 122 983,83 грн. прибыли. Среди среднепоздних сортов выделился сорт Дар: себестоимость выращивания клубней в первый срок посадки (23–25 апреля) на глубину 6–8 см составила 1 079,05 грн., на 1 га убранной площади было получено 111 848,00 грн. прибыли, что обусловило уровень рентабельности 224,36 %.

Таким образом, можно утверждать, что использование новых сортов – самая эффективная составляющая повышения продуктивности выращивания картофеля.

Важное условие получения высоких урожаев картофеля – посадка в лучшие агротехнические сроки. Этот фактор влияет не только на формирование уровня продуктивности культуры, но и на эффективность ее производства.

Если учесть, что картофель высевают в различные сроки при одинаковых затратах труда и расходах средств, то стоимость полученного прироста урожая при посеве в оптимальные сроки уже доказывает высокую эффективность данного агромероприятия.

Анализ экономической эффективности выращивания картофеля свидетельствует об ошугимой реакции этой культуры на сроки сева. Снижение уровня продуктивности усиливается еще и параллельным повышением себестоимости клубней, а это в конечном итоге снижает уровень прибыльности продукции.

Для обеспечения оптимальной отдачи почв и получения высокой урожайности картофеля с высокими показателями качества и питательной ценности продукции необходимо соблюдать научно обоснованные сроки сева. На основании расчетов экономической эффективности, использования различных сроков сева картофеля установлены оптимальные сроки, которые обеспечивают высокие результаты (рис. 2).

Исследованиями установлено, что оптимальным сроком посадки картофеля является первый срок (23–25 апреля). Сев позже оптимального срока приводит к недобору урожая и снижению доходности каждого гектара земли. Так, себестоимость урожая картофеля, полученного от посадки клубней в первый срок, является самой низкой и составляет 1183,97 грн/т, условно чистая прибыль составила при этом 2316,03 грн., а уровень рентабельности был самый высокий среди исследуемых вариантов – 195,62 %.

Во второй срок посадки происходит снижение уровня рентабельности до 175,98 %, что на 19,64 % ниже по сравнению с первым сроком. В то же время это приводит к снижению прибыли на 84,22 грн/т выращенной продукции и, соответственно, повышению себестоимости. Аналогичная тенденция наблюдается и по третьему сроку посадки.

Итак, посадка картофеля в оптимальные сроки обеспечила дополнительный прирост продукции, благодаря чему получено 3,6 т/га прироста урожая. Стоимость дополнительно полученной продукции составляла 12,6 тыс. грн., условно чистая прибыль – 9,0 тыс. грн/га. Поздние сроки посадки по сравнению с оптимальными привели к уменьшению эффективности данного комплекса агротехнических мероприятий.

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

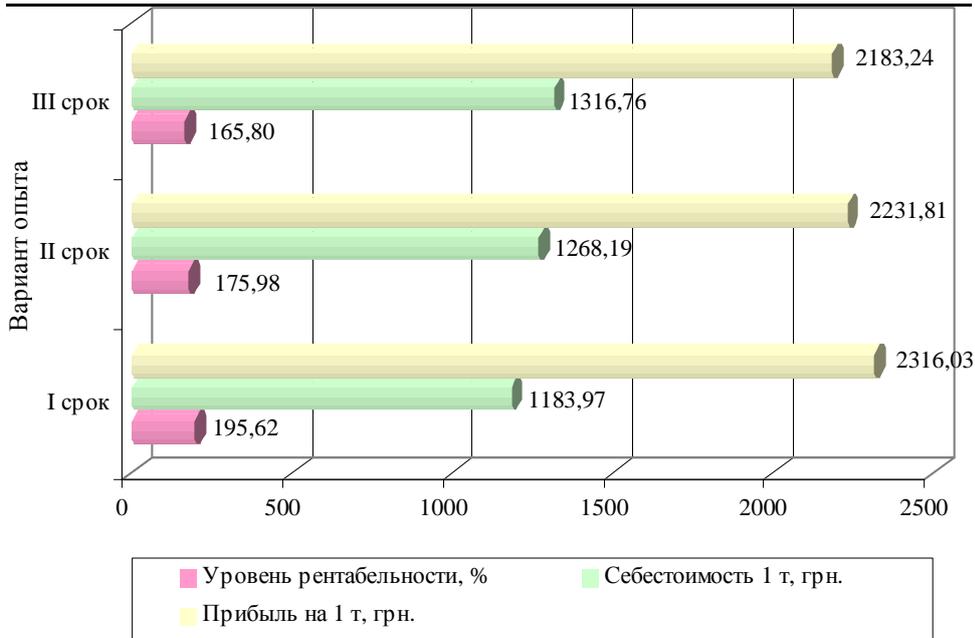


Рисунок 2 – Динамика показателей экономической эффективности выращивания картофеля по срокам посадки

Таким образом, соблюдение оптимальных сроков посадки является одним из экономически доступных агромероприятий, не требующих дополнительных капитальных затрат, имеет организационно-хозяйственный характер и позволяет получить соответствующую отдачу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях Правобережной Лесостепи Украины с целью рационального использования сортового состава и ежегодного получения устойчивых урожаев картофеля рекомендуется высевать в хозяйствах 3–5 сортов с различными биологическими и хозяйственными признаками. При подборе сортового состава необходимо учитывать не только урожайный, но и адаптивный потенциал современных технологически ориентированных сортов, их устойчивость к стрессовым условиям. Лучшими сортами картофеля по комплексной оценке на сегодняшний день являются Диво, Надежная, Дар.

Наибольшая чистая прибыль получена при посадке картофеля в первый срок (23–25 апреля) – 2316,03 грн/га. Оптимальный срок посадки картофеля способствовал улучшению роста и развития растений и формированию растениями высококачественного урожая клубней.

Список литературы

1. Семен, О. Екологічна та економічна ефективність вирощування гарбуза мускатного в умовах Півдня України / О. Семен // Вісн. Житомирського нац. агроєкологічного ун-ту. – 2014. – № 2(1). – С. 253–258.
2. М'ялковський, Р. О. Ріст і розвиток рослин картоплі різних груп стиглості в залежності від сорту, термінів садіння та глибини загортання бульб в умовах Правобережного Лісостепу України / Р. О. М'ялковський // International academy journal Web of scholar. – 2017. – № 8 (17). – С. 16–19.

3. Вітенко, В. А. Картопля / В. А. Вітенко, В. С. Куценко, М. Ю. Власенко. – К.: Урожай, 1990. – 256 с.

4. Молоцький, М. Я. Адаптація енергозберігаючої технології вирощування картоплі в умовах правобережного Лісостепу України / М. Я. Молоцький, С. С. Погорілий // Картоплярство: міжвід. темат. наук. зб. – К.: Урожай, 1995. – Вип. 26. – С. 105–110.

5. Писарев, Б. А. Картофель на приусадебном участке / Б. А. Писарев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 63 с.

6. Тернавський, А. Г. Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Картоплярство» / А. Г. Тернавський. – Умань, 2009. – 11 с.

7. Бондаренко, Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. – Х.: Основа, 2001. – 370 с.

8. Моисейченко, В. Ф. Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко, М. Ф. Трифонова, А. Х. Завирюха. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

Поступила в редакцию 12.09.2018 г.

R. O. MYALKOVSKIY

ECONOMIC EFFICIENCY OF POTATOES PRODUCTION DEPENDING ON THE VARIETIES, SOWING TERMS AND DRILLING DEPTH

SUMMARY

The economic efficiency of potatoes production depending on varieties, sowing terms and drilling depth in the conditions of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine is reflected in the article. According to the results of the research, it has been established that the best economic effect in potatoes growing was achieved when growing the medium-early variety Divo, the level of profitability in the first planting period (23–25.04), at the depth of 6–8 cm was 227.32 %. At the same time, the cost of 1 ton of potatoes of the studied variety was 1069.29 UAH, and 1 ha of the harvested area was received 113 757.00 UAH of profit. In the cultivation of medium-ripe and medium-late potatoes varieties, a slight decrease in the profitability level was observed. So, in the variety Nadezhnaya level of profitability was 224.86 %, the variety Dar – 224.36 %.

The optimal term for planting potatoes is the first term (23–25.04). The later sowing of the optimum period leads to a shortage of crops and a decrease in the profitability of each hectare of land. Thus, the cost price of a potato crop obtained from planting of tubers in the first term (23–25.04) is the lowest and makes up 1183.97 UAH. for 1 ton, conditionally net profit amounted to 2316.03 UAH, and the level of profitability was the highest among the studied variants and amounted to 195.62 %.

Key words: potatoes, variety, productivity, prime cost, profitability level.

З. Н. Сачко, И. Г. Лодыга, А. И. Карпеш

РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция

Национальной академии наук Беларуси», г. Брест

E-mail: intpech@tut.by

РОЛЬ СПОСОБОВ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ В УСТОЙЧИВОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ ПОВРЕЖДЕНИЯМ

РЕЗЮМЕ

Проведенные исследования указывают на проблему механических повреждений клубней при уборке картофеля и определяют предрасположенность сортов картофеля различных групп спелости к механическим нагрузкам. Показана дифференциация устойчивости клубней картофеля к механическим повреждениям в зависимости от способа механизированной уборки.

Ключевые слова: механические повреждения, картофелеуборочный комбайн, картофелекопатель, сорт, клубни картофеля, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с комплексной механизацией картофелеводческой отрасли Республики Беларусь значимой проблемой является создание и широкое использование сортов с высокой устойчивостью к механическим повреждениям наряду со стабильными показателями урожайности и устойчивости к патогенам. Свойство клубней противостоять различным механическим воздействиям, то есть устойчивость их к механическим повреждениям, является одним из основных факторов, определяющих пригодность сорта к механизированному возделыванию и последующему использованию.

В условиях производства механические повреждения клубней в период уборки и транспортировки достигают 12–85 % [1], в результате чего в клубнях происходят глубокие биохимические изменения, сопровождающиеся значительными потерями при хранении. Травмированные клубни легко инфицируются возбудителями грибных и бактериальных болезней. При хранении такие клубни становятся источником инфекции, способствуют образованию очагов гнилей в массе клубней, что в конечном итоге ведет к увеличению потерь во время хранения [2–4]. Величина этих потерь является результатом комплексного влияния генотипа сорта и воздействия на него факторов внешней среды. К тому же зараженные фитопатогенными микроорганизмами клубни являются источником инфекции для вегетирующих растений и передачи ее из репродукции в репродукцию [5], что особенно важно при производстве всех категорий (оригинального, элитного, репродукционного) семенного картофеля. Следует отметить, что поврежденность семенных клубней, включая механические повреждения, нормируется действующим национальным стандартом [6].

В Брестской области более 80 % пашни занимают легкие почвы [7]. Между тем известно, что на легких и сухих почвах наружные травмы клубней и потемнение мякоти вследствие удара встречаются чаще на 25 %, чем при выращивании картофеля на глинистых и суглинистых почвах [8]. В связи с этим возникает интерес к реакции клубней картофеля на механические нагрузки в почвенно-климатических условиях Брестской области.

Задача настоящих исследований состояла в выявлении устойчивости клубней к механическим нагрузкам в зависимости от сортовых особенностей и способа механизированной уборки в почвенно-климатических условиях юго-западного региона Беларуси.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Научные исследования проводили на опытном поле РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии наук Беларуси» в Пружанском районе Брестской области в 2011–2013 гг.

Почва дерново-подзолистая рыхлосупесчаная подстилаемая моренным суглинком. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта почвы: рН – 5,5–6,2; содержание гумуса – 2,41–3,03 %; подвижных форм фосфора – 282–323 мг/кг почвы, калия – 263–281, бора – 0,65–0,68, меди – 1,2–1,7 мг/кг. Предшественник – озимые зерновые. Агротехника – общепринятая для возделывания семенного картофеля [5]. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки 21,0 м². Схема посадки 70×30 см. Размещение вариантов систематическое.

Объектом исследований служили различные по скороспелости сорта картофеля белорусской селекции: Лилея, Уладар, Дина, Бриз, Скарб, Янка, Журавинка, Маг, Атлант, Акцент.

Во время посадки клубни обрабатывали фунгицидом Максим, КС (флудиоксанил, 25 г/л) в норме расхода 0,4 л/т согласно регламенту применения. Уход за картофелем в период вегетации осуществляли согласно отраслевому регламенту по возделыванию семенного картофеля [5].

Вегетационный рост и развитие растений картофеля происходили под влиянием повышенных (в сравнении со среднемноголетними) температур практически по всем годам и месяцам исследований. Исключение составили июнь 2012 г. и сентябрь 2013 г., когда температура воздуха находилась немного ниже среднемноголетней величины (табл. 1).

Существенные отличия по годам исследований имела величина выпавших атмосферных осадков. Их количество в июне (79,3 мм) и августе (84,4 мм) 2011 г. соответствовало практически одной величине со среднемноголетним значением (84,0 и 79,0 мм соответственно). В то же время в 2012 г. данный показатель превышал среднемноголетнее значение в 1,3 раза в июне и в 1,4 раза в августе. Абсолютно противоположным стал 2013 г., когда количество осадков было ниже в 2,1 раза в июне и в 4,4 раза в августе от среднемноголетнего значения. Значительно различалось по годам исследований количество выпавших осадков в июле: в 2011, 2012 и 2013 гг. 160,9, 41,1 и 75,4 мм соответственно

Таблица 1 – Метеорологические показатели за периоды вегетации картофеля (по данным агрометеостанции г. Пружаны Брестской области), 2011–2013 гг.

Месяц	Средняя температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средне-много-летняя	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средне-много-летняя
Май	13,6	14,4	16,1	13,2	47,1	39,1	54,1	58,0
Июнь	18,4	16,2	18,5	16,4	79,3	106,7	40,4	84,0
Июль	19,2	20,8	18,6	18,1	160,9	41,1	75,4	82,0
Август	17,9	18,0	18,4	16,9	84,4	110,4	17,9	79,0
Сентябрь	14,1	14,0	11,8	12,8	21,9	23,9	129,1	54,0

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

при среднемноголетнем значении 82,0 мм. Сложившиеся климатические условия июля привели к переувлажнению почвы в 2011 г. и ее иссушению в 2012 г., учитывая превышение температуры воздуха в 2012 г. на 2,7 °С по отношению к среднемноголетней температуре. Довольно сухим и теплым был сентябрь 2011 и 2012 гг.: осадков было в 2,3–2,5 раза меньше среднемноголетнего показателя, а средняя температура воздуха за месяц превысила среднемноголетнее значение на 1,2–1,3 °С. Лишь сентябрь 2013 г. сложился холодным (–1,0 °С) и дождливым (+75,1 мм). В то же время летние месяцы 2013 г. были довольно сухими и жаркими.

Уборку проводили комбайном ПКК-2-02 и картофелекопателем КСТ-1,4 через 10–12 дней после удаления ботвы.

Склонность клубней к механическим повреждениям устанавливали согласно методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля [9] с ранжированием по следующей шкале: наличие механических повреждений до 5 % – очень устойчивые, от 5 до 10 – устойчивые, от 10 до 20 – относительно устойчивые, от 20 до 30 – слабоустойчивые и более 30 % неустойчивые.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Вследствие проведенного учета наличия механических повреждений клубней после уборки урожая выяснилось, что на количество полученных механических повреждений клубней оказывают влияние не только применение различных агроприемов уборки картофеля, но и сортовые особенности (табл. 2).

Количество полученных механических повреждений клубней при уборке комбайном выше, чем при уборке картофелекопателем, в пределах сорта в 2011 г. в 2,1–3,4 раза, в 2012 г. – 1,7–2,4, в 2013 г. – 1,9–2,1 раза. В среднем за три года – в 2,0–2,6 раза.

Значительное повышение общего количества механических повреждений при комбайновой уборке по отношению к уборке копателем объясняется существенно большей протяженностью транспортеров (просеивающие, подающие, сортировочные, загрузочные, разгрузочные) и технологических перепадов высоты падения клубней, а также конструктивными особенностями картофелеуборочного комбайна. Определено, что при прохождении по рабочим органам комбайнов за отрезок времени 14–33 секунды

Таблица 2 – Влияние способа уборки и сортовых особенностей на наличие механических повреждений клубней картофеля, 2011–2013 гг.

Сорт	Картофелекопатель КСТ-1,4		Комбайн ПКК-2-02	
	Наличие клубней с механическими повреждениями, %	Степень устойчивости	Наличие клубней с механическими повреждениями, %	Степень устойчивости
Лиляя	11,1	Относительно устойчив	28,0	Слабоустойчив
Уладар	17,8	Относительно устойчив	37,4	Неустойчив
Дина	12,7	Относительно устойчив	25,8	Слабоустойчив
Бриз	11,5	Относительно устойчив	24,6	Слабоустойчив
Скарб	12,5	Относительно устойчив	30,4	Неустойчив
Янка	10,9	Относительно устойчив	28,3	Слабоустойчив
Журавинка	14,5	Относительно устойчив	35,6	Неустойчив
Маг	8,7	Устойчив	22,8	Слабоустойчив
Атлант	12,7	Относительно устойчив	30,1	Неустойчив
Акцент	13,0	Относительно устойчив	32,4	Неустойчив

клубень воспринимает 4–7 статистических (сжимающих) и 53–84 динамических (ударных) нагрузок, от действия которых и происходит основная часть повреждений – повреждение кожуры, ушибы мякоти, трещины, вырывы мякоти [10].

Влияние сорта на изменения механической повреждаемости клубней составляет от 52 до 56 %, в то время как влияние окружающей среды составляет от 20 до 22 %. Эти данные свидетельствуют о существенно более высокой значимости генотипа сорта по устойчивости к механическим повреждениям, чем факторы окружающей среды [8].

Немаловажно подчеркнуть, что клубни без механических повреждений обладают более высокими семенными качествами, чем клубни, убранные комбайном и имеющие значительные повреждения [11].

Значительные повреждения (до 12–18 %) клубни получают при погрузке, разгрузке и транспортировке по грунтовым дорогам с поля к месту доработки и хранения [12]. Лишь одно осеннее сортирование увеличивает количество механических повреждений клубней на 20–25 %, а последующее поражение их болезнями при хранении – в 5–6 раз [13].

Повышающийся удельный вес механических повреждений клубней при уборке, транспортировке, сортировке и закладке на хранение предопределяет необходимость вести селекцию на повышенную устойчивость картофеля к механическим нагрузкам [8].

Представленные в таблице 2 результаты свидетельствуют, что при различных способах уборки наименьшие различия в поврежденности клубней характерны для сортов Уладар, Дина и Бриз (в 2,0–2,1 раза), а максимальное различие свойственно сортам Янка и Маг (в 2,6 раза). Таким образом, прослеживается тенденция более низкой реакции сортов Уладар, Дина и Бриз на способ механизированной уборки. Напротив, механическое повреждение клубней сортов Янка и Маг по отношению к другим изучаемым сортам в существенной мере зависит от способа уборки картофеля.

В результате анализа экспериментальных данных (2011–2013 гг.) по наличию механических повреждений установлено, что при уборке картофелекопателью количество устойчивых клубней к механическим повреждениям из числа поврежденных составило 10 %, относительно устойчивых – 90 %; при уборке комбайном: слабоустойчивых – 50 % и неустойчивых – 50 %.

Обобщив результаты исследований, можно сделать вывод, что независимо от сорта и способа уборки урожая количество механических повреждений при уборке комбайном составило в среднем 29,5 %, или в 2,4 раза больше, чем при уборке картофелекопателью (12,5 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что сорта картофеля в условиях юго-западного региона Беларуси склонны к механическим повреждениям клубней при механизированной уборке урожая.

Способ уборки обусловил характер распределения устойчивости клубней к механическим нагрузкам. При уборке комбайном превалировала группа неустойчивых (50 %) и слабоустойчивых (50 %), при уборке картофелекопателью – относительно устойчивых (90 %) клубней.

В среднем за годы исследований (2011–2013 гг.) наибольшую устойчивость к механическим нагрузкам в период уборки проявили клубни среднепозднего сорта Маг независимо от способа уборки картофеля. Наименее устойчивым к механическим нагрузкам при уборке показал себя раннеспелый сорт Уладар.

Уборка картофеля картофелекопалателем по отношению к уборке комбайном способствовала снижению количества механически поврежденных клубней в 2,4 раза, или на 58 % в среднем за три года исследований.

Уборку картофеля картофелекопалателем можно рассматривать как щадящую, учитывая пониженное повреждение клубней. Данный способ приемлем в уборке преимущественно оригинальных семян высших репродукций, площадь посадок которых, как правило, невелика, в целях минимизации инфицирования последующих клубневых поколений возбудителями грибных и бактериальных болезней, для инфекции которых наиболее доступны механические повреждения.

Список литературы

1. Дорожкин, Н. А. Картофель / Н. А. Дорожкин. – М.: Урожай, 1972. – С. 114–118.
2. Афанасьева, И. М. Гнили картофеля при хранении / И. М. Афанасьева // Актуальные проблемы защиты картофеля, плодовых и овощных культур от болезней, вредителей и сорняков: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. НАН Беларуси Н. А. Дорожкина, Самохваловичи, 9–12 авг. 2005 г.; редкол.: С. А. Банадысев (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2005. – С. 88–90.
3. Воловик, А. С. Гнили картофеля при хранении / А. С. Воловик, Ю. И. Шнейдер. – М.: Агропромиздат, 1987. – 53 с.
4. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
5. Жукова, М. И. Картофельному полю – качественные семена / М. И. Жукова, Г. М. Середа, Л. В. Контор // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 24–26.
6. Картофель семенной. Технические условия: СТБ 1224-2000. – Введ. 01.09.07. – Минск: Госстандарт, 2000. – 13 с.
7. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2006. – С. 44–46.
8. Механические повреждения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: agrokozenevo.ru/mehanicheskie_povrezhdeniya. – Дата доступа: 03.04.2018.
9. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во с. х. и прод. – Минск, 2003. – 69 с.
10. Верещагин, Н. И. Динамические характеристики устойчивости клубней картофеля к механическим повреждениям / Н. И. Верещагин // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт: материалы науч.-практ. конф. и координационного совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства» / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва; под ред. Е. А. Симакова. – М., 2008. – Т. 2. – С. 243–253.
11. Гордеев, О. В. Анализ технологий уборки и послеуборочной доработки семенного картофеля / О. В. Гордеев // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 18. – С. 219–228.
12. Колчин, Н. Н. Необходимо наладить серийное производство отечественной техники для картофелеводства / Н. Н. Колчин // Картофель и овощи. – 2010. – № 5. – С. 2–4.
13. Развитие машинных технологий производства картофеля в России / С. С. Туболев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 7. – С. 28–31.

Поступила в редакцию 21.08.2018 г.

Z. N. SACHKO, I. G. LODYGA, A. I. KARPESH

ROLE OF POTATOES HARVESTING METHODS IN THE POTATO TUBERS RESISTANCE TO MECHANICAL DAMAGE

SUMMARY

The conducted studies point to the problem of mechanical damage to tubers during potatoes harvesting and as a consequence of the premise of phytosanitary state of tubers during storage are given. The sensitivity of potato tubers to mechanical damage is revealed, depending on the method of mechanized harvesting.

Key words: mechanical damage, potatoes harvester, potatoes digger, variety, potato tubers, Belarus.

РАЗДЕЛ 5

СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21.073:[631.526.32-048.24:631.531.032]

Б. В. Анисимов¹, С. Н. Зебрин¹, И. С. Карданова²

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха», пос. Красково, Люберецкий район, Московская область, Россия

² ООО «Фат-Агро», Республика Северная Осетия – Алания, г. Владикавказ, Россия

E-mail: anisimov.bv@gmail.com

ПРОВЕРОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МИНИ-КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ МЕТОДОМ ГРУНТОВОГО КОНТРОЛЯ СОРТООБРАЗЦОВ

РЕЗЮМЕ

В сезоне 2016/2017 г. на тестовом поле ФГБНУ ВНИИКХ было оценено 16 сортообразцов экспериментальных партий мини-клубней по показателям сортовой типичности, сортовой чистоты и пораженности растений болезнями. По результатам проведенных оценок и наблюдений в период вегетации по совокупности сортоотличительных признаков растения, стебля, листа, соцветия отклонений по показателям сортовой типичности в изучаемых сортообразцах не выявлено. Наличие примеси другого сорта обнаружено только в одном образце.

По результатам визуальных оценок и лабораторного теста все партии мини-клубней показали нулевой уровень зараженности в отношении Y-вируса картофеля (YVK), средний по вирусам M (MBK), L (BSLK) и бактериозам (черная ножка), что подтверждает их соответствие нормативным требованиям стандарта. Показатели продуктивности (масса клубней, г/куст), количества клубней (шт/куст), структуры урожая различались в зависимости от сроков созревания сортов и в основном соответствовали их сортовым характеристикам.

Ключевые слова: картофель, мини-клубни, сортообразцы, грунт-контроль.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в международной торговле семенным картофелем довольно четко обозначилась тенденция существенного увеличения объемов экспортно-импортных поставок партий мини-клубней, которые практически стали самостоятельной товарной группой на мировом рынке предбазисного (оригинального) семенного картофеля. Это, в свою очередь, привело к необходимости создания стандартизированных процедур технологического процесса производства мини-клубней [1–3], а также совершенствованию систем проверки качества партий мини-клубней, подлежащих реализации [4–6].

В течение длительного времени развитие традиционных (базовых) технологий выращивания мини-клубней было ориентировано на использование стационарных зимних грунтовых теплиц. Однако из-за резкого повышения энергозатрат, связанных с отоплением, освещением и заменой грунта, многие производители стали переходить

на использование менее затратных технологий на базе весенне-летних каркасных укрытий тоннельного типа с применением легких синтетических укрывных материалов (антимоскитная сетка, ультрасил, лутрасил, спанбонд и др.). Практика показала, что использование вегетационных сооружений такого типа при строгом соблюдении условий контролируемой среды и мер защиты от насекомых – переносчиков инфекции позволяет обеспечить достаточно высокий количественный выход мини-клубней и уровень их качества, соответствующий нормативным требованиям стандарта [7–9].

По экспертным оценкам на основе тоннельных технологий в весенне-летнем обороте в общей сложности производится около 80 % мини-клубней. Их производство на основе альтернативных технологий с применением гидропонной (водной) и аэропонной (воздушной) культуры составляет около 20 % [10].

Накопленный в последние годы практический опыт показал, что выращивание мини-клубней с применением тоннельных технологий в силу различных причин не всегда полностью исключает вероятность переноса инфекции фитопатогенных вирусов извне, что впоследствии может приводить к серьезным проблемам в отношении качества семенного материала даже непосредственно в прямом потомстве из мини-клубней (первое полевое поколение) или при дальнейшем его размножении в процессе оригинального семеноводства. Кроме того, исключительно важное значение имеет также проведение детальной проверки заявленных для реализации партий мини-клубней на их соответствие требованиям стандарта в отношении сортовой идентичности (подлинности сорта) и сортовой чистоты.

Цель нашей работы заключалась в проведении сравнительных проверочных испытаний сортообразцов экспериментальных партий мини-клубней методом грунтового контроля для определения показателей их сортовой типичности, сортовой чистоты и уровня зараженности вирусными патогенами, переносимыми мигрирующими видами тлей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили мини-клубни, полученные с применением тоннельных технологий на экспериментальной базе ВНИИ картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха (Московская область) и ООО «Фат-Агро» (РСО-Алания).

Чтобы максимально минимизировать риски возникновения негативных последствий, связанных с качеством семенного материала, выращивание мини-клубней проводили в контролируемых условиях под защитой от насекомых – переносчиков инфекции с использованием для этих целей тоннельных укрытий, расположенных в зоне с низкой численностью регулируемых вредных организмов и их переносчиков. В тоннельных укрытиях строго соблюдалось наличие двойной входной двери, дезинфицирующих ковриков для обуви, места для смены одежды, надевания специальных защитных халатов, головных уборов, перчаток, мытья и дезинфекции рук на входе.

Субстраты, применяемые для выращивания мини-клубней, в тоннельных укрытиях были изолированы защитной пленкой от грунтовой почвы. В период вегетации растений в тоннельных укрытиях поддерживали оптимальные условия температуры, освещения, циркуляции воздуха и контроль влажности. Для полива использовали воду из артезианского источника, проверенную на наличие организмов, вредных для картофеля. Для проведения регулярного мониторинга насекомых – переносчиков вирусной инфекции устанавливали клеевые ловушки (рис. 1).

После сбора урожая от каждой партии мини-клубней были отобраны образцы для проведения проверочных испытаний на тестовом поле ВНИИ картофельного хозяйства



Рисунок 1 – Выращивание мини-клубней под защитой от насекомых – переносчиков вирусной инфекции

имени А. Г. Лорха методом грунтового контроля. Мини-клубни упаковывали и закладывали на хранение в условиях, предотвращающих заражение вредными организмами. Сортировку мини-клубней на фракции и их хранение проводили в специальных помещениях с регулируемыми условиями температуры и влажности воздуха. Посадку сортообразцов мини-клубней осуществляли в первой декаде мая.

Делянки на участке грунтового контроля располагали так, чтобы образцы с наличием нетипичных растений или с внешними признаками проявления болезней хорошо просматривались при проведении обследований (рис. 2).

В течение всего периода вегетации образцы на делянках обследовали на выявление признаков, отклоняющихся от официального описания сорта, а также внешних симптомов проявления болезней, передающихся через семенной материал. Поскольку различные сортовые признаки могут проявляться в разные фазы роста и развития растений,



Рисунок 2 – Участок грунтового контроля сортообразцов на испытательном (тестовом) поле ВНИИ картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха

в процессе наблюдений по каждому сортообразцу отмечали даты фенологических фаз (всходы, бутонизация, цветение, созревание).

При первом обнаружении растений с нетипичными признаками их отмечали цветной повязкой или другой меткой с тем, чтобы впоследствии их было легче найти для более детального изучения и анализа. Это особенно важно в тех случаях, когда нетипичный признак является непостоянным, например, ускоренный (опережающий) рост в высоту в начальный период вегетации или различия в окраске цветков. Растения с отклонениями типичности сортовых признаков и примеси других сортов в разные фенофазы определяли по общему виду куста, форме и цвету листьев и их долей, количеству и пигментации стеблей, окраске цветков, а также по окраске и форме завязавшихся клубней.

Вирусные болезни контролировали по внешним признакам проявления симптомов средней и тяжелой мозаики (МВК и УВК), а также методом иммунодиагностики листовых проб, отбираемых при появлении полных всходов «повсходовый тест».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с техническими условиями нового межгосударственного стандарта ГОСТ 33996-2016 к использованию в производстве допускаются мини-клубни, размер которых составляет от 9 до 60 мм в диаметре [11] (примерно от 5 до 90–100 г по массе).

Результаты исследований, проведенных в 2014–2016 гг. на базе ООО «Фат-Агро», показали, что выращивание мини-клубней в тоннельных укрытиях в горшечной культуре позволяет обеспечить достаточно высокие показатели количественного выхода стандартной фракции в пределах 75–89 %. В структуре урожая мини-клубней мелкая фракция (менее 9 мм) по сорту Жуковский ранний составила 17 %, по сорту Удача – 8–10 %. Максимальное количество в структуре урожая мини-клубней крупной фракции (более 60 мм) по сорту Жуковский ранний не превышало 6 %, по сорту Удача – 17 % (табл. 1).

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Проведенные в 2017 г. специальные испытания различных фракций мини-клубней, высаженных в условиях высокогорной зоны (2500 м над уровнем моря), выявили довольно существенные различия в росте и развитии растений, а также показателях продуктивности и количественного выхода семенного материала, полученного в питомнике первого поколения из мини-клубней (табл. 2).

Полученные данные показали, что растения из самой мелкой фракции мини-клубней массой < 9 мм существенно отставали от растений всех других вариантов по развитию ботвы, площади листовой поверхности и другим показателям. Наиболее существенное снижение продуктивности растений и количественного выхода семенного материала также было отмечено в варианте с использованием самой мелкой фракции мини-клубней.

На практике при использовании мелкой фракции мини-клубней диаметром до 9 мм обычно немало проблем возникает из-за сильной изреженности всходов, большого количества выпадов, отставания в росте и развитии растений и низкой продуктивности. По этим причинам мелкую фракцию нередко просто выбраковывают и не используют

Таблица 1 – Выход различных по величине фракций мини-клубней при выращивании в тоннельных укрытиях (ООО «Фат-Агро»), 2014–2016 гг.

Фракции мини-клубней, мм	Количественный выход мини-клубней, %			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее, 2014–2016 гг.
Сорт Жуковский ранний				
< 9	17	17	17	17
9–20	41	35	31	36
21–40	23	24	32	26
41–60	19	22	14	18
> 60	0	2	6	3
9–60 мм (стандарт)	83	81	77	80
Сорт Удача				
< 9	10	8	10	9
9–20	25	20	32	26
21–40	23	29	30	27
41–60	41	26	18	28
> 60	2	17	10	10
9–60 мм (стандарт)	89	75	80	81

Таблица 2 – Продуктивность и количественный выход семенного материала в зависимости от фракции высаженных мини-клубней в условиях высокогорья, 2017 г.

Фракции высаженных мини-клубней, мм	Продуктивность и количественный выход семенного материала		
	Масса клубней, г/куст	Число клубней, шт/куст	Выход клубней, тыс. шт/га
Сорт Жуковский ранний			
< 9	87	2,5	217
9–20	172	4,8	398
21–40	290	7,3	562
41–60	359	9,1	637
Сорт Удача			
< 9	108	3,0	261
9–20	203	5,8	481
21–40	373	10,1	777
41–60	494	12,4	868

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

для высадки в полевых условиях. Однако в нашей работе мелкие клубеньки оказались ценным материалом для повторной высадки в защищенном грунте, где их продуктивность в регулируемых условиях выращивания достигала уровня средних показателей.

Фракция мини-клубней 10–20 мм в диаметре вполне пригодна для непосредственной высадки в полевых условиях, хотя также имеет более низкие показатели продуктивности и количественного выхода семенного материала по сравнению с более крупной фракцией мини-клубней массой 21–40 мм.

В современной отечественной и международной практике производства семян различных групп сельскохозяйственных растений одним из важнейших элементов является проведение полевого грунтового контроля, подтверждающего соответствие партий семенного материала нормативным требованиям стандарта, особенно в отношении подлинности и чистоты сорта и иных показателей качества [11]. С введением нового нормативного регулирования в рамках ГОСТ 33996-2016 это положение теперь в полной мере должно распространяться, в том числе и на партии мини-клубней, подлежащие реализации [6].

В сезоне 2016/2017 г. нами были проведены проверочные испытания 16 сортов образцов экспериментальных партий мини-клубней с целью определения их соответствия нормативным требованиям стандарта в отношении сортовой типичности (подлинности сорта) и пораженности вирусными и бактериальными болезнями.

На основе результатов обследований, проведенных в период вегетации, по совокупности сортоотличительных признаков растения, стебля, листа, соцветия показатели девяти сортов образцов в отношении сортовой типичности соответствовали официальным регистрационным описаниям их характеристик. Только в одном образце сорта Фаворит было выявлено значительное количество (8 %) нетипичных растений, которые были идентифицированы как примесь другого сорта (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты проверочных испытаний сортов образцов оригинального семенного картофеля по показателям сортовой типичности (грунт-контроль), 2016–2017 гг.

Сорт	Срок созревания, целевое использование	Показатели оценки морфологических признаков
Метеор	Очень ранний, столовый	<i>Куст</i> высокий, полураскидистый. <i>Стебель</i> средней толщины, антоциановая окраска отсутствует. <i>Лист</i> средний, светло-зеленый. <i>Венчик цветка</i> белый. <i>Клубень</i> овально-округлой формы, глазки от мелких до средних, кожура гладкая, желтая, мякоть светло-желтая
Крепыш	Ранний, столовый	<i>Куст</i> средний, полупрямостоячий. <i>Стебель</i> средней толщины, антоциановая окраска отсутствует. <i>Лист</i> средний, темно-зеленый. <i>Венчик цветка</i> бледно-красно-фиолетовый. <i>Клубень</i> округло-овальной формы, глазки мелкие, кожура гладкая, желтая, мякоть кремовая
Красавчик	Среднеранний, столовый	<i>Куст</i> средний, полупрямостоячий. <i>Стебель</i> средней толщины, степень антоциановой окраски средняя. <i>Лист</i> средний, зеленый, глянцевый. <i>Венчик цветка</i> красно-фиолетовый. <i>Клубень</i> овальной формы, глазки мелкие, кожура гладкая, красная, мякоть светло-желтая
Василек	Среднеспелый, столовый	<i>Куст</i> средний, прямостоячий. <i>Стебель</i> средней толщины, антоциановая окраска сильная. <i>Лист</i> средний, темно-зеленый. <i>Венчик цветка</i> сине-фиолетовый. <i>Клубень</i> удлинено-овальной формы, глазки поверхностные, кожура гладкая, сине-фиолетовая, мякоть белая

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 3

Сорт	Срок созревания, целевое использование	Показатели оценки морфологических признаков
Великан	Среднеспелый, столовый	<i>Куст</i> средний, прямостоячий. <i>Стебель</i> толстый, слабо окрашен антоцианом. <i>Лист</i> средний, светло-зеленый. <i>Венчик цветка</i> красно-фиолетовый. <i>Клубень</i> округло-овальной формы, глазки мелкие с красным окрашиванием, кожура гладкая, светло-бежевая, мякоть кремовая
Колобок	Среднеспелый, столовый	<i>Куст</i> высокий, полупрямостоячий. <i>Стебель</i> толстый, антоциановая окраска отсутствует. <i>Лист</i> крупный, светло-зеленый. <i>Венчик цветка</i> белый. <i>Клубень</i> округлой формы, глазки от мелких до средних, кожура слабо сетчатая, светло-желтая, мякоть кремовая
Надежда	Среднеспелый, столовый	<i>Куст</i> средний, полураскидистый. <i>Стебель</i> средней толщины, слабо окрашен антоцианом. <i>Лист</i> мелкий, зеленый, глянцевый. <i>Венчик цветка</i> красно-фиолетовый. <i>Клубень</i> удлинненно-овальной формы, глазки мелкие, кожура светло-бежевая, мякоть светло-кремовая
Фаворит	Среднеспелый, столовый для приготовления картофеля фри	<i>Куст</i> средний, раскидистый. <i>Стебель</i> толстый, антоциановая окраска отсутствует. <i>Лист</i> крупный, темно-зеленый. <i>Венчик цветка</i> бледно-красно-фиолетовый. <i>Клубень</i> удлинненной формы, глазки поверхностные, кожура гладкая, розовая, мякоть кремовая
Фрителла	Среднеспелый, для переработки на картофель фри	<i>Куст</i> высокий, прямостоячий. <i>Стебель</i> средней толщины, антоциановая окраска слабая. <i>Лист</i> средний, темно-зеленый. <i>Венчик цветка</i> красно-фиолетовый. <i>Клубень</i> удлинненно-овальной формы, глазки мелкие, кожура гладкая, тонкая, бежевая, мякоть белая
Фиолетовый	Среднепоздний, для диетического (лечебного) питания	<i>Куст</i> средний, полураскидистый. <i>Стебель</i> средней величины, антоциановая окраска сильная. <i>Лист</i> крупный, темно-зеленый. <i>Венчик цветка</i> сине-фиолетовый. <i>Клубень</i> овальной формы, глазки средней глубины, кожура гладкая, фиолетовая, мякоть фиолетовая

По результатам визуальных оценок и лабораторных тестов все партии мини-клубней показали нулевой уровень зараженности по вирусам Y (YVK), M (MBK), L (BSLK) и бактериозам (черная ножка), что подтверждает их соответствие нормативным допускам стандарта для мини-клубней.

Показатели продуктивности растений за 2016–2017 гг. варьировали в диапазоне от 505 до 1181 г/куст в зависимости от сорта. Наиболее высокие показатели отмечены у сортов Колобок 1181 г/куст, Метеор 1108 г/куст и Крепыш 1060 г/куст. По количеству сформировавшихся клубней в расчете на одно растение выделились сорта Василек (20 шт/куст), Фрителла (16) и Колобок (15 шт/куст) (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сезоне 2016/2017 г. на тестовом поле ФГБНУ ВНИИКХ было оценено десять сортообразцов экспериментальных партий мини-клубней по показателям сортовой типичности, сортовой чистоты, пораженности растений болезнями и продуктивности. На основе проведенных оценок и наблюдений в период вегетации по совокупности сортоотличительных признаков растения, стебля, листа, соцветия отклонений по показателям

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 4 – Показатели продуктивности сортообразцов мини-клубней (грунт-контроль), 2016–2017 гг.

Сорт	Масса клубней, г/куст			Количество клубней, шт/куст		
	2016 г.	2017 г.	Среднее	2016 г.	2017 г.	Среднее
Крепыш	1000	1119	1060	6	9	8
Метеор	1110	1105	1108	16	11	14
Красавчик	760	958	859	14	10	12
Василек	510	1045	778	21	18	20
Великан	620	1188	904	8	12	10
Колобок	1000	1362	1181	17	13	15
Надежда	515		515	13		13
Фаворит	685	935	810	11	8	10
Фрителла	955	825	890	19	13	16
Фиолетовый	805	528	667	16	12	14

сортовой типичности в девяти изучаемых сортообразцах не выявлено. Только в одном образце выявлено значительное количество (8 %) нетипичных растений, которые были идентифицированы как примесь другого сорта.

По результатам визуальных оценок и лабораторного теста все экспериментальные партии мини-клубней показали нулевой уровень зараженности по вирусам М (МВК) и L (ВСЛК), средний – (МВК) по вирусам М и L (ВСЛК) и черной ножке, что подтверждает их соответствие нормативным требованиям стандарта. Показатели продуктивности (масса клубней, г/куст), количества клубней (шт/куст), структуры урожая различались в зависимости от сроков созревания сортов и в основном соответствовали их сортовым характеристикам.

Список литературы

1. Технологический процесс производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля. Практическое руководство / ФГБУ «Россельхозцентр», ФГБНУ ВНИИКХ; под общ. ред. А. М. Малько, Б. В. Анисимова. – М., 2017. – 64 с.
2. Современные технологии производства семенного картофеля. Практическое руководство / Б. В. Анисимов [и др.]; под общ. ред. Б. В. Анисимова. – Чебоксары, 2018. – 48 с.
3. Pest free potato (*Solanum* spp.) micropropagative material and minitubers for international trade (2010) / International standards for phytosanitary measures, ISPM, FAO, 2011. – 20 p.
4. UNESE Standart S-1 concerning the marketing and commercial quality control of seed potatoes / UNITED Nations. – New York and Geneva, 2013. – 43 p.
5. Анисимов, Б. В. На мировом уровне / Б. В. Анисимов, С. Н. Зебрин, С. И. Логинов // Картофель и овощи. – 2016. – № 7. – С. 20–21.
6. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. Межгосударственный стандарт: ГОСТ 33996-2016. – М.: Стандартинформ, 2016. – 41 с.
7. Анисимов, Б. В. Мини-клубни: как лучше их использовать / Б. В. Анисимов // Картофель и овощи. – 1998. – № 6. – С. 28.
8. Анисимов, Б. В. Мини-клубни в тоннельных укрытиях / Б. В. Анисимов, С. Н. Зебрин, И. С. Карданова // Картофель и овощи. – 2017. – № 6. – С. 29–31.
9. Карданова, И. С. Мини-клубни в тоннельных укрытиях: особенности выращивания и проверка качества / И. С. Карданова, С. Н. Зебрин, Б. В. Анисимов // Картофельная система. – 2017. – № 2. – С. 14–17.

10. Мини-клубни методом аэрогидропоники / О. С. Хутинаев [и др.] // Картофель и овощи. – 2016. – № 11. – С. 28–30.

11. Методика проведения грунтового контроля по группам сельскохозяйственных растений / А. Н. Березкин [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 108 с.

Поступила в редакцию 05.09.2018 г.

B. V. ANISIMOV, S. N. ZEBRIN, I. S. KARDANOVA

PROOF TESTING OF POTATOES MINITUBERS USING FIELD TRIAL CONTROL

SUMMARY

In the season 2016/2017 on the trial field of Lorch Potato Research Institute was assessed 16 samples collected from experimental lots of minitubers for their varietal identification and prevalence of plant diseases. Based on the results of visual examination of the plant, stem, leaf characteristics inflorescence deviations on indicators of varietal typicality varieties was not detected. Only one sample showed mix of other varieties.

Results of visual assessments and laboratory test showed that all experimental lots of minitubers was free from heavy and mild mosaic (PVM, PVY) leaf roll (PLRV) and black leg in according with normative requirements of the standard. Efficiency indicators (the mass of tubers, g/bush), quantities of tubers (pieces/bush), structures of yield differed depending on maturing terms of varieties and generally corresponded to their high-quality characteristics.

Key words: potatoes, minitubers, samples of varieties, field trial control.

УДК 635.21: 631.53.01

**В. В. Анципович, О. И. Бобкова, М. П. Дешко, Т. В. Ярошкина,
Н. А. Анципович**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: semena_bulba@tut.by

**ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК
МИКРОУДОБРЕНИЯМИ, ГУСТОТЫ ПОСАДКИ И СПОСОБОВ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ
КАРТОФЕЛЯ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА****РЕЗЮМЕ**

Исследования по изучению влияния различных факторов показали, что на урожайность картофеля в сооружениях защищенного грунта влияют некорневые подкормки микроудобрениями, густота посадки и способы возделывания. Представлена экономическая эффективность получения мини-клубней картофеля сортов различных групп спелости.

Ключевые слова: картофель, сорт, мини-клубни картофеля, наноудобрение Нано-плант Со, Мп, Су, Фе, удобрения: КомплеМет, Универсал, Лифдрип Бор, Нутривант плюс, микроэлементы, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Потребность земледелия в микроудобрениях в последние десятилетия увеличивается. Это связано с тем, что с повышением урожайности культур из почвы выносятся больше макро- и микроэлементов. И если недостаток первых мы стараемся возместить, внося азотные, фосфорные и калийные удобрения, то внесению микроэлементов уделяется крайне мало внимания, в результате чего страдает не только качество полученной продукции, но и товарный вид [1].

Наиболее важными микроэлементами для картофеля являются бор, медь, цинк, а внесение высоких доз фосфорных удобрений снижает поступление цинка в растение, калийных – бора, азотных – меди. Кроме того, известкование почв уменьшает доступность для растений бора, меди, цинка и марганца [2].

К тому же, по данным ряда научных учреждений Беларуси, дефицит меди испытывают свыше 60 % пахотных угодий, цинка – свыше 70, молибдена – 90 % [1]. Дефицит микроэлементов в почве и недостаточность поступления доступных форм марганца, цинка, меди, кобальта, молибдена, бора вследствие неблагоприятных почвенных условий приводят к несбалансированности корневого питания растений макро- и микроэлементами и, как правило, являются причиной того, что растения не реализуют свой генетический потенциал, дают низкий и невысокого качества урожай, имеют пониженную устойчивость к неблагоприятным погодным условиям и заболеваниям.

Основной причиной недостаточности поступления микроэлементов в растение при корневом питании является их ограниченная подвижность в автоморфных почвах вследствие аномально низкой водорастворимости минеральных солей этих металлов,

а также повышение значений окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и реакции среды (рН) [3].

Эффективным способом внесения микроудобрений являются некорневые подкормки, которые позволяют при малых дозах микроудобрений значительно повышать коэффициент их использования. При проведении некорневой подкормки растения используют 40–100 % микроэлементов, тогда как при внесении их в почву – лишь несколько процентов, а в некоторых случаях – даже десятые доли процента внесенного в почву микроэлемента [4].

Для достижения максимальной биологической и хозяйственной эффективности производства картофеля особое значение приобретают полифункциональные химические препараты, сочетающие питательные, защитные и регуляторные свойства – комплексные хелатированные микроудобрения. Использование хелатированной формы микроэлементов является одним из основных элементов интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных растений и широко применяется в мировой практике. Важными химическими характеристиками хелатов микроэлементов, обуславливающими их высокую биологическую активность и физиологическую эффективность применения, являются высокая устойчивость молекул к диссоциации и микробному разложению, селективность к координируемому металлу. Металлы, внесенные в виде хелатов, не осаждаются, остаются мобильными в почвенном растворе корневой зоны и растворе, нанесенном на листья и стебли, откуда активно поглощаются и передвигаются по сосудистой системе растений, то есть действуют *системно*. Оригинальность их действия состоит в том, что, обладая фунгицидной и регуляторной активностью, они активизируют деятельность ферментов, воздействуют на биохимические процессы, происходящие в клетках, стимулируют рост и развитие растений и подавляют развитие фитопатогенов [2, 5].

В настоящее время внедрение прогрессивных технологий, использующих экологически чистые и экономически выгодные нанопрепараты, дает возможность изучить их влияние на продуктивность картофеля.

Сейчас наноматериалы и нанотехнологии находят применение практически во всех областях сельского хозяйства: растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, рыбноводстве, ветеринарии, перерабатывающей промышленности. Их применение дает возможность при минимальных дозах препаратов достигать гораздо больших эффектов. Размер частиц этих веществ в десятки и даже сотни раз меньше, чем микроны. В результате их применения растения получают оптимальное питание, что активизирует ферментативную активность на клеточном уровне, нормализует и интенсифицирует обменные процессы. Это приводит к укреплению иммунной системы, общему оздоровлению растений и увеличению урожайности (в среднем в 1,5–2,0 раза) [6, 7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2015–2017 гг. в сооружениях защищенного грунта ОПО «Николка» РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Материалом для исследования служили сорта картофеля различных групп спелости: Манифест (среднеранняя), Скарб (среднеспелая) и Вектар (среднепоздняя) по следующей схеме:

Фактор А: густота посадки: А1 – 20 растений на м²; А2 – 30 растений на м²; А3 – 40 растений на м².

Фактор В: способ посадки: В1 – ширина междурядий 33 см без гребня; В2 – ширина междурядий 45 см без гребня; В3 – ширина междурядий 45 см с гребнем.

Фактор С: некорневые подкормки: С1 – без удобрений; С2 – наноудобрение Наноплант Со, Мп, Сu, Fe (производство НТООО «Актех», Беларусь); С3 – КомплеМет картофель (ООО «Новые технологии и продукты» г. Гродно, Беларусь); С4 – Лифдрип Универсал и Лифдрип Бор (далее – Лифдрип Универсал + Бор) (FRARIMPEX, Франция); С5 – Нутривант плюс картофельный (ICL Fertilizers, Израиль).

Растения *in vitro* после 14-дневной адаптации на ионообменном субстрате Биона высаживались в условиях защищенного грунта согласно схеме опыта в 4-кратной повторности.

В течение вегетационного периода проводился комплекс мероприятий: систематическое рыхление, полив, обработки против болезней и вредителей, некорневые подкормки и окучивание согласно схеме опыта. Некорневые подкормки осуществлялись два раза за весь вегетационный период: первая – при высоте растений 10–15 см; вторая – бутонизация – начало цветения. Данные, полученные после уборки урожая, обрабатывались с помощью программы STATISTICA 7.

В качестве контроля – вариант с густотой посадки 30 растений/м² с шириной междурядий 33 см без гребня, без некорневых подкормок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам наблюдений, существенных различий в прохождении фенофаз (бутонизация, цветение, созревание) контрольного и опытных вариантов не отмечено.

Рассматривая урожайность сортов картофеля различных групп спелости и ее структуру в сооружениях защищенного грунта в 2015–2017 гг. в зависимости от ширины междурядий, густоты посадки и некорневых подкормок следует отметить различное влияние факторов на накопление урожая с 1 м².

Для сорта Манифест наиболее продуктивными являлись варианты с взаимодействием факторов А3 (густота посадки 40 растений/м²), В2 (ширина междурядья 45 см без гребня) и В3 (ширина междурядья 45 см с гребнем). Применение удобрений Лифдрип Универсал + Бор и Нутривант плюс с факторами А3 и В2 позволило получить 189,8 и 184,2 клубней с 1 м², а при густоте 40 растений/м² и междурядьем 45 см с гребнем в вариантах с удобрениями Наноплант Со, Мп, Сu, Fe, Лифдрип Универсал + Бор и Нутривант плюс – 199,2, 193,1 и 214,2 шт/м² соответственно. В данных вариантах преобладала стандартная семенная фракция клубней 30–60 мм и составляла более 50 % от общего урожая. Вес клубней в этих вариантах достигал более 4 кг/м². Следует отметить, что сорт Манифест положительно отозвался на некорневую подкормку наноудобрением Наноплант Со, Мп, Сu, Fe, применение которого в вариантах с факторами А3, В2, В3 и А2, В2 позволило получить более 190 клубней/м². Самая минимальная урожайность была получена в вариантах без удобрений независимо от ширины междурядий и густоты посадки и находилась в пределах 91,8–123,6 клубней на 1 м² с весом от 2,3 до 2,7 кг/м² (рис. 1).

При анализе данных по сорту Скарб отмечено, что наиболее продуктивными были варианты с применением некорневых подкормок удобрениями Наноплант Со, Мп, Сu, Fe, Нутривант плюс и Лифдрип Универсал + Бор с факторами А3, В2 и В3 (рис. 2). Урожайность в этих вариантах была в пределах 137–153 клубня с 1 м² с выходом стандартной фракции 30–60 мм ≥ 50 % и достигала 4,2–4,6 кг/м². Одними из самых урожайных с применением удобрения Наноплант Со, Мп, Сu, Fe следует выделить варианты с густотой посадки 30 растений/м² с междурядьем 45 см с гребнем и без, в которых коэффициент размножения составил 4,7 и 4,6 при урожайности 140,3 и 138,6 шт/м² соответственно.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕHOBДСТВО КАРТОФЕЛЯ

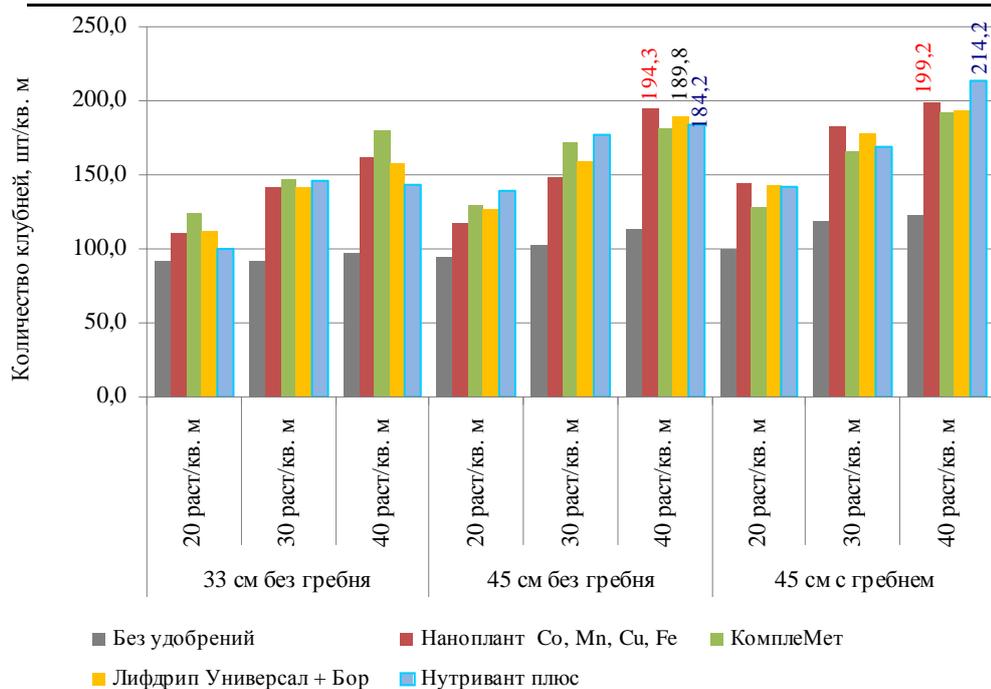


Рисунок 1 – Урожайность сорта МанIFEST в зависимости от ширины междурядья, густоты посадки и удобрений, среднее за 2015–2017 гг.

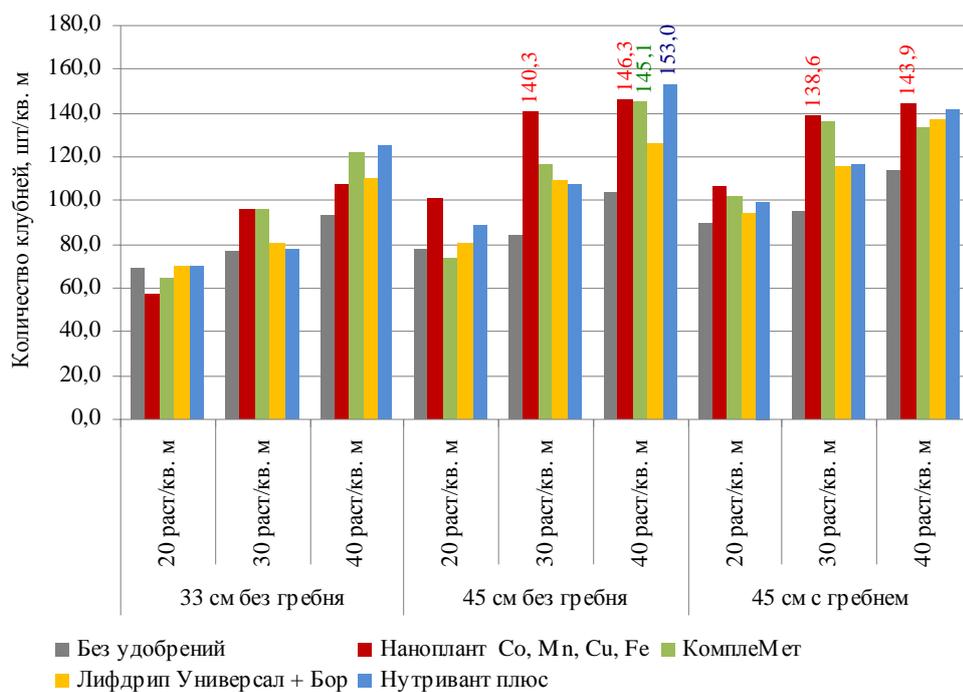


Рисунок 2 – Урожайность сорта Скарб в зависимости от ширины междурядья, густоты посадки и удобрений, среднее за 2015–2017 гг.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

У среднепозднего сорта Вектар наибольшая продуктивность отмечена в вариантах с применением удобрений КомплеМет и Наноплант Co, Mn, Cu, Fe с факторами А3, В2 и КомплеМет с А3, В3, урожайность которых составила более 137 клубней с 1 м² при выходе стандартной фракции семенных клубней 30–60 мм, что составило более 52 % от общего числа клубней (рис. 3). Высокая урожайность у данного сорта за три года была отмечена в варианте с шириной междурядий 45 см с гребнем при густоте посадки 40 растений/м² с Нутривантом плюс – 156 шт/м² с коэффициентом размножения 3,9, однако количество клубней фракции 30–60 мм находилось в пределах 46 %. Наиболее урожайным как по количеству клубней, так и по весу следует выделить вариант с применением КомплеМет при 40 растениях/м² и ширине междурядий 45 см с гребнем. Выход семенных клубней стандартной фракции в данном варианте составил 58,4 % с общим количеством клубней 142,7 шт/м² весом более 4 кг/м².

Анализ экономической эффективности. Общий технологический процесс получения мини-клубней картофеля на почвенных субстратах в сооружениях защищенного грунта включает 17 видов работ. Для производства 1000 мини-клубней требуется 48,5 чел.-ч, а на 1 м² при густоте посадки 30 растений приходится 131,05 бел. руб. всех затрат, или 71,4 долл. США.

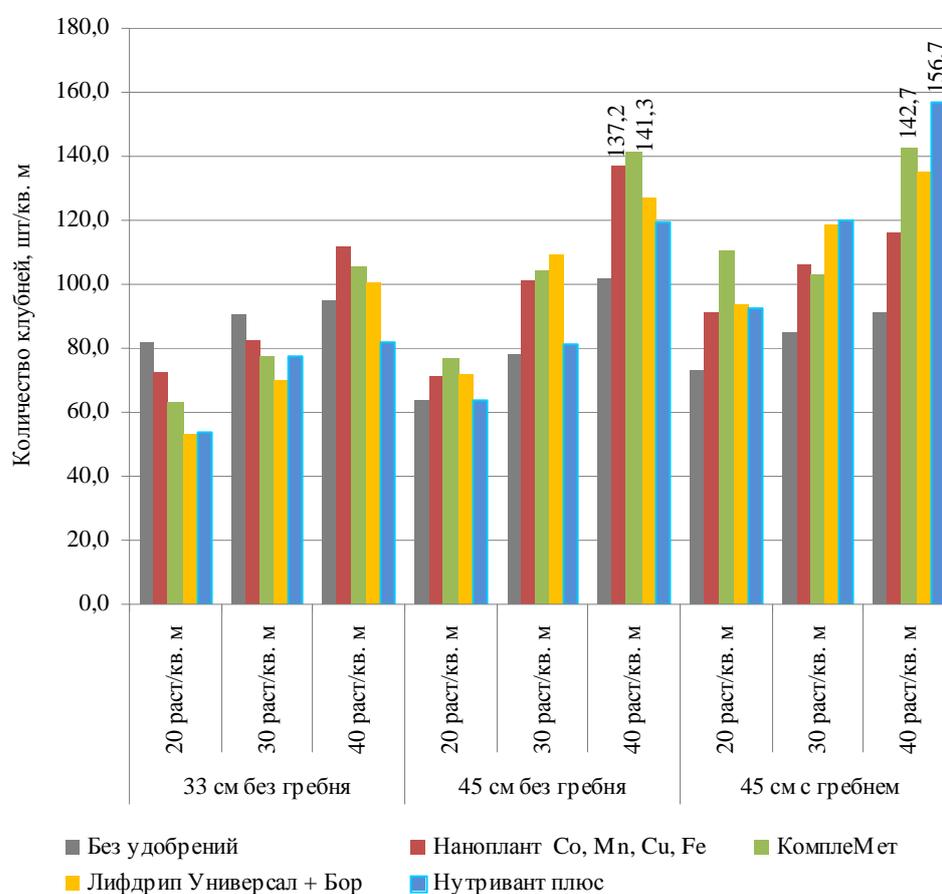


Рисунок 3 – Урожайность сорта Вектар в зависимости от ширины междурядья, густоты посадки и удобрений, среднее за 2015–2017 гг.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Для сорта Манифест (табл. 1) наиболее экономически выгодные были варианты с удобрением Нутривант плюс и факторами А3, В2 и А3, В3, уровень рентабельности которых 68,2 и 61,8 % соответственно. С рентабельностью более 60 % были варианты с использованием удобрений Наноплант Со, Мп, Су, Fe и Лифдрип Универсал + Бор при плотности посадки 30 растений/м² и междурядьем 45 см с гребнем.

При экономическом анализе данных получение первого клубневого поколения сорта Скарб (табл. 2) при ширине междурядья 33 см без гребня независимо от густоты посадки и некорневых подкормок нерентабельно. Наиболее экономически эффективными у данного сорта являются варианты с применением удобрения Наноплант Со, Мп, Су, Fe при густоте посадки 30 растений/м² и междурядьем 45 см – рентабельность 26,9–28,4 %.

Таблица 1 – Экономическая эффективность получения мини-клубней сорта Манифест в зависимости от различных факторов

Ширина междурядья	Густота посадки, раст/м ²	Без удобрений		Наноплант Со, Мп, Су, Fe		КомплеМет		Лифдрип Универсал + Бор		Нутривант плюс	
		Всего, шт/м ²	Рентабельность, %								
33 см без гребня	20	91,8	0,7	110,3	21,1	124,6	36,7	112,5	23,5	100,4	10,2
	30	92,3	-15,5	141,8	29,9	147,2	34,7	141,7	29,7	145,9	33,6
	40	97,3	-23,6	161,9	27,2	179,6	41,1	157,8	23,9	142,6	12,0
45 см без гребня	20	94,0	3,2	117,9	29,4	129,3	41,9	126,8	39,2	139,3	52,8
	30	102,3	-6,3	149,0	36,4	171,8	57,3	159,2	45,7	176,8	61,8
	40	114,0	-10,4	194,3	52,6	180,9	42,1	189,8	49,1	184,2	44,7
45 см с гребнем	20	99,9	9,6	144,1	58,1	127,8	40,2	143,7	57,7	142,3	56,1
	30	119,0	9,0	182,6	67,2	166,1	52,1	178,4	63,4	169,0	54,7
	40	123,6	-2,9	199,2	56,5	192,5	51,2	193,1	51,7	214,2	68,2

Таблица 2 – Экономическая эффективность получения мини-клубней сорта Скарб в зависимости от различных факторов

Ширина междурядья	Густота посадки, раст/м ²	Без удобрений		Наноплант Со, Мп, Су, Fe		КомплеМет		Лифдрип Универсал + Бор		Нутривант плюс	
		Всего, шт/м ²	Рентабельность, %								
33 см без гребня	20	68,7	-24,6	57,7	-36,7	64,2	-29,6	70,1	-23,1	69,4	-23,8
	30	76,8	-29,7	95,4	-12,6	95,9	-12,3	80,3	-26,5	78,1	-28,5
	40	92,9	-27,0	107,4	-15,7	122,0	-4,2	110,3	-13,4	125,8	-1,2
45 см без гребня	20	77,6	-14,9	101,4	11,3	73,3	-19,5	80,3	-11,9	88,4	-3,0
	30	84,1	-23,0	140,3	28,4	116,5	6,7	109,5	0,3	107,6	-1,5
	40	104,1	-18,2	146,3	14,9	145,1	14,0	125,9	-1,1	153,0	20,2
45 см с гребнем	20	89,4	-1,9	106,4	16,8	101,8	11,6	94,3	3,4	99,4	9,0
	30	95,3	-12,8	138,6	26,9	136,3	24,8	115,6	5,8	116,2	6,4
	40	113,5	-10,8	143,9	13,0	133,3	4,7	137,0	7,6	141,6	11,2

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

С рентабельностью больше 20 % также были отмечены варианты с Нутривант плюс с 40 растениями/м² и междурядьем 45 см без гребня и с удобрением КомплеМет при 30 растениях/м² и ширине междурядий 45 см с гребнем.

Получение первого клубневого поколения в сооружениях защищенного грунта у сорта Вектар (табл. 3) менее прибыльно по сравнению с сортами Манифест и Скарб. С шириной междурядий 33 см возделывать Вектар нерентабельно независимо от различных факторов. С междурядьем 45 см без гребня самая высокая рентабельность 11 % была отмечена в варианте с удобрением КомплеМет при 40 растениях/м². В вариантах опыта с фактором В3 наиболее экономически эффективным было применение удобрений КомплеМет и Нутривант плюс. При густоте посадки 20 растений/м² с некорневой подкормкой КомплеМет уровень рентабельности был на 9,2 % выше, чем при 40 растениях/м² и составил 21,3 % к 12,1 %. Наиболее рентабельным был отмечен вариант с некорневой подкормкой удобрением Нутривант плюс с факторами А3, В3 – 23,1 % в сравнении с А2 – 10, а с А1 – 1,2 %.

Таблица 3 – Экономическая эффективность получения мини-клубней сорта Вектар в зависимости от различных факторов

Ширина междурядья	Густота посадки, раст/м ²	Без удобрений		Наноплант Со, Мп, Су, Fe		КомплеМет		Лифдрип Универсал + Бор		Нутривант плюс	
		Всего, шт/м ²	Рентабельность, %								
33 см без гребня	20	82,0	-10,0	72,3	-20,6	63,4	-30,4	53,1	-41,7	53,9	-40,8
	30	90,7	-17,0	82,7	-24,3	77,8	-28,8	70,0	-35,9	77,6	-29,0
	40	95,2	-25,2	112,1	-11,9	105,4	-17,3	100,4	-21,2	81,8	-35,7
45 см без гребня	20	63,6	-30,2	71,5	-21,5	77,1	-15,4	71,9	-21,1	63,7	-30,1
	30	78,2	-28,4	101,4	-7,2	104,4	-4,4	109,7	0,4	81,5	-25,4
	40	101,9	-20,0	137,2	7,8	141,3	11,0	127,2	-0,1	119,7	-6,0
45 см с гребнем	20	73,1	-19,8	91,4	0,2	110,5	21,3	93,5	2,6	92,3	1,2
	30	85,2	-22,0	106,4	-2,6	103,0	-5,7	118,9	8,9	120,1	10,0
	40	91,3	-28,2	116,1	-8,8	142,7	12,1	134,9	6,0	156,7	23,1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сооружениях защищенного грунта у сортов различных групп спелости наибольшее количество клубней с 1 м² можно получить при ширине междурядий 45 см с гребнем и без, густоте посадки 40 растений/м² с некорневыми подкормками удобрениями: Нутривант плюс, Наноплант Со, Мп, Су, Fe, КомплеМет и Лифдрип Универсал + Бор.

С шириной междурядий 33 см независимо от различных факторов возделывать среднеспелый сорт Скарб и среднепоздний Вектар нерентабельно. Уровень рентабельности раннего сорта Манифест составил больше 60 % при выращивании с междурядьем 45 см с гребнем и без при густоте посадки 30 и 40 растений/м² с применением удобрений Нутривант плюс, Наноплант Со, Мп, Су, Fe и Лифдрип Универсал + Бор.

Наиболее прибыльными у сортов Скарб и Вектар были варианты с применением некорневых подкормок удобрениями Нутривант плюс, Наноплант Со, Мп, Су, Fe и КомплеМет с шириной междурядья 45 см с гребнем и без и густотой посадки 30 и 40 растений/м². Уровень рентабельности в этих вариантах составил более 20 %.

Список литературы

1. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Ураджай, 1995. – 172 с.
2. Анспок, П. И. Микроудобрения: справочник / П. И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 272 с.
3. Сургучева, М. П. Комплексоны и комплексонаты микроэлементов и их применение в земледелии / М. П. Сургучева, А. Ю. Киреева, З. К. Благовещенская. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1993. – (Земледелие, агрохимия, растениеводство, защита с.-х. растений: обзор, информ. ВНИИТЭИагропром. комплекса). – С. 38–44.
4. Богдевич, И. М. Некорневые подкормки сельскохозяйственных культур марганцем / И. М. Богдевич, М. В. Рак, Г. М. Сафроновская // Междунар. аграр. журн. – 2001. – № 5. – С. 17.
5. Надежкин, С. М. Урожайность и качество картофеля при использовании комплексонатов металлов в сочетании с другими агроприемами на торфяных почвах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / С. М. Надежкин; Рос. акад. с.-х. наук. НПО по картофелеводству. – М., 1992. – 23 с.
6. Головин, Ю. И. Наномир без формул / Ю. И. Головин. – М.: Бинум, 2012. – С. 543.
7. Алфимова, М. М. Занимательные нанотехнологии / М. М. Алфимова. – М.: Бинум, 2011. – С. 96.

Поступила в редакцию 22.08.2018 г.

V. V. ANTSIPOVICH, O. I. BOBKOVA, M. P. DESHKO,
T. V. YAROSHKINA, N. A. ANTSIPOVICH

**INFLUENCE OF MICROFERTILIZER FOLIAGE SPRAYING,
PLANTING DENSITY AND CULTIVATION METHODS ON POTATO
PLANTS PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTIONS OF FRAME AREA**

SUMMARY

The researches on the influence of various factors are shown that the yield of potatoes in construction of frame area depends on foliage spraying with microfertilizers, planting density and cultivation methods. The economic efficiency of potatoes yield varieties of different ripeness groups is presented.

Key words: potatoes, variety, microtubers, nano fertilizer Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe, fertilizers: CompleMet, Universal, Lifdrip Bor, Nutrivan plus, microelements, Belarus.

УДК 635.21: 631.811.98

О. В. Вишневская, М. И. Костянец, Л. В. Столярчук, М. В. Рязанцев
Институт картофелеводства Национальной академии аграрных наук
Украины, пгт. Немешаево, Бородянский район, Киевская область, Украина
E-mail: olgavushnev_@ukr.net

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ И ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗДОРОВЛЕННОГО РАЗНОФРАКЦИОННОГО СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

*Установлено влияние рострегулирующих веществ, схем посадки мини-клубней на урожайность и семенную продуктивность оздоровленного в культуре меристем *in vitro* семенного материала картофеля в питомнике предбазисного семеноводства Института картофелеводства Национальной академии аграрных наук Украины в условиях южной части зоны Полесья Украины в 2015–2016 гг. Использование РРВ Стимпо при различных способах применения, размера посадочных клубней и схем их посадки обеспечило увеличение урожайности сорта Случ в пределах 0,4–3,7 т/га, или на 1,5–14,9 %.*

Ключевые слова: картофель, оздоровленный исходный материал, урожай, семенная продуктивность, рострегулирующие вещества, схемы посадки, густота посадки, фракция клубней.

ВВЕДЕНИЕ

Семеноводство картофеля является сложным, энергозатратным и трудоемким процессом. В условиях недостатка производства предбазисного семенного картофеля одним из основных способов увеличения объемов выращивания исходного оздоровленного семенного материала является разработка новых методов интенсификации процесса размножения семенного материала картофеля на начальных этапах семеноводства. Главными направлениями ускорения процесса размножения оздоровленного картофеля является использование всего объема разнофракционного исходного посадочного материала с применением оптимальных схем его размещения при посадке и различных рострегулирующих веществ.

В первичном семеноводстве, как правило, используются различные фракции семенного материала в связи с тем, что он свободен от возбудителей вирусных, виридных и бактериальных болезней. Согласно ДСТУ 8243: 2015 «Картофель семенной. Оздоровленный посадочный материал. Технические условия» при производстве оздоровленных мини-клубней картофеля для воспроизведения супер-суперэлиты используют семенной материал различных фракций, сформированных по наибольшему поперечному диаметру, а именно для удлиненных мини-клубней – 7–28 мм, 28–55, > 55 мм, для округло-овальных – 9–30 мм, 30–60, > 60 мм, то есть кроме семенной фракции в семеноводческий процесс вовлекаются мелкие и крупные клубни [1].

Недостаточно изученными являются вопросы повышения продуктивности оздоровленных мини-клубней с разной густотой их посадки с использованием разнофракционного материала. Также необходимо выявить наиболее эффективные рострегулирующие

вещества для повышения коэффициента размножения растений картофеля с учетом особенностей сорта.

Установлено, что синтетические биостимуляторы способны повышать урожайность сельскохозяйственных культур на 10–48 %, влияя на передачу генетической информации, ускоряют деление клеток, усиливают жизнедеятельность клеток растительных организмов, повышают проницаемость межклеточных мембран, что приводит к улучшению условий питания, дыхания и фотосинтеза. Повышается устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям и к поражениям болезнями и вредителями. Исследования, проведенные в Институте картофелеводства НААН Украины (2012–2015 гг.), показали высокие рострегулирующие свойства и защитный эффект против проволочника, колорадского жука и стеблевой нематоды биостимуляторов Биолан, Регоплант и Стимпо, испытанных на двух сортах картофеля. Доказана возможность снижения пестицидной нагрузки на агроценозы на 20–50 % (Круизер 350 FS) [2, 3]. Установлено, что применение рострегулятора растений Эмистим С при обработке ботвы в фазу всходов способствовало существенному увеличению количества клубней в кусте сортов Днепрянка и Поляна – соответственно 13 и 18,5 шт. против 9,9 и 14,3 шт. на контроле [4]. Обработка клубней картофеля перед посадкой регуляторами роста Потейтин и Эмистим С уменьшала депрессивное воздействие гербицида на растения картофеля и обеспечивала прирост урожайности на 3,2–4,2 т/га относительно варианта с внесением на картофель только гербицида Титус 25 % в. г. [5].

При определении влияния рострегуляторов на продуктивность оздоровленного картофеля в рассадной культуре Института картофелеводства НААН Украины установлено, что внекорневые подкормки гиббереллином А3 в дозе 20 г/га повышали урожайность картофеля на 19–26 %, увеличивали коэффициент размножения растений на 18–22 %, способствовали возрастанию выхода клубней с единицы площади на 17–18 %. Применение опрыскивания оздоровленных растений картофеля раствором янтарной кислоты в дозе 2 кг/га способствовало повышению урожайности картофеля на 21–25 % [6].

Обработка оздоровленных растений *in vitro* РРВ Вымпел в сочетании с прищипыванием верхушек растений и окучиванием в условиях северо-восточной части Лесостепи обеспечили прирост урожая клубней сорта Глазурный относительно контроля на 6,1 т/га (32 %), сорта Оберег – на 1,5 т/га (12 %) [7].

Цель исследований – разработать способы интенсификации процесса размножения предбазисного семенного материала картофеля различных фракций, направленные на увеличение коэффициента размножения и выхода оздоровленных мини-клубней с единицы площади в условиях южной части Полесья Украины.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в питомнике предбазисного семеноводства Института картофелеводства НААН Украины в условиях южной части зоны Полесья Украины в 2015–2016 гг. Почва дерново-среднеподзолистая, супесчаная, глубина пахотного слоя 20–22 см. Агрохимическая характеристика: содержание гумуса 1,2–1,5 %, рН солевой вытяжки 4,5–5,9, гидролитическая кислотность 1,72–2,31 мг экв. на 100 г почвы, подвижных форм фосфора 8,67–15,43 мг и обменного калия 6,7–9,4 мг на 100 г почвы. Полевые опыты закладывались и проводились с учетом требований методики опытного дела [8] и методического пособия «Методические рекомендации по проведению исследований с картофелем» [9]. Схема опыта представлена в таблице 1.

Система защиты картофеля от болезней и вредителей в исследованиях включала четыре фунгицидно-инсектицидные обработки растений от колорадского жука, тли,

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Схема посадки мини-клубней, система применения рострегулирующих веществ, размер фракции посадочных клубней

Фактор А – обработка РРВ	Фактор Б – густота посадки	Фактор В – фракция посадочных клубней
Контроль (обработка клубней картофеля протравителем Матадор, действующее вещество имidakлоприд, 200 г/л) – фон	75×18 см – 74,1 тыс. растений/га	Клубни размером 28–60 мм по наибольшему поперечному диаметру (семенная фракция)
Фон + РРВ Регоплант (обработка клубней – 50 мл в 20 л воды/т)	75×20 см – 66,7 тыс. растений/га	Клубни размером < 28 мм по наибольшему поперечному диаметру (мелкая фракция)
Фон + РРВ Стимпо (обработка клубней – 15 мл в 20 л воды/т)		
Фон + РРВ Стимпо (обработка клубней – 15 мл в 20 л воды/т) + РРВ Стимпо (опрыскивание растений в фазах всходы/бутонизация – 15 мл в 300 л/га)		
Фон + РРВ Потейтин (обработка клубней – 5 мл в 20 л воды/т) + РРВ Потейтин (опрыскивание растений в фазах всходы/бутонизация – 15 мл в 300 л воды/1 га)		

фитофтороза и альтернариоза с использованием препаратов: Кораген 20 КС – 0,06 л/га, Карагэ Зеон 050 СС – 0,1, Энжио 247SC – 0,18, Метаксил ЗП – 2,0–2,5 л/га, Ширлан 500 СС – 0,3 кг/га и Нативо 75WG – 0,35 кг/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате исследований выявлена эффективность применения РРВ Стимпо для обработки мелких мини-клубней перед посадкой (табл. 2). Так, при обработке РРВ Стимпо при густоте посадки 74,1 тыс/га посадочных клубней размером < 28 мм (вар. 3) получена прибавка урожая 1,7 т/га, или 5,6 %, при густоте посадки 66,7–1,9 тыс/га – 1,9 т/га, или 7,3 %. Комплексная обработка клубней семенной фракции размером 28–60 мм и растений картофеля (два раза по вегетации) РРВ Стимпо (вар. 4) при густоте посадки 71,4 тыс/га обеспечила урожайность картофеля 29,2 т/га с прибавкой урожая к контролю 2,1 т/га, или 7,7 %, при плотности растений 66,7 тыс/га – 28,9 т/га с приростом к контролю 3,3 т/га, или 12,9 %. При использовании для посадки мелких мини-клубней при густоте посадки 74,1 тыс/га (вар. 4) за счет применения комплексных обработок РРВ получен урожай клубней 28,6 т/га с прибавкой к контролю 3,7 т/га, или 14,9 %, тогда как при густоте 66,7 тыс/га получено 29,9 т/га. В среднем по опыту использование РРВ Стимпо при различных способах внесения, размерах посадочных клубней и схем посадки обеспечило увеличение урожайности сорта Случ в пределах 0,4–3,7 т/га, или на 1,5–14,9 %.

В результате исследований установлено, что наиболее эффективной схемой посадки оздоровленных посадочных мини-клубней сорта Случ в условиях южной части Полесья Украины с использованием клубней семенной и мелкой фракции при применении различных способов внесения РРВ Регоплант, Стимпо оказалась схема 75×20 см, или 66,7 тыс. шт. растений на 1 га. Применение РРВ обеспечило наивысшие показатели повышения урожайности картофеля в абсолютных и относительных единицах при использовании для посадки мелких мини-клубней. Для мини-клубней семенной фракции обработки РРВ Стимпо, Потейтин, Регоплант (обработка клубней при посадке) были эффективными при посадке их с густотой 66,7 тыс/га.

В исследованиях с изучением влияния обработок разнофракционных клубней перед посадкой РРВ Регоплант и Стимпо и различных схем посадки (табл. 3, вар. 2 и 3) выявлено положительное их влияние на увеличение семенной продуктивности посева предбазисного семенного картофеля. Прибавка семенной продуктивности посева за счет применения РРВ Регоплант при обработке семян картофеля перед посадкой с использованием клубней размером < 28 мм (мелкие клубни) (вар. 2) составляла 1,9 т/га, или 9,3 %, обработка РРВ Стимпо клубней размером < 28 мм (вар. 3) обеспечила прибавку семенной урожайности 3,6 т/га, или 17,6 %.

Комплексное применение РРВ Стимпо обеспечило повышение семенной продуктивности посадок картофеля на 4,1 т/га, или 20,3 %, (табл. 3, вар. 4) при использовании для посадки клубней семенной фракции со схемой посадки 75×20 см (66,7 тыс/га). Вариант с обработками РРВ Стимпо и использованием посадочных клубней размером < 28 мм (мелкие клубни) со схемой посадки 75×18 см (74,1 тыс/га) способствовал получению прибавки семенной урожайности до 3,5 т/га (16,9 %), при густоте 66,7 тыс/га прирост урожая составлял 6,3 т/га (30,7 %). Обработка клубней при посадке и растений во время вегетации РРВ Потейтин способствовала увеличению семенной урожайности картофеля при использовании для посадки клубней размером 28–60 мм и густоты растений 66,7 тыс/га при увеличении урожая семенных клубней к контролю на 3,6 т/га, или 17,8 %. Применение РРВ Потейтин для обработки клубней и растений при посадке мелких клубней размером < 28 мм оказалось эффективным для двух исследуемых схем посадки – прирост семенной урожайности при плотности стояния растений 74,1 тыс/га составил 3,4 т/га, или 16,4 % и при густоте стояния растений 66,7 тыс/га – 5,3 т/га, или 25,8 %.

Определение влияния обработок посадочных мини-клубней и растений картофеля рострегулирующими веществами, размера фракции семенных клубней и схем посадки картофеля на выход из урожая картофеля клубней семенной фракции показало, что все РРВ положительно влияли на увеличение содержания клубней семенной фракции в урожае (табл. 4). Наибольшая эффективность отмечена в вариантах с густотой посадки 66,7 тыс/га при использовании посадочных клубней как семенной, так и мелкой фракции с применением комплексной обработки РРВ (вар. 4 и 5). Выход семенной фракции увеличивался за счет применения РРВ Стимпо в пределах 3,7–5,9 %, РРВ Потейтин – 3,1–4,8 %.

Количество клубней на одно растение (коэффициент размножения растений) на вариантах с применением РРВ в среднем по опыту увеличивалось в пределах 0,3–2,6 шт., или 2,3–27,9 % (табл. 5). Особенно эффективным было применение рострегуляторов на варианте с густотой посадки 66,7 тыс/га клубней размером < 28 мм. Плотность посадки 66,7 тыс/га посадочных клубней размером < 28 мм при применении РРВ Стимпо при посадке и проведении обработок во время вегетации (вар. 4) была оптимальной и обеспечила величину прибавки коэффициента размножения на 2,6 шт/растение, или 27,9 %, при использовании РРВ Потейтин – на 2,4 шт/растение, или 25,8 %.

При использовании посадочных клубней семенной фракции с применением обработки клубней при посадке и растений во время вегетации РРВ Стимпо (вар. 4) для увеличения количества клубней эффективной оказалась густота посадки 66,7 тыс/га, прибавка к контролю составляла 1,5 шт/растение, или 12,0 %.

Получен прирост количества семенных клубней на растение в пределах от 0,9 до 2,6 шт/растение, или 13,0–36,1 % (табл. 6). Была оптимальной густота посадки 66,7 тыс/га для клубней размером < 28 мм при применении РРВ Стимпо при посадке и обработке растений во время вегетации (вар. 4), что обеспечило величину прибавки количества клубней – 2,6 шт/растение, или 36,1 %. При применении РРВ Стимпо на клубнях

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Урожайность картофеля в зависимости от применения рогатящих веществ, фракции семенных клубней и схем посадки картофеля в 2015–2016 гг., т/га (сорт Случ)

Варианты опыта	Фракция размером 28–60 мм				Фракция размером < 28 мм			
	Густота посадки, тыс/га				Густота посадки, тыс/га			
	± к контролю	66,7	± к контролю	74,1	± к контролю	66,7	± к контролю	74,1
1. Контроль – протравливание клубней протравителем Магадор – фон	27,1	–	25,6	–	24,9	–	26,2	–
2. Фон + обработка клубней РРВ Ретоплант	25,8	–1,3	25,8	+0,2	25,6	+0,7	26,6	+0,4
3. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо	27,5	+0,4	27,6	+2,0	26,6	+1,7	28,1	+1,9
4. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо + обработка растений + всходы/бутонизация	29,2	+2,1	28,9	+3,3	28,6	+3,7	29,9	+3,7
5. Фон + обработка клубней РРВ Потейтин + обработка растений + всходы/бутонизация	28,3	+1,2	29,0	+3,4	29,3	+4,4	29,4	+3,2
НСР _{05 т/га} Фактор А	2015 г. – 0,60				2016 г. – 1,94			
НСР _{05 т/га} Фактор Б	2015 г. – 0,60				2016 г. – 1,02			
НСР _{05 т/га} Фактор АБ	2015 г. – 1,45				2016 г. – 2,51			

Таблица 3 – Семенная продуктивность картофеля в зависимости от применения рогатящих веществ, фракции семенных клубней и схем посадки картофеля в 2015–2016 гг., т/га (сорт Случ)

Варианты опыта	Фракция размером 28–60 мм				Фракция размером < 28 мм			
	Густота посадки, тыс/га				Густота посадки, тыс/га			
	± к контролю	66,7	± к контролю	74,1	± к контролю	66,7	± к контролю	74,1
1. Контроль – протравливание клубней протравителем Магадор – фон	21,8	–	20,2	–	20,7	–	20,5	–
2. Фон + обработка клубней РРВ Ретоплант	22,4	+0,6	21,2	+1,0	22,0	+1,3	22,4	+1,9
3. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо	22,2	+0,4	21,1	+0,9	22,2	+1,5	24,1	+3,6
4. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо + обработка растений + всходы/бутонизация	22,7	+0,9	24,3	+4,1	24,2	+3,5	26,8	+6,3
5. Фон + обработка клубней РРВ Потейтин + обработка растений + всходы/бутонизация	23,5	+1,7	23,8	+3,6	24,1	+3,4	25,8	+5,3
НСР _{05 т/га} Фактор А	2015 г. – 0,69				2016 г. – 1,02			
НСР _{05 т/га} Фактор Б	2015 г. – 0,69				2016 г. – 1,10			
НСР _{05 т/га} Фактор АБ	2015 г. – 1,70				2016 г. – 2,70			

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 4 – Выход клубней семенной фракции с урожая картофеля в зависимости от применения рострегулирующих веществ, фракции посадочных клубней и схем посадки в 2015–2016 гг., % (сорт Случ)

Варианты опыта	Фракция размером 28–60 мм				Фракция размером < 28 мм			
	Густота посадки, тыс/га							
	74,1	± к контролю	66,7	± к контролю	74,1	± к контролю	66,7	± к контролю
1. Контроль – протравливание клубней про- тивителем Магадор – фон	78,6	–	77,1	–	81,7	–	80,8	–
2. Фон + обработка клубней РРВ Регоплант	80,0	+1,4	78,1	+1,0	82,6	+0,9	81,9	+1,1
3. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо	81,0	+2,4	80,2	+3,1	83,3	+1,6	84,3	+3,5
4. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо + + обработка растений + всходы/бутонизация	82,3	+3,7	82,7	+5,6	84,2	+2,5	86,7	+5,9
5. Фон + обработка клубней РРВ Потейгин + + обработка растений + всходы/бутонизация	81,7	+3,1	81,6	+4,5	83,9	+2,2	85,6	+4,8
НСР _{0,5} т/га Фактор А	2015 г. – 0,60				2016 г. – 1,94			
НСР _{0,5} т/га Фактор Б	2015 г. – 0,60				2016 г. – 1,02			
НСР _{0,5} т/га Фактор АБ	2015 г. – 1,45				2016 г. – 2,51			

Таблица 5 – Количество клубней в зависимости от применения рострегулирующих веществ, фракции посадочных клубней и схем посадки картофеля в 2015–2016 гг., шт/растение (сорт Случ)

Варианты опыта	Фракция размером 28–60 мм				Фракция размером < 28 мм			
	Густота посадки, тыс/га							
	74,1	± к контролю	66,7	± к контролю	74,1	± к контролю	66,7	± к контролю
1. Контроль – протравливание клубней про- тивителем Магадор – фон	12,8	–	12,5	–	11,8	–	9,3	–
2. Фон + обработка клубней РРВ Регоплант	13,3	+0,5	13,5	+1,0	11,2	–1,6	10,1	+0,8
3. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо	13,1	+0,3	13,3	+0,8	11,5	–0,3	11,7	+2,4
4. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо + + обработка растений + всходы/бутонизация	13,2	+0,4	14,0	+1,5	13,0	+1,2	11,9	+2,6
5. Фон + обработка клубней РРВ Потейгин + + обработка растений + всходы/бутонизация	12,5	–0,3	13,6	+1,1	10,6	–1,2	11,7	+2,4

Таблица 6 – Количество семенных клубней в зависимости от применения рострегулирующих веществ, фракции семенных клубней и схем посадки картофеля в 2015–2016 гг., шт/растение (сорт Случ)

Варианты опыта	Фракция размером 28–60 мм				Фракция размером < 28 мм			
	Густота посадки, тыс/га							
	74,1	± к контролю	66,7	± к контролю	74,1	± к контролю	66,7	± к контролю
1. Контроль – протравливание клубней протравителем Матадор – фон	6,4	–	6,9	–	7,0	–	7,2	–
2. Фон + обработка клубней РРВ Регоплант	8,3	+1,9	7,7	+0,9	7,0	0	7,2	0
3. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо	7,8	+1,4	7,2	+0,3	7,1	+0,1	8,4	+1,2
4. Фон + обработка клубней РРВ Стимпо + обработка растений + всходы/бутонизация	8,5	+2,1	8,8	+1,6	7,9	+0,9	9,8	+2,6
5. Фон + обработка клубней РРВ Потейтин + обработка растений + всходы/бутонизация	7,5	+1,1	8,3	+1,4	7,1	+0,1	8,7	+1,5

и во время вегетации с использованием посадочных клубней размером 28–60 мм (вар. 4) оптимальной была густота посадки 74,1 тыс/га и прибавка составила 2,1 шт/растение, или 32,8 %. При применении только обработки клубней семенной фракции перед посадкой РРВ Регоплант с густотой растений 74,1 тыс/га (вар. 2) получено увеличение количества семенных клубней относительно контроля на 1,9 шт/растение, или 29,7 %, при применении РРВ Стимпо (вар. 3) – на 1,4 шт/растение, или 21,9 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлена высокая эффективность применения РРВ Стимпо для обработки мелких мини-клубней перед посадкой в питомнике предбазисного семеноводства в условиях южного Полесья Украины. Наилучший показатель прибавки урожая клубней картофеля сорта Случ получено на варианте при комплексном применении РРВ Стимпо (обработка клубней и растений 2 раза во время вегетации) с густотой посадки 74,1 тыс/га, что обеспечило урожайность картофеля 28,6 т/га с приростом 3,7 т/га, или 14,9 %, при густоте посадки 66,7 тыс/га – 29,9 т/га с приростом урожая 3,7 т/га, или 14,1 %. Установлено, что наиболее эффективной схемой посадки оздоровленных посадочных клубней сорта Случ в зоне южного Полесья с использованием фракций размером 28–60 мм и размером < 28 мм при применении различных способов внесения РРВ Регоплант, Стимпо оказалась схема 75×20 см, или 66,7 тыс. растений/га. Применение комплекса обработок клубней размером < 28 мм способствовало увеличению урожая клубней семенной фракции (размером 28–60). Высокой прибавкой урожая клубней семенной фракции к контролю сорта Случ (6,3 т/га, или 30,7 %) характеризовался вариант с посадкой мелких клубней с густотой растений 66,7 тыс/га и применением комплексных обработок клубней и растений РРВ Стимпо. Количество клубней на одно растение при применении РРВ по всех исследуемых вариантах возросло в пределах 0,3–2,6 шт., или 2,3–27,9 %.

Список литературы

1. Картопля насіннева. Оздоровлений садивний матеріал: ДСТУ. Технічні умови: 8243:2015. – Чинний станом на 01.04.2017 р. – К.: ДП «УКРНДНЦ», 2018. – 45 с. – (Національний стандарт України).
2. Перспективи використання біостимуляторів Стимпо і Регоплант в картофелеводстві / С. П. Пономаренко [та ін.] // Посібник українського хлібороба. – Київ, 2014. – Т. 3. – № 2. – С. 75–79.
3. Ponomarenko, S. P. Application of the biostimulants Stimpo and Regoplant on potato / S. P. Ponomarenko, I. N. Pidberezko, L. A. Pylypenko // Slovakia, Nitra. – November 2016. – Part. II. – P. 550–553.
4. Куценко, В. С. Ефективність різних способів та строків застосування регуляторів росту на картоплі в умовах Полісся України / В. С. Куценко, Л. Г. Ревунова // Картоплярство. – 2007. – Вип. 36. – С. 110–123.
5. Застосування регуляторів росту як антидотів для зняття токсичного впливу гербіцидів на рослини картоплі / М. Г. Шарапа [та інш.] // Картоплярство України. – 2007. – № 2 (7). – С. 12–17.
6. Рязанцев, В. Б. Вплив стимуляторів росту на продуктивність оздоровленої картоплі в розсадній культурі / В. Б. Рязанцев // Картоплярство. – Київ, 2010. – Вип. 39. – С. 115–124.
7. Коваленко, О. Л. Застосування різних агротехнологічних прийомів з використанням регулятора росту рослин Вимпел при розмноженні оздоровлених *in vitro* рослин

картоплі в умовах північно-східного Лісостепу України / О. Л. Коваленко, Т. М. Олійник // Картоплярство. – 2014. – Вип. 42. – С. 131–137.

8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

9. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / УААН, Інститут картоплярства. – Немішаєве, 2002. – 182 с.

Поступила в редакцію 23.08.2018 г.

O. V. VISHNEVSKAYA, M. I. KOSTAYNETS, L. V. STOLAYRCHUK,
M. V. RAYZANTSEV

INFLUENCE OF USE OF PLANTS GROWTH REGULATORS (PGR) AND PLANTING DENSITY TO PRODUCTIVITY AND SEED EFFICIENCY OF REVITALIZED DIFFERENT FRACTIONAL SEED MATERIAL OF POTATOES

SUMMARY

The influence of growth regulator substances, planting patterns of minitubers on the yield and seed productivity of improved seed potatoes in the culture of meristems in vitro was studied in the nursery-garden of pre-basic seed growing of the Institute for Potato Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in the conditions of the southern part of Polesya of Ukraine in 2015–2016. The use of PGR Stimp with different methods of application, the use of tubers of different size and their layouts for planting ensured an increase in the yield of Sluch variety in the range of 0.4–3.7 t/ha or 1.5–14.9 %.

Key words: potatoes, revitalized initial material, yield, seed productivity, plant growth regulators, planting patterns, planting density, tubers fraction.

УДК 635.21:581.16

П. А. Галушка, Д. В. Кравченко

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха», пос. Красково,
Люберецкий район, Московская область, Россия
E-mail: pavel_galushka@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОТОПЕРИОДА И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

РЕЗЮМЕ

Оздоровленные микрорастения картофеля in vitro были помещены в условия с разным фотопериодом и температурным режимом с целью наблюдений и сравнительной оценки за интенсивностью инициации формирования микроклубней картофеля. Микроклубни, выращенные с разным фотопериодом и температурным режимом, в дальнейшем были высажены в условия защищенного грунта, где была проведена оценка роста и развития растений картофеля и учтен выход мини-клубней.

Ключевые слова: фотопериод, микроклубни, микрорастения in vitro, картофель.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все больше внимания в оригинальном семеноводстве картофеля уделяется способу получения микроклубней *in vitro* как одному из перспективных и наименее трудоемких в ускоренном размножении оздоровленного материала [1, 2]. Использование микроклубней очень удобно при ведении коллекции пробирочных растений [3].

Стадиями клубнеобразования являются индукция и инициация столонов, рост столонов и их ветвление, прекращение роста столонов, индукция и инициация клубней, рост и созревание клубней [4]. Процесс клубнеобразования зависит от содержания углеводов в культуральной среде, а также от фотопериодической реакции растений [5–7].

По данным исследований О. Л. Кляченко и В. В. Бородай [8], наименьшее количество микроклубней сформировалось при 16-часовом фотопериоде. Уменьшение интенсивности освещенности привело к заметному увеличению образцов с микроклубнями. Высокая интенсивность процессов микроклубнеобразования происходила первые 10–12 дней при 8-часовом фотопериоде, а в дальнейшем – при освещенности 3–4 клк (в условиях рассеянного света) и регулируемой температуре 19–21 °С.

По данным Г. С. Балашовой, максимальные показатели продуктивности растений *in vitro* получены при использовании температуры культивирования 16–18 °С, продолжительности фотопериода 16 ч [9].

Высокая интенсивность клубнеобразования, по утверждению М. К. Кокшаровой [10], отмечена в условиях естественного освещения при среднесуточной температуре 16–18 °С. Интенсивность клубнеобразования при этих условиях составила 100 % у растений картофеля сорта Ирбитский и 97,8 % – у растений сорта Каменский. В условиях искусственного освещения микрорастения выращивались в течении 15 суток при температуре 23–25 °С, а затем были перенесены в условия полной темноты при среднесуточной температуре 16–18 °С. Микроклубни в этом случае образовали от 97,6 до 100 % пробирочных растений.

В исследованиях лаборатории ФГБНУ ВНИИ картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха уже велись работы по получению микроклубней с использованием геропротекторов SkQ 1. По данным опытов 2008–2009 гг., добавление в среду МС ионов Скулачева оказало значительное влияние на количественный выход и массу микроклубней всех изучаемых сортов. Так, у сорта Жуковский ранний масса клубней под влиянием ионов Скулачева увеличилась в два раза, у сорта Импала сформировались самые крупные микроклубни. Результаты опыта 2012–2013 гг. свидетельствуют, что средняя масса одного микроклубня среднераннего сорта Красавчик в варианте с использованием SkQ1 превысила среднюю массу одного микроклубня в контрольном варианте в три раза.

Цель проводимых исследований – выявить оптимальные условия различных режимов фотопериода и температуры для формирования микроклубней картофеля *in vitro* и оценить влияние на дальнейший выход мини-клубней в условиях закрытого грунта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по инициации клубнеобразования микрорастениями *in vitro* в зависимости от условий культивирования были проведены в лаборатории отдела биотехнологии и иммунодиагностики ФГБНУ ВНИИ картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха.

Схема опыта включала три варианта:

В-1 – микрорастения, 16-часовой фотопериод, $t 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ – контроль;

В-2 – микрорастения, 16-часовой фотопериод, $t 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;

В-3 – микрорастения, 10-часовой фотопериод, $t 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Повторность 100 растений на вариант. Для закладки опыта использовали черенки растений раннеспелого сорта Тирас. Растения через месяц после черенкования были распределены по вариантам опыта (25.11.2016). Микрорастения по всем вариантам опыта культивировали в трех климатических камерах КС-200 с регулировкой фотопериода и температурного режима.

Спустя три месяца после закладки опыта микрорастения по всем вариантам были переведены на естественное освещение при температуре $18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (03.03.2017). Длительность полного культивирования составляла 120 дней до полного отмирания. Микроклубни были убраны в первой декаде июня (08.06.2017). Определили количество микроклубней и их массу на вариант. Перед посадкой в условия закрытого грунта их проращивали в течение семи дней в чашках Петри на увлажняемых фильтрах. В условиях защищенного грунта микроклубни высадили для получения мини-клубней в пятилитровые сосуды, наполненные торфо-перегнойным субстратом. Опыт проводился в поликарбонатной теплице при естественном солнечном освещении летом 2017 г.

Схема опыта включала три варианта:

В-1 – микроклубни, последствие 16-часового фотопериода, $t 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ – контроль;

В-2 – микроклубни, последствие 16-часового фотопериода, $t 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;

В-3 – микроклубни, последствие 10-часового фотопериода, $t 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В условиях закрытого грунта был проведен учет биометрических показателей и урожайности мини-клубней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Микрорастения *in vitro* сорта Тирас показали различную интенсивность формирования микроклубней в ответ на использование разных режимов фотопериода и температуры. Наибольшее количество микроклубней *in vitro* было сформировано в варианте В-3 (микрорастения, 10-часовой фотопериод, $t 3\text{ }^{\circ}\text{C}$) – в 1,3 раза по отношению

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

к контролю. Масса микроклубней, сформированных на контрольном варианте 328 мг/растение, значительно превышала значения опытных вариантов В-3 (микроклубни, 10-часовой фотопериод, t 3 °С) и В-2 (микроклубни, 16-часовой фотопериод, t 3 °С) в 1,5–2,7 раза, или на 34 и 64 % соответственно. Сравнение между опытными вариантами показало, что средняя масса микроклубней в В-3 превышала массу микроклубней в В-2 в 1,8 раз. Средняя масса одного микроклубня в контрольном варианте составила 143 мг и превышала значения опытных вариантов в 1,9–3,3 раза. В опытном В-3 средняя масса одного микроклубня в 1,6 раза превысила значение массы одного микроклубня в опытном В-2 (табл. 1).

В условиях закрытого грунта биометрическая оценка растений картофеля, полученных из микроклубней *in vitro*, показала, что наилучшим ростом и развитием отличались растения контрольного варианта В-1 – микроклубни 16-часового фотопериода, t 22 °С – контроль. Высота растений картофеля контрольного варианта составила 200 мм и превысила значение опытных вариантов 2 и 3 на 15 и 5 % соответственно.

Продуктивность растений картофеля, полученных из микроклубней контрольного варианта, составила 120 г/куст и превысила продуктивность растений опытных вариантов 2 и 3 на 17 и 75 % соответственно. Наблюдалось увеличение количества клубней фракции 9–45 мм в 1,2–1,6 раза в зависимости от варианта (табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из результатов исследований и наблюдений, можно сделать некоторые заключения. Наиболее подходящими условиями к формированию микроклубней по фотопериоду и температурному режиму были отмечены условия контрольного варианта: В-1 – микрорастения, 16-часовой фотопериод, t 22 °С – контроль. В основном данные условия влияли на увеличение массы микроклубней в 1,5–2,7 раза по отношению к другим условиям фотопериода и температурного режима. Результаты наших исследований также показывают, что условия В-3 с коротким 10-часовым фотопериодом и пониженной температурой 3 °С культивирования микроклубней способствовали более интенсивному формированию микроклубней *in vitro*, по сравнению с 16-часовым

Таблица 1 – Влияние фотопериода и температуры на урожай микроклубней картофеля, сорт Тирас

Вариант	Среднее количество микроклубней, шт/растение	Средняя масса микроклубней, мг/растение	Средняя масса микроклубня, мг
В-1 – 16 ч (22 °С) – контроль	2,3	328	143
В-2 – 16 ч (3 °С)	2,7	119	44
В-3 – 10 ч (3 °С)	3	215	74
НСР ₀₅	0,3	97	–

Таблица 2 – Продуктивность микроклубней в условиях закрытого грунта, сорт Тирас

Вариант	Продуктивность	Прибавка	Количество клубней шт/куст		
	г/куст		9–45 мм	> 45 мм	всего
В-1	120	–	16	–	16
В-2	100	–20	13	–	13
В-3	30	–90	10	–	10
НСР ₀₅	–	45	3,8	–	3,8

фотопериодом при такой же температуре. На увеличение количества микроклубней в 1,3 раза к контролю положительно повлияли условия В-3 – микрорастения, 10-часовой фотопериод, $t\ 3\ ^\circ\text{C}$. Исходя из полученных данных, можно отметить, что короткий фотопериод в сочетании с пониженными температурами в основном оказывают влияние как на количественный выход, так и на массу микроклубней.

После высадки микроклубней влияние условий фотопериода и температуры носило неоднозначный характер. В условиях закрытого грунта тенденция к увеличению продуктивности сохранилась у микроклубней в условиях контрольного варианта, где были сформированы самые крупные микроклубни. Можно отметить, что продуктивность микроклубней, полученных при 16-часовом фотопериоде, при пониженной температуре снижалась. Микроклубни, сформированные при коротком 10-часовом фотопериоде и пониженной температуре $3\ ^\circ\text{C}$ были относительно крупнее, чем микроклубни в В-2, но в условиях закрытого грунта их продуктивность была самой низкой.

Таким образом, по нашим наблюдениям можно сделать предположение, что интенсивность количественной инициации микроклубней при определенном фотопериоде и температурном режиме в культуре *in vitro* не всегда сохраняет за собой тенденцию интенсивного развития из них растений картофеля в условиях *in vivo* и увеличения их продуктивности. В то же время повышение температуры до оптимальной и увеличение фотопериода способствуют формированию наиболее продуктивных в последствии микроклубней.

Список литературы

1. Анисимов, Б. В. Инновационная схема оригинального семеноводства картофеля / Б. В. Анисимов, В. С. Чагунов // Картофель и овощи. – 2014. – № 6. – С. 25–27.
2. Яковлева, Г. А. О размножении картофеля микро- и мини-клубнями / Г. А. Яковлева, Г. И. Коновалова // Изв. Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 1999. – № 3. – С. 48–51.
3. Трускинов, Э. В. Поддержание коллекционных образцов в культуре *in vitro* / Э. В. Трускинов, Н. С. Оглуздин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1982. – Вып. 2. – С. 73–78.
4. Дерябин, А. Н. Экзогенная регуляция клубнеобразования у *Solanum tuberosum* L. в культуре *in vitro* / А. Н. Дерябин, Н. О. Юрьева // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 3. – С. 17–25.
5. Назарова, Н. Н. Культура столонов и регуляция роста растений и клубнеобразования у картофеля *in vitro*: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / Н. Н. Назарова; Ин-т физиологии растений и генетики АН Республики Таджикистан. – Душанбе, 2006. – 21 с.
6. Особенности роста и микроклубнеобразования гибридов картофеля в условиях *in vitro* / Г. О. Мирзохонова [и др.] // Изв. АН РТ. Отд. биол. и мед. наук. – 2005. – № 3–4 (153). – С. 40–44.
7. Яковлева, Г. А. О размножении картофеля микро- и мини-клубнями / Г. А. Яковлева, Г. И. Коновалова, Н. И. Подобед // Изв. Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 1999. – № 3. – С. 48–51.
8. Кляченко, О. Л. Использование клубнеобразования для сохранения ценного генофонда *Solanum tuberosum* L. Украинской селекции в культуре *in vitro* / О. Л. Кляченко, В. В. Бородай // Бюллетень Государственного Никитского сада. – 2015. – № 116. – С. 67–73.

9. Балашова, Г. С. Влияние температуры, фотопериода и концентрации микросолей в питательной среде на продуктивность картофеля в культуре *in vitro* / Г. С. Балашова // Молодой ученый. – 2015. – № 14. – С. 675–678.

10. Кокшарова, М. К. Влияние температурного режима на образование микроклубней картофеля в культуре *in vitro* / М. К. Кокшарова // АПК России. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 278–281.

Поступила в редакцию 23.08.2018 г.

P. A. GALUSHKA, D. V. KRAVCHENKO

FORMATION OF POTATOES MICROTUBERS DEPENDING ON THE PHOTOPERIOD AND TEMPERATURE

SUMMARY

The improved microplants of potatoes in vitro were placed in conditions with different photoperiod and temperature conditions in order to observe and compare the intensity of the initiation of the formation of potatoes microtubers. The grown with different photoperiod and temperature regime microtubers were later planted in frame area conditions, where the growth and development of potatoes plants was assessed and the yield of mini-tubers was taken into account.

Key words: photoperiod, microtubers, *in vitro* microplants, potatoes.

УДК 635.21:631.531.02

И. С. Карданова¹, К. Т. Етдзаева¹, Е. В. Овэс², Б. В. Анисимов²¹ ООО «ФАТ-Агро», Республика Северная Осетия – Алания,
г. Владикавказ, Россия² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха», пос. Красково,
Люберецкий район, Московская область, Россия
E-mail: fatlab2012@mail.ru**ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ
МИНИ-КЛУБНЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ****РЕЗЮМЕ**

*В статье отражены результаты исследований по изучению влияния природно-климатического фактора высокогорья Северного Кавказа на количественные и качественные показатели мини-клубней. Полевой опыт заложен с использованием микрорастений, рассадного способа и микроклубней *in vitro* четырех раннеспелых сортов картофеля на высоте 2300 м над уровнем моря. Полученные результаты показывают положительную реакцию исследуемых сортов и технологий на процесс формирования мини-клубней в условиях высокогорья. Лучшие показатели по выходу мини-клубней получены в вариантах с применением рассадной культуры – 6,2–6,7 шт. на одно растение, средние показатели отмечены на микроклубнях – 5,1–5,2 шт., микрорастения сформировали 4,3–4,7 мини-клубней. Выход стандартной фракции во всех вариантах опыта варьировал от 60 до 89 %.*

Ключевые слова: картофель, микрорастения, микроклубни *in vitro*, технология, оригинальное семеноводство, мини-клубни, высокогорная зона.

ВВЕДЕНИЕ

Оригинальное семеноводство картофеля – важный, трудоемкий и ответственный процесс. Для сохранения качественных характеристик на первом этапе размножения в современной практике используются различные технологии выращивания исходного материала, при этом главной задачей применяемых новых способов является ускоренное размножение и получение необходимых объемов семенного материала. Если тиражирование микрорастений и микроклубней происходит в стерильных условиях, то для получения мини-клубней необходимо создание специальных температурных и защитных мероприятий, обеспечивающих соблюдение параметров роста и развития растений. Для таких целей обычно используют аэропонные, гидропонные установки или различные конструкции теплиц. Каждый из применяемых способов требует строго последовательное соблюдение технологического процесса выращивания мини-клубней [9, 11, 12].

При использовании для получения мини-клубней различных конструкций защищенного грунта уровень себестоимости единицы продукции находится в прямой зависимости от основных статей затрат по уходу за растениями и амортизации культивационного сооружения. Кроме того, существенное влияние на экономическую составляющую оказывают высокие температуры воздуха в период интенсивного клубнеобразования растений. Наиболее рациональными для использования в настоящее время

являются различные тоннельные конструкции. Их укрывной материал обеспечивает гарантированную защиту от проникновения переносчиков вирусной инфекции и не приводит к повышению температуры воздуха в дневное время до критического уровня [1, 8].

Эффективным инструментом получения мини-клубней является подращивание микрорастений и производство рассады. Присутствие такого элемента в технологии выращивания исходного материала позволяет повысить показатель приживаемости микрорастений и ускорить их рост и развитие [6, 7, 10].

В системе оригинального семеноводства картофеля применение укрывного материала используется для защиты высоких классов семян от переносчиков вирусов [1]. В условиях вертикальной зональности траектория перемещения основных переносчиков вирусной инфекции ограничена естественным природным барьером. Результаты исследований Ф. Т. Гериевой и др. [6] (2014) показывают, что в среднем за четыре года наблюдений в условиях предгорной зоны на высоте 1400 м над уровнем моря были идентифицированы 12 особей тлей-переносчиков вирусов картофеля. На опытном участке, расположенном на высоте 1650 м, их количество уменьшилось до трех особей на ловушку. Исследования Н. И. Полухина и др. [3] (2010) по изучению динамики лета и переносчиков вирусов картофеля в горных районах Республики Алтай также свидетельствуют о том, что на высоте 1360–1763 м было идентифицировано в среднем 3,3 особи. Таким образом, авторы установили, что на высоте более 1800 м над уровнем моря разновидности переносчиков отсутствуют. Однако, по мнению Н. И. Полухина, такие условия выращивания, связанные с низкими температурами в течение вегетационного периода, являются критическими для получения здорового посадочного материала.

Исследуя влияние чистого фитосанитарного фактора высокогорья Северного Кавказа на сохранение качественных характеристик семенного картофеля, С. С. Басиев [2] (2009) для эксперимента высаживал на высоте 1600 м семенной картофель различных классов. В продолжение этого направления Ф. Т. Гериева и др. [5, 7] (2013, 2015) закладывали полевые опыты под укрытием и в открытый грунт на высоте 1800 м с использованием микрорастений и рассады. Согласно представленным результатам приживаемость растений под укрытием составила около 90–92 %, без укрытия – 78–88 %. При этом коэффициент размножения растений зависел от сортовых особенностей и варьировал от 6,6 до 10,9 мини-клубней с выходом стандартной фракции на уровне 80 %. Исследования, связанные с размещением питомников оригинального семеноводства выше 2000 м над уровнем моря в условиях Северного Кавказа, ранее не проводились.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт по исследованию различных технологий выращивания мини-клубней в условиях высокогорья проводили в Верхнем Згиде на высоте 2300 м над уровнем моря в 2014–2016 гг.

Целью исследований являлось изучение элементов технологии получения мини-клубней в аутентических условиях высокогорья Северного Кавказа. Для исследований были использованы раннеспелые сорта картофеля Жуковский ранний, Удача, Импала и Ред Скарлетт с применением следующих вариантов опыта:

1. Микрорастения под укрытием – контроль;
2. Микрорастения без укрытия;
3. Рассада под укрытием;
4. Рассада без укрытия;

5. Микроклубни под укрытием;
6. Микроклубни без укрытия.

Опыт закладывали в 4-кратной повторности по 25 растений. В вариантах с применением рассадного способа проращивание микрорастений проводили в кассетах на торфяном субстрате, которые устанавливали в световой комнате. В качестве источника света использовали люминесцентные лампы, освещенность 3–4 тыс. люкс. При достижении рассадой 10–12 см высаживали в открытый грунт в высокогорье. Почвенные условия – многовековой естественный торф. Закладку опыта проводили во второй декаде июня. Микрорастения, микроклубни и рассаду в условиях высокогорья высаживали прямо в почвенный субстрат. После посадки в вариантах с применением укрывного материала устанавливали дуги высотой 70 см и накрывали сеткой. Применение данной технологии в высокогорье способствует созданию для растений определенного микроклимата в темное время суток, когда температура воздуха резко снижается, а также может служить надежной защитой от града. В качестве укрывного материала использовали сетку биотрипс.

Приживаемость микрорастений определяли на 5 и 10 день после высадки. Для микроклубней отмечали начало всходов (10 %) и массовое их проявление (75 %). В период вегетации проводили фенологические учеты и биометрические измерения. Для микроклубней измерения выполняли с момента образования растений высотой 5–8 см и до фазы бутонизации с последующим интервалом в 10 дней, для микрорастений – начиная с 20 дня после высадки с таким же временным интервалом. В период вегетации применяли две фунгицидные обработки для защиты растений от проявления патологий грибного происхождения.

Отбор листовых проб для проведения диагностики с применением высокочувствительного метода анализа ИФА на наличие скрытой формы вирусной инфекции проводили в конце вегетации. Срок уборки – последняя декада августа, первая декада сентября. Учет урожая и его структуру определяли путем фракционирования мини-клубней по наименьшему поперечному диаметру с последующим подсчетом и взвешиванием. Урожай закладывали на хранение в специальную секцию для хранения мини-клубней с установленным климат-контролем.

Климатические условия Северного Кавказа весьма разнообразны и определяются взаимодействием воздушных масс трех основных типов: арктический, умеренных широт и тропический. Климат на равнинах мягкий, теплый, средняя температура июля превышает 20 °С, а лето продолжается от 4,5 до 5,5 месяцев. Средние температуры января колеблются от –10 до +6 °С, и зима длится всего лишь два-три месяца. Остальное время года занимают переходные сезоны – весна и осень.

Климат высокогорий сильно отличается от климата равнинных и предгорных частей. В первую очередь это определено уменьшением продолжительности теплого сезона из-за понижения температуры воздуха с учетом вертикальной зональности. На высоте 3000 м проходит снеговая линия, граница вечных льдов.

Ведущим фактором климатообразования в горах является высота. В районах высокогорья на высоте 2300–2400 м над уровнем моря воздух чистый и прозрачный, напряжение солнечной радиации высокое, с большим содержанием ультрафиолетовых лучей. В отличие от лежащей выше зоны, здесь менее холодное лето, умеренная влажность, высокая скорость ветра и низкая облачность, что часто сопровождается туманами. Положительные дневные температуры выше 10 °С в горах Верхнего Згида наблюдаются в середине июня. В летний период дневные и ночные температуры воздуха сопровождаются резкими контрастами. В августе в солнечную погоду температура

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

может повышаться до +25 °С, после чего в вечернее время резко снижается и ночью доходит до отметки +10 °С. Количество осадков достигает около 3000 мм в год, при этом в летний период (июнь – август) на их долю приходится более 30 %, поэтому в высокогорье климат более влажный, чем в предгорье.

Почвы высокогорья относятся к разнородности горно-луговых субальпийских. Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 6,7 %, реакция почвенного раствора 4,9–5,2 %. В дерновом горизонте содержание подвижного фосфора колеблется в пределах 2,8–2,4 мг/100 г почвы, а также отмечалось высокое содержание калия – от 30,3 до 51,0 мг/100 г почвы. Общего азота в верхних гумусовых горизонтах содержится от 0,62 до 1,17 %, гидролизуемого азота – 6,44–6,72 % [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты проведенных наблюдений за различными технологиями выращивания мини-клубней в условиях естественного природного фактора высокогорья показывают, что на присутствие технологического элемента с применением укрывного материала в большей степени отреагировали микрорастения. Варианты без укрытия уступили контролю по данному показателю на 6–14 % (табл. 1). Использование рассады и микроклубней в качестве объекта для исследований показало отсутствие привязанности биоматериала к созданию защитных укрывных условий. Независимо от применяемой технологии при использовании рассады приживаемость составила 96–100 %, в то время как у микроклубней всхожесть оказалась ниже, чем приживаемость микрорастений в контрольном варианте.

По результатам биометрических измерений высота растений в исследуемых вариантах варьировала от 15 до 60 см. При этом данный показатель зависел как от сортовых особенностей, так и варианта опыта. Лучшие биометрические показатели отмечены в рассадной культуре. Низкорослостью характеризовались исключительно варианты с применением микрорастений без укрытия.

В условиях высокогорья растения сформировали по одному стеблю с хорошо развитыми 3–5 боковыми побегами. Сравнительная оценка продуктивности исходного материала сорта Жуковский ранний отражает преимущество варианта с применением рассадной технологии под укрытием. Коэффициент размножения таких растений превысил контроль на 2,4 ед. при средней массе мини-клубней в 40 г. Выход стандартной фракции также оказался выше контрольного варианта на 21,5 % (табл. 2). Существенное превышение по урожайности отмечено и при высадке рассады без укрытия. Такие растения сформировали на 1,1 мини-клубня больше, чем в контрольном варианте

Таблица 1 – Показатели приживаемости микрорастений и всхожести микроклубней в вариантах опыта, %

Вариант	Жуковский ранний	Удача	Импала	Ред Скарлетт
Микрорастения:				
под укрытием – контроль	96	98	98	96
без укрытия	82	86	84	90
Рассада:				
под укрытием	96	96	98	100
без укрытия	96	98	96	98
Микроклубни:				
под укрытием	86	88	90	88
без укрытия	82	86	88	88

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Продуктивность мини-клубней в условиях высокогорья

Вариант	Количество клубней на одно растение		Средняя масса клубня, г	Выход стандартной фракции, %
	шт.	±		
Жуковский ранний				
Микрорастения: под укрытием – контроль	4,7		32	68,0
без укрытия	4,4	-0,3	29	59,6
Рассада: под укрытием	7,1	+5,4	40	89,5
без укрытия	5,8	+1,1	35	77,7
Микроклубни: под укрытием	5,5	+0,8	34	78,7
без укрытия	5,6	+0,9	38	81,9
НСР₀₉₅	0,22			
Удача				
Микрорастения: под укрытием – контроль	4,3		30	67,4
без укрытия	3,6	-0,7	30	62,3
Рассада: под укрытием	5,3	+1,0	38	88,9
без укрытия	4,4	+0,1	35	71,0
Микроклубни: под укрытием	4,8	+0,5	33	77,8
без укрытия	4,8	+0,5	36	78,9
НСР₀₉₅	0,18			
Импала				
Микрорастения: под укрытием – контроль	5,3		34	73,3
без укрытия	4,4	-0,9	29	60,8
Рассада: под укрытием	7,3	+2,0	37	80,6
без укрытия	6,4	+1,1	35	77,5
Микроклубни: под укрытием	5,0	-0,3	34	82,3
без укрытия	4,7	-0,6	35	81,0
НСР₀₉₅	0,26			
Ред Скарлетт				
Микрорастения: под укрытием – контроль	4,6		31	66,8
без укрытия	4,7	+0,1	29	60,6
Рассада: под укрытием	7,3	+2,7	38	84,5
без укрытия	8,0	+3,4	38	85,6
Микроклубни: под укрытием	5,4	+0,8	34	78,6
без укрытия	5,2	+0,6	30	73,9
НСР₀₉₅	0,35			

и характеризовались высоким выходом стандартной фракции (78 %). Технологический элемент, предусматривающий использование укрывного материала для микроклубней *in vitro*, не нашел свое отражение на результативность проводимой оценки. Независимо от способа выращивания растения из микроклубней сформировали 5,5–5,6 мини-клубней при выходе стандартной фракции 72–89 %. Наиболее отзывчивыми на применение укрывного способа выращивания оказались микрорастения. Прямая их высадка в открытый грунт в условиях высокогорья незначительно, но достоверно снизила коэффициент размножения на 0,3 шт/растение.

Аналогичные результаты были получены с использованием сортов Удача и Импала. Тенденция выделения вариантов на основе рассадного способа выращивания и снижения продуктивности для микрорастений без укрытия на данных сортах сохранилась. В то же время у сорта Импала в вариантах с использованием микроклубней отмечено достоверное снижение количества мини-клубней.

Результаты оценки сорта Ред Скарлетт в условиях высокогорья существенно различаются от других исследуемых сортов. Лучшие показатели по количественному выходу мини-клубней отмечены в вариантах с применением рассадной технологии. Вместе с тем при отсутствии укрывного материала превышение по коэффициенту размножения составило 3,4 шт/растение, а в варианте под защитой – 2,7 шт/растение. Использование микроклубней данного сорта также способствовало увеличению выхода мини-клубней на 0,6–0,8 ед., но отмеченная ранее тенденция положительного влияния укрывного способа на рост и развитие растений сорта Ред Скарлетт не подтвердилась.

Проведенный мониторинг качества применяемых технологий выращивания мини-клубней в высокогорье на основе применения современных диагностических тест-систем отражает полное отсутствие новых заражений вирусами и соответствие производимых мини-клубней допустимым нормативным требованиям стандарта.

Интерпретация полученных результатов исследований позволила выявить, что микрорастения и микроклубни *in vitro* являются перспективным семенным материалом для использования в высокогорной зоне. Несмотря на короткий вегетационный период растения картофеля из микрорастений образовали невысокий габитус куста (15 см), но благодаря постоянным стрессовым температурам исследуемые сорта сформировали 4,3–4,7 мини-клубня при выходе стандартной семенной фракции выше 60 %. Растения из микроклубней оказались более продуктивными, чем из микрорастений, их показатели составили 5,1–5,2 мини-клубней. Наиболее продуктивными из исследуемых вариантов опыта оказались растения, прошедшие рассадную культуру. Независимо от сорта такие растения в среднем сформировали 6,2–6,7 мини-клубня при выходе стандартной фракции на уровне 86 % при укрывной и 77 % при неукрывной технологии.

Анализ полученных результатов позволяет отметить, что условия высокогорья, где ограничен лет переносчиков вирусов и минимизирован риск повторного заражения, являются благоприятными для получения мини-клубней. Присутствие высокой выравненности урожая мини-клубней и их соответствие по скрытой зараженности требованиям стандарта отражает преимущество исследуемых технологий выращивания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выращивание мини-клубней в условиях высокогорья может оказаться перспективным направлением для оригинального семеноводства. Развитие на этой основе элементов технологии получения мини-клубней может существенно снизить материальные

затраты по сравнению с аналогичным выращиванием в защищенном грунте. Дальнейшее проведение исследований в зоне с благоприятным фитосанитарным фактором позволит оптимизировать схему производства мини-клубней для республик Северного Кавказа и увеличить объемы производимого высококачественного семенного картофеля.

Список литературы

1. Анисимов, Б. В. Мини-клубни в тоннельных укрытиях / Б. В. Анисимов, С. Н. Зебрин, И. С. Карданова // Картофель и овощи. – 2017. – № 6. – С. 29–31.
2. Басиев, С. С. Совершенствование элементов технологии возделывания и хранения картофеля для условий степной, лесостепной и горной зон Северного Кавказа (на примере Республики Северная Осетия – Алания): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / С. С. Басиев. – Владикавказ, 2009. – 45 с.
3. Возможность использования высокогорных районов Республики Алтай для выращивания оздоровленного исходного материала картофеля / Н. И. Полухин [и др.] // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: материалы 11-й Междунар. конф., Горно-Алтайск, 22–26 сент. 2008 г. / Горно-Алтайский ун-т (Россия), Ховдский гос. ун-т (Монголия). – Горно-Алтайск, 2010. – С. 227–230.
4. Волокитин, М. П. Горно-луговые почвы Центрального Кавказа и влияние растительности на их формирование / Изв. Самарского науч. центра Рос. акад. наук. – 2012. – Т. 14. – № 5. – С. 36–44.
5. Гериева, Ф. Т. Способы ускоренного размножения клубневого материала картофеля в условиях РСО-Алания / Ф. Т. Гериева, С. С. Басиев, А. А. Абаев // Вестн. АПК Ставрополья. – 2015. – № 3 (19). – С. 142–149.
6. Гериева, Ф. Т. Тли – переносчики вирусной инфекции семенного картофеля на Северном Кавказе / Ф. Т. Гериева, З. А. Балиева, С. С. Басиев // Защита и карантин растений. – 2014. – № 12. – С. 18–19.
7. Получение исходного клубневого материала картофеля различными способами ускоренного размножения в условиях РСО-Алания / Ф. Т. Гериева [и др.] // Изв. Горского ГАУ. – 2013. – № 3 (50). – С. 67–69.
8. Технологический процесс производства оригинального элитного и репродукционного семенного картофеля: практ. руководство / А. М. Малько [и др.]. – М., 2017. – 64 с.
9. Технология производства оздоровленного семенного материала картофеля на аэропонной установке / Н. А. Уразбахтина [и др.] // Вестн. Башкирского гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 4 (44). – С. 43–47.
10. Федорова, Ю. Н. Особенности семеноводства картофеля на безвирусной основе / Ю. Н. Федорова // Аграр. наука. – 2011. – № 7. – С. 22–23.
11. Rykaczewska, K. The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture. / K. Rykaczewska // Plant soil and environment. – 2016. – Vol. 62 (5). – P. 210–214.
12. Tierno, R. Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture / R. Tierno, A. Carrasco, E. Ritter // American journal of potato research. – 2014. – Vol. 4. – P. 346–353.

Поступила в редакцию 23.08.2018 г.

I. S. KARDANOVA, K. T. ETDZAEVA, E. V. OVES, B. V. ANISIMOV

**APPLICATION OF DIFFERENT GROWTH TECHNOLOGIES
OF MINITUBERS IN MOUNTAIN REGIONS**

SUMMARY

The research results of natural and climatic factors influence of mountain conditions in the North Caucasus on the quantitative and qualitative indicators of minitubers are reflected in the article. The studies were carried out in the field of obtaining minitubers with the use of microplants seedlings and microtuber in vitro for 4 potatoes varieties. The experiment was placed at an altitude of 2300 m above sea level. Positive results on the formation of minitubers in the mountains. On seedling technology 6.2–6.7 tubers are received. Use of microtubers in vitro – 5.1–5.2 tubers. Micro plants formed 4.3–4.7 tubers. The yield of the standard fraction when growing minitubers in the mountains was 60–89 %

Key words: potatoes, microplants, microtubers *in vitro*, technology, original seed farming, minitubers, mountainous area.

УДК 581.174.1.035.7

Д. В. Кравченко, В. С. Зотов

ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук», г. Москва, Россия
E-mail: dima1826@ya.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВОК С КОНТРОЛИРУЕМЫМ СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ В ТЕХНОЛОГИЯХ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

*Оценивалась возможность выращивания оздоровленных растений картофеля сорта Инноватор в светодиодных установках с контролируемыми световыми условиями. Сравнивались режимы культивирования, различающиеся по спектрально-временным характеристикам. Определены эффекты различных спектров на морфогенетические процессы растений *in vitro*. Установлено, что световой режим, запрограммированный по схеме: 10 дней белый + синий, а затем 20 дней белый + красный, позволяет получить растения с оптимальными биометрическими показателями.*

Ключевые слова: картофель, культура *in vitro*, микроклональное размножение, светодиодное освещение, спектральный состав.

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача оригинального семеноводства картофеля – ускоренное размножение оздоровленного исходного материала в объемах, необходимых для ведения элитного семеноводства. Метод микроклонального размножения сортов картофеля в культуре *in vitro* в настоящее время является основным в нашей стране и во многих странах мира [1–3].

Световой режим – один из важнейших факторов, определяющих рост, развитие и продуктивность оздоровленных растений картофеля, как в условиях *in vitro*, так и при дальнейшем получении оригинального семенного материала. Влияние естественной освещенности на физиологические процессы, протекающие в растениях картофеля, показаны в работах сотрудников Казанского института биохимии и биофизики и Татарского НИИСХ [4].

Культура *in vitro*, требующая применения искусственных источников света, является оптимальным объектом для исследований различных параметров светового режима, а также использования современных технических средств для управления световым режимом и, как следствие, ростовыми процессами растений картофеля. В ряде работ [5, 6] показано, как свет различного спектра регулирует ростовые процессы.

Настоящая работа выполнена с использованием светодиодных установок производства ООО «Альгоконсорциум», позволяющих регулировать такие параметры светового режима, как фотопериод, спектральный состав освещения, интенсивность облучения. Результаты первых наших исследований в данном направлении были представлены ранее [7]. Программное обеспечение, являющееся неотъемлемой частью данных установок, позволяет разрабатывать методические протоколы, включающие изменение спектрального состава освещения, и программировать «спектрально-временные»

циклы, что является актуальным для обеспечения максимально эффективного процесса получения оздоровленных исходных растений картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на базе группы альгобиотехнологии ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук». Объектом исследований были оздоровленные растения картофеля сорта Инноватор, расчлененные в стерильных условиях и помещенные в пробирки со средой Мурасиге-Скуга. Растения размещали в установки с регулируемым световым режимом (рис. 1).

Программирование светового режима было осуществлено по семи вариантам освещения:

1. Только белым светом – 30 дней;
2. Белым + синим – 30 дней;
3. Белым + красным – 30 дней;
4. Белым светом – 10 дней, затем белым + синим – 20 дней;
5. Белым светом – 10 дней, затем белым + красным – 20 дней;
6. Белым + синим – 10 дней, затем белым + красным – 20 дней;
7. Белым + красным – 10 дней, затем белым + синим – 20 дней.

Количество растений на вариант – 40 шт. Повторность опыта 3-кратная. Длина фотопериода – 16 ч. Первые 10 дней растения культивировались при первых трех вариантах светового режима. Затем на варианте, соответствующем схеме опыта, световой режим изменяли и культивировали растения до окончания эксперимента. Замеры биометрических показателей, таких как высота и число междоузлий, проводили через 10, 20 и 30 дней пассирования. После 30 дней культивирования растения извлекались из пробирок, отмывались от остатков питательной среды, подсушивались. Проводилось измерение высоты стебля, длины корней, массы зеленой части и корневой системы путем взвешивания.



Рисунок 1 – Светодиодная установка с контролируемым освещением

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Источником света было трехканальное (белый, синий и красный) светодиодное освещение на основе светодиодов Edison высокой мощности (уровень технологии 2018 г.). Освещенность во всех вариантах была выравнена и составляла 6000 лк, при этом в варианте с добавлением красного спектра энергетическая освещенность (ФАР) была выше на 67 %, а плотность фотосинтетического фотонного потока PPFD – выше на 89 % (табл. 1). Как видно из таблицы, добавление красного спектра требует на 45 % больше дополнительных энергозатрат, однако обеспечивает в 1,9 раза большую плотность фотосинтетического фотонного потока, чем в варианте только с белыми светодиодами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Произведенные через 10 дней культивирования замеры продемонстрировали существенное влияние различных световых режимов на рост и развитие *in vitro* растений картофеля (табл. 2). Из таблицы видно, что наибольшей высотой и числом междоузлий в первый период роста обладали растения, культивируемые при сочетании белого и красного спектров. Данный вариант превосходил контроль (2 × Б) на 6 % по высоте и на 9 % по числу междоузлий. Добавление к белому синего спектра напротив замедлило линейный рост растений: отставание по высоте от варианта № 1 составило 30 %, от варианта № 3 – 34 %. Также наблюдалось и снижение числа междоузлий на растениях данного варианта: сформировались на 13 и 20 % по сравнению с вариантами № 1 и 3 соответственно. Однако растения варианта № 2 имели мощный, хорошо облиственный фенотип с насыщенной окраской листьев, в то время как остальные варианты, особенно вариант с белым освещением, имели более бледную окраску и мелкие листья.

После изменения световых режимов согласно схеме опыта по всем семи вариантам наблюдения проводили через 20 и 30 дней от начала пассирования (табл. 3). Через 20 дней сохранилась тенденция, наблюдаемая в первую фазу развития растений, выращиваемых по вариантам 1–3. Красный свет стимулировал вытягивание стебля растений, синий – тормозил рост стебля в высоту на 27 % по сравнению с вариантом № 1. Вариант № 3 после 20 дней культивирования был лучшим по высоте растений, однако через 30 дней несколько уступил варианту № 5. У растений с переменным световым режимом (варианты № 4–7) данные эффекты света разного спектра также подтвердились. Так,

Таблица 1 – Энергетические и световые характеристики вариантов светодиодного освещения

Вариант освещения	Характеристика облучения на расстоянии 18 см от светильника			Суммарная мощность, Вт
	Освещенность, лк	Е(ФАР), Вт/м ²	PPFD, мкмоль/сек/м ²	
Белый (2 × Б)	6000	18,4	85,3	40,8
Белый + синий (Б + С)	3000 + 3000	19,1 (+4 %)	80,4 (–6 %)	44,4 (+9 %)
Белый + красный (Б + К)	3000 + 3000	30,8 (+67 %)	161,5 (+89 %)	59,4 (+45 %)

Таблица 2 – Биометрические показатели микрорастений картофеля через 10 дней культивирования

№ варианта	Вариант освещения	Средняя высота растений, мм	Среднее число междоузлий, шт.
1	Белый (2 × Б)	82,0	4,7
2	Белый + синий (Б + С)	57,2	4,1
3	Белый + красный (Б + К)	87,3	5,1
	НСР ₀₅	4,5	0,7

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Влияние светового режима на рост и развитие микрорастений картофеля

№ варианта	Вариант освещения	Средняя высота растений, мм		Среднее число междоузлий, шт.	
		через 20 дней	через 30 дней	через 20 дней	через 30 дней
1	Белый (2 × Б)	104,8	132,1	6,3	7,4
2	Белый + синий (Б + С)	76,0	95,9	6,1	7,5
3	Белый + красный (Б + К)	106,2	127,5	6,4	7,6
4	(2 × Б) → (Б + С)	97,8	109,4	6,4	7,8
5	(2 × Б) → (Б + К)	104,6	131,1	6,5	7,3
6	(Б + С) → (Б + К)	98,0	123,1	6,6	8,0
7	(Б + К) → (Б + С)	96,6	113,8	6,4	7,5
	НСР ₀₅	3,7	4,2	0,4	0,4

изменение светового режима с 2 × Б на Б + С через 20 дней затормозило вытягивание стебля в высоту на 7 % по сравнению с исходным вариантом, через 30 дней разница составила уже 17 %. Число междоузлий через 20 дней практически не отличалось от исходного варианта, а через 30 дней разница с исходным вариантом составила 5 %.

Изменение же светового режима с 2 × Б на Б + К практически никак не сказалось на высоте растений и в конце исследования даже немного негативно повлияло на количество междоузлий.

Явно прослеживается влияние красного света при смене спектров с Б + С на Б + К – превышение по высоте исходного варианта составило 29 % через 20 дней и 28 % через 30 дней. Также значительно увеличилось число междоузлий на 0,5 шт. через 20 дней и на 0,5 шт. через 30 дней.

Обратная смена спектров с Б + К на Б + С затормозила рост стебля в высоту на 9 % в период с 10 по 20-й день культивирования и на 11 % в последующий период до 30 дней культивирования. На количество междоузлий смена спектра практически не повлияла.

Таким образом, можно сделать вывод, что красный свет играет значительную роль в вытягивании стебля в высоту. Синий свет выполняет обратную функцию – тормозит рост стебля. На облиственность растений в наибольшей степени влияет смена синего спектра на красный.

Результующими в данном опыте являлись показатели сырой биомассы вегетативной и корневой части оздоровленных микрорастений картофеля, а также длина корневой системы (табл. 4). Наибольшую высоту имели растения в вариантах № 1 и

Таблица 4 – Развитие вегетативной массы и корневой системы оздоровленных растений картофеля в зависимости от светового режима

№ варианта	Вариант	Средняя длина корней, мм	Масса корневой части одного растения, мг	Масса стеблевой части одного растения, мг	Общая масса одного растения, мг
1	Белый (2 × Б)	52,4	75,4	262,8	338,2
2	Белый + синий (Б + С)	115,0	104,3	225,7	330,0
3	Белый + красный (Б + К)	83,0	133,5	382,6	516,1
4	(2 × Б) → (Б + С)	111,3	93,4	197,9	291,3
5	(2 × Б) → (Б + К)	82,7	107,2	263,2	370,4
6	(Б + С) → (Б + К)	116,8	145,5	328,8	474,3
7	(Б + К) → (Б + С)	112,4	126,2	286,3	412,5
	НСР ₀₅	6,7	10,4	18,5	–

№ 5, а наибольшую длину корневой системы – в вариантах № 2 (Б + С) и № 6 (10 дней синий – 20 дней красный). Превышение варианта № 1 здесь составило в 2,2 раза. Вариант № 6 по данному показателю не существенно превышал свой исходный вариант № 2, но значительно превышал варианты с присутствием красного спектра в отсутствии синего (варианты № 3 и 5) – на 41 %. Варианты же с присутствием синего света постоянно либо на первой, либо на последующих фазах роста микрорастения картофеля стимулировали развитие корневой системы независимо от светового режима в другие фазы роста. Наибольшую биомассу сформировали растения в варианте № 3 (постоянный красный, самый энергонасыщенный вариант) – на 53 % превышение варианта № 1, немного уступил ему вариант № 6 – на 40 % превышение контроля. Однако по массе корневой системы вариант № 6 был лучшим – почти 2-кратное превышение контроля.

Очевидно, что в спектрально и энергетически бедном варианте 2 × Б сформировался негативный фенотип оздоровленного микрорастения картофеля: вытянутый стебель с небольшим количеством мелких бледно-зеленых листиков, слабо развитая корневая система с наименьшей длиной и массой среди всех вариантов. Вариант с постоянным синим спектром обладал меньшей массой стеблевой части, но она была хорошо облиственна и отличалась насыщенной зеленой окраской. Корневая система хорошо развита.

Вариант № 3 с наивысшими затратами световой энергии сформировал растения с оптимальной высотой среди первых трех вариантов, а также с наибольшей массой стеблевой части и общей биомассой во всем опыте. По массе корней данный вариант также превышал все варианты опыта, но существенно уступил варианту № 6. Очевидно, что столь высоких показателей данный вариант достиг за счет большей плотности фотосинтетического фотонного потока. Вариант № 4 обладал самыми низкими показателями по биомассе стеблевой части и общей биомассе растения.

Максимально использовали все возможности контролируемого светового режима микрорастения картофеля в варианте № 6 (Б + С) → (Б + К). Наличие синего спектра в первую фазу вегетации стимулировало развитие корневой системы и хорошо облиственной приземистой стеблевой части растения. Запрограммированное изменение синего на красный спектр в последующие 20 дней культивирования картофеля позволило ему нарастить массу корневой системы и стеблевой части, сформировало большое число междоузлий, а следовательно, и коэффициент размножения в культуре *in vitro*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Добавление синего спектра в световой режим культивирования микрорастений картофеля стимулирует развитие корневой системы. Синий спектр в течение первых 10 дней развития практически не отличается по действию на рост корней в длину от постоянного синего облучения и облучения синим светом в течение последних 20 дней вегетации.

Красный спектр способствует вытягиванию стебля в длину, нарастанию биомассы вегетативной части растения и в меньшей степени корневой системы.

На основании проведенных исследований оптимальным световым режимом для формирования микрорастений сорта Инноватор, пригодных как к последующим черенкованиям, так и к посадке в нестерильные условия для получения безвирусных мини-клубней является сочетание белого и синего спектров (3000 лк + 3000 лк) в первые 10 дней культивирования с переходом на сочетание белого и красного спектров (3000 лк + 3000 лк) в последующие 20 дней вегетации.

Таким образом, светодиодные установки с контролируемым световым режимом производства ООО «Альгоконсорциум» могут с успехом применяться как в научных исследованиях, так и в промышленных технологиях микроклонального размножения картофеля. Полученные результаты являются основой для программирования спектрально-временных циклов оборудования для обеспечения максимально эффективно-го производственного цикла в зависимости от разных стадий развития растений, в том числе сортовой специфичности.

Список литературы

1. Анисимов, Б. В. Инновационная схема оригинального семеноводства картофеля / Б. В. Анисимов, В. С. Чугунов // Картофель и овощи. – 2014. – № 6. – С. 25–27.
2. Трускинов, Э. В. Поддержание коллекционных образцов в культуре *in vitro* / Э. В. Трускинов, Н. С. Оглуздин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1982. – Т. 73. – Вып. 2. – С. 3–19.
3. Blackbeard, J. Micropropagation speed up multiplication / J. Blackbeard // Arable Farming. – 1987. – Vol. 14. – № 3. – P. 59–61.
4. Фотосинтез, транспорт ассимилятов и продуктивность у растений картофеля, выращенных при разной освещенности / В. И. Чиков [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 1. – С. 72–77.
5. Карначук, Р. А. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава / Р. А. Карначук, Е. С. Гвоздева // Физиология растений. – 1998. – Т. 45. – Вып. 6. – С. 925–934.
6. Дорофеев, В. Ю. Оптимизация светового режима при культивировании оздоровленных растений картофеля *in vitro* с целью повышения продукционного процесса / В. Ю. Дорофеев, Ю. В. Медведева, Р. А. Карначук // Материалы VI Московского междунар. конгресса «Экспо-биохим-технологии». – М., 2011. – С. 238–239.
7. Кравченко, Д. В. Рост и развитие под контролем: возможности биотехнологии картофеля *in vitro* / Д. В. Кравченко // Селекция, семеноводство и генетика. – 2017. – № 5 (17). – С. 50–52.

Поступила в редакцию 20.08.2018 г.

D. V. KRAVCHENKO, V. S. ZOTOV

APPLICATION POSSIBILITIES OF INSTALLATIONS WITH CONTROLLED LED LIGHTING IN MICROPROPAGATION TECHNOLOGIES OF POTATOES

SUMMARY

The cultivation possibility of the revitalized potato plants the variety «Innovator» in LED installations with controlled light conditions was estimated. The cultivation modes differing according to spectral and time characteristics were compared. Effects of various light spectrums on morphogenetic processes of plants in vitro are defined. It is established that the following light status allows to receive plants with optimum biometric indicators: 10 days white + blue, and then 20 days – white + red.

Key words: potatoes, *in vitro* culture, micropropagation, led light sources, spectral composition.

УДК 635.21 (631.5) 571.12

Ю. П. Логинов, А. А. Казак

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет

Северного Зауралья», г. Тюмень, Россия

E-mail: kazaknastenska@rambler.ru

**ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ВЕДЕНИЯ
СЕМЕНОВОДСТВА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
СЕЛЕКЦИИ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ, ВКЛЮЧЕННЫХ
В РЕЕСТР****РЕЗЮМЕ**

Любой высокоурожайный сорт картофеля реализует свое преимущество перед другими сортами через здоровые семенные клубни.

В статье описан прием репродуцирования оздоровленных клубней сортов Сарма и Лина в Приполярье Тюменской области, что дает возможность поддерживать здоровый от болезней посадочный материал в течение 8–10 лет, тогда как при репродуцировании семенных клубней в южной части области сорта ухудшаются через 4 года.

Ключевые слова: картофель, сорт, географический пункт, урожайность, качество семенных клубней.

ВВЕДЕНИЕ

Достижения селекции картофеля реализуются через качественный семенной материал [2, 4]. В последнее десятилетие все чаще включаются в реестр селекционных достижений по Западной Сибири сорта картофеля отечественной селекции, которые по комплексу хозяйственных признаков успешно конкурируют с зарубежными сортами. Тем не менее из-за слабо поставленного семеноводства они занимают ограниченные площади посева, тогда как по зарубежным сортам завозятся большие партии семенного материала из Голландии и Германии, поэтому сорта этих стран занимают в сельскохозяйственных предприятиях Тюменской области 50–60 % посевной площади, отведенной под картофель [3].

Семеноводство картофеля в мире ведется на безвирусной основе. Однако в Тюменской области, как и в Сибири в целом, семеноводство картофеля не переведено полностью на безвирусную основу. Научные учреждения продолжают вести семеноводство клоновым отбором. Надо отметить, что разнообразные природно-климатические условия столь большого региона страны позволяют вести семеноводство картофеля разными методами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Оздоровление клубней сортов картофеля Сарма и Лина проводилось в лабораториях Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (г. Иркутск) и Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции Российской академии сельскохозяйственных наук (г. Новосибирск). Приобретенные нами мини-клубни отмеченных сортов далее репродуцировались в Ямало-Ненецком автономном округе (далее – ЯНАО) на опытном поле Ямальской опытной станции (бывшей)

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

и в СПК «Мужевское». Здесь очень мало разных видов тли и других переносчиков болезней, поэтому сорта сохраняют свои достоинства в течение 8–10 лет. В процессе размножения материала через каждые два года семенные клубни в количестве 10 т изучаемых сортов завозятся в южную часть области для дальнейшего размножения на полях ГАУ Северного Зауралья и использования в производственных посевах и в частном секторе. В южной части области клубни обновляются через 3–4 года.

В ЯНАО сорта картофеля выращивали на бедной по плодородию почве с низким запасом питательных веществ и рН – 5,6. В качестве органических удобрений использовали сидеральные культуры: рапс, горчицу белую, озимую рожь, горохо-овсяную смесь. Из минеральных удобрений использовали азофоску в дозе 4 ц/га. Клубни перед посадкой и растения в фазу бутонизации обрабатывали регулятором роста Росток в концентрации 0,001 %.

В южной части области семенные клубни выращивали на выщелоченном черноземе, среднесуглинистом по гранулометрическому составу, хорошо обеспеченном элементами питания, рН – 6,7. Предшественник озимая рожь.

Наблюдения и учеты проведены по методикам Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5], ВНИИ картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха [6], Всероссийского института защиты растений [7], фотосинтетическую активность изучали по методике А. А. Ничипоровича [8]. Данные урожайности обработаны статистическим методом по Б. А. Доспехову [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В условиях ЯНАО межфазный период «всходы – цветение» у изучаемых сортов проходил на две недели быстрее по сравнению с южной частью области. Второй период «цветение – уборка» проходил в ЯНАО на неделю быстрее. В целом вегетационный период в ЯНАО составил 60 суток, или на 22–23 дня короче по сравнению с южной частью области (табл. 1).

В Приполярье площадь листьев у сортов картофеля была значительно ниже, чем в южной части области и составила 22–24 тыс. м²/га, или на 17–21 тыс. м²/га ниже. К фазе цветения масса надземной части растения картофеля была в Приполярье 700–800 г, в южной части области – 1300–1500 г. В отношении продуктивности фотосинтеза наблюдается обратное. У изучаемых сортов картофеля она была в Приполярье 6,9–7,6 г/м²·сутки, в южной части области – 3,7–4,1 г/м²·сутки.

По мере репродуцирования сортов картофеля возрастает поражение растений картофеля болезнями. При этом в южной части области они накапливаются быстрее (табл. 2). Анализируя данные таблицы, видно, что через четыре года репродуцирования оздоровленных клубней в Приполярье поражение фитофторой у сорта Сарма составило 5,2 %, у Лины – 3,9 %, через восемь лет – 11,7 и 8,5 % соответственно. В южной части области поражение было в 4,9–7,2 раза выше по сравнению с Приполярьем. Аналогичная

Таблица 1 – Продолжительность межфазных периодов сортов картофеля, 2008–2015 гг.

Сорт	Географический пункт	Период, суток		
		Всходы – цветение	Цветение – уборка	Всходы – уборка
Сарма	ЯНАО, г. Салехард	24 ± 2	36 ± 3	60 ± 2
	ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень	39 ± 4	44 ± 2	83 ± 3
Лина	ЯНАО, г. Салехард	22 ± 3	38 ± 4	60 ± 3
	ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень	37 ± 2	45 ± 3	82 ± 2

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Поражение сортов картофеля болезнями в зависимости от географического пункта репродуцирования, 2008–2015 гг.

Сорт	Географический пункт	Продолжительность репродуцирования, год	Поражение, %		
			фитофторозом	вирусами	паршой
Сарма	ЯНАО, г. Салехард	4	5,2	0,4	8,1
		8	11,7	1,2	36,4
	ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень	4	30,4	6,5	2,6
		8	58,1	21,7	10,3
Лина	ЯНАО, г. Салехард	4	3,9	0,9	5,8
		8	8,5	1,6	21,4
	ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень	4	27,3	9,3	3,6
		8	45,8	26,1	9,2

картина наблюдалась по поражению вирусными болезнями. Что касается поражения клубней сортов картофеля паршой, то в Приполярье оно было выше, чем в южной части области.

Географические пункты выращивания оказали влияние на формирование структурных элементов и урожайность семенных клубней сортов картофеля (табл. 3). Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод о том, что географические пункты и продолжительность репродуцирования повлияли на формирование структурных элементов и урожайность сортов картофеля. При этом сильнее изменялись количество и масса клубней в гнезде, урожайность особенно в южной части области. В зависимости от продолжительности выращивания картофеля урожайность в южной части через восемь лет снизилась у сорта Сарма до 14,1 т/га (13,5 %), у сорта Лина до 14,3 (23,1), тогда как в Приполярье она снизилась до 19,6 (8,8) и 21,4 т/га (7,8 %) соответственно. Таким образом, в южной части области значительно быстрее снижаются показатели структурных элементов и урожайности семенных клубней сортов картофеля.

Необходимо отметить, что для Приполярья урожайность семенных клубней картофеля через четыре года репродуцирования составила 21,4–23,2 т/га, а через восемь лет – 19,6–21,4 т/га, то есть вполне высокая, для южной части области – 16,3–18,6 и 14,1–14,3 соответственно – слишком низкая урожайность. В данном случае главная причина –

Таблица 3 – Влияние географических пунктов выращивания на структурные элементы и урожайность семенных клубней картофеля, 2008–2015 гг.

Сорт	Географический пункт	Продолжительность репродуцирования, лет	Количество клубней в гнезде, шт.	Масса, г		Урожайность, т/га	V, %
				одного клубня	клубней в гнезде		
Сарма	ЯНАО, г. Салехард	4	13 ± 4	66 ± 5	618 ± 11	21,4	32,8
		8	10 ± 2	63 ± 3	582 ± 9	19,6	36,4
	ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень	4	11 ± 3	72 ± 4	567 ± 14	16,3	39,1
		8	8 ± 2	78 ± 2	521 ± 10	14,1	44,7
Лина	ЯНАО, г. Салехард	4	12 ± 3	65 ± 3	647 ± 15	23,2	35,4
		8	9 ± 3	61 ± 4	592 ± 12	21,4	37,2
	ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень	4	10 ± 2	69 ± 5	574 ± 9	18,6	42,8
		8	8 ± 2	64 ± 3	508 ± 13	14,3	46,1

Примечание. Салехард: НСР₀₅ – 0,16–0,21; Тюмень: НСР₀₅ – 0,23–0,27.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

низкое качество семенных клубней, поэтому необходимо направить усилие на поддержание оздоровленных клубней картофеля длительный период времени (8–10 лет).

Наряду с урожайностью изучались биохимические показатели семенных клубней (табл. 4). В условиях Приполярья накопилось сухого вещества на 3,5–4,6 % и крахмала на 2,6–3,3 % меньше по сравнению с южной частью области. Тоже самое наблюдалось по витамину С. В отношении накопления сахара обратная ситуация: в условиях Приполярья у изучаемых сортов картофеля содержание сахара в клубнях в 4–5 раз выше по сравнению с южной частью области (3,64–4,19 %). Несмотря на то что многие биохимические показатели клубней в условиях Приполярья ниже, чем в южной части области, высокая урожайность достигается за счет медленного накопления различных болезней.

Таблица 4 – Биохимические показатели клубней картофеля в зависимости от географических пунктов и продолжительности выращивания сортов картофеля, 2008–2015 гг.

Сорт	Географический пункт	Продолжительность репродукции, лет	Содержание, %		Сахар, %	Витамин С, мг/%
			сухого вещества	крахмала		
Сарма	ЯНАО, г. Салехард	4	18,1 ± 1,4	13,7 ± 1,2	3,82 ± 0,28	14,6 ± 0,9
		8	17,5 ± 1,7	13,2 ± 1,5	3,64 ± 0,32	13,9 ± 1,3
	ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень	4	22,7 ± 0,9	16,9 ± 1,1	0,71 ± 0,19	18,4 ± 2,1
		8	21,3 ± 1,3	15,8 ± 1,6	0,67 ± 0,14	17,8 ± 1,8
Лина	ЯНАО, г. Салехард	4	19,6 ± 1,8	14,1 ± 1,4	4,19 ± 0,38	15,1 ± 1,2
		8	18,2 ± 1,1	13,9 ± 0,8	4,03 ± 0,27	14,7 ± 0,8
	ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень	4	23,1 ± 0,7	17,4 ± 0,9	0,41 ± 0,06	19,5 ± 2,3
		8	21,8 ± 1,3	16,2 ± 1,7	0,47 ± 0,11	18,9 ± 1,7

Важно не только ежегодно получать стабильную урожайность семенных клубней картофеля, но и сохранить их при зимнем хранении. Следует отметить, что современные технологии позволяют максимально сохранить полученный урожай.

В наших исследованиях потери урожая, полученного в Приполярье, в годы исследований изменялись от 4,6 до 7,2 %, в южной части области – от 5,9 до 18,2 %. Разработанная нами система семеноводства, предусматривающая завоз здоровых клубней из Приполярья через каждые два года в южную часть области, позволяет использовать семенной материал в течение 3–4 лет. Рентабельность производства семенного картофеля составляет 142 %, или в 1,8 раза выше по сравнению с традиционной системой семеноводства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После отработки новой системы семеноводства на сортах Сарма и Лина дальше включаются другие реестровые сорта отечественной селекции, представляющие наибольшую практическую значимость для частного сектора и сельскохозяйственных предприятий Тюменской области. Проводимые нами исследования способствуют развитию семеноводства сортов картофеля отечественной селекции и решению проблемы импортозамещения.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Логинов, Ю. П. Экологическая пластичность сортов картофеля в условиях Тюменской области / Ю. П. Логинов, А. А. Казак // Вестн. Кемеровского гос. ун-та. – 2015. – № 1–4 (61). – С. 24–28.

3. Логинов, Ю. П. Пластичность и стабильность сортов картофеля в лесостепи Тюменской области / Ю. П. Логинов, А. А. Казак // Изв. Оренбургского гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 5 (67). – С. 73–77.

4. Мальцева, А. В. Урожайность и качество клубней картофеля в условиях Крайнего севера Тюменской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / А. В. Мальцева; Гос. аграр. ун-т Сев. Зауралья. – Тюмень, 2013. – 16 с.

5. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1997. – 216 с.

6. Методика по изучению картофеля в ИКХ им. А. Г. Лорха. – М., 1996. – 83 с.

7. Методика по изучению поражения картофеля болезнями в ВИЗР. – М., 1994. – 158 с.

8. Ничипорович, А. А. Методика изучения площади листьев и продуктивности сельскохозяйственных культур / А. А. Ничипорович. – М., 1967. – 54 с.

Поступила в редакцию 05.09.2018 г.

Yu. P. LOGINOV, A. A. KAZAK

**ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL PRINCIPLES OF SEED
POTATOES FARMING OF POTATOES VARIETIES OF DOMESTIC
BREEDING IN TYUMEN REGION INCLUDED IN THE REGISTER**

SUMMARY

Any high-yielding potatoes variety has an advantage over other varieties through healthy seed tubers.

The method of reproduction of healthy tubers of varieties Sarma and Lina in Tyumen region is described in the article. This method makes it possible to maintain a healthy planting material from disease for 8–10 years, while the reproduction of seed tubers in the southern part of the region varieties deteriorate after 4 years.

Key words: potatoes, variety, geographical location, yield, quality of seed tubers.

УДК 635.21:631.531.02:581

Е. В. Овэс, Н. А. Гаитова, В. В. Бойко, Н. А. Фенина
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха», пос. Красково,
Люберецкий район, Московская область, Россия
E-mail: oveselena@mail.ru

ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ МОРФОГЕНЕЗА *IN VITRO* В ПРОЦЕССЕ ТИРАЖИРОВАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

*В процессе тиражирования и выращивания необходимых объемов *in vitro* материала для оригинального семеноводства важное значение имеет период формирования морфологических структур и достижения микрорастений стандартных характеристик. Существующая методика оценки регенерации по количеству дней от момента размещения микрочеренков на новую питательную среду не позволяет осуществить плановый подход к составлению и выполнению программы клонального микроразмножения. В статье предложены новые методические подходы к проведению оценки *in vitro* материала картофеля по основным фазам развития растений в культуре ткани: интенсивный рост (формирование 2–3 междоузлий), замедленный рост (4–6 междоузлий) и естественное отмирание. Рекомендуемые элементы по оценке регенерации *in vitro* проведены на основе изучения онтогенеза 15 сортов картофеля. Представленные результаты отражают дифференцированный подход сортов к формированию морфологических структур в процессе тиражирования.*

Ключевые слова: картофель, *in vitro* материал, микрорастения, морфогенез, регенерация, сортовые признаки.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных элементов технологического процесса выращивания высококачественного семенного материала в оригинальном семеноводстве картофеля является получение исходного материала, свободного от вирусных и других инфекций. Согласно требованиям стандарта исходный материал (микрорастения, микроклубни, мини-клубни, базовые клоны), предназначенный для получения оригинального семенного картофеля, должен быть свободным, прежде всего, от вирусной, виroidной и бактериальной инфекции в скрытой форме, что должно подтверждаться результатами лабораторного тестирования с применением метода ПЦР-анализа.

Основой для планирования работ по тиражированию *in vitro* материала является приобретение сертифицированных микрорастений. Их ускоренное микроразмножение осуществляют с помощью черенкования. Размещение экспланта в виде микрочеренка на новую питательную среду способствует дифференциации клеток и образованию новых органов. Рост стебля и корней начинается на 3–4 день после посадки, а период органогенеза и коэффициент размножения зависят от биологических особенностей размножаемых сортов. Фактор сорта оказывает прямое влияние на результативность процесса клонального микроразмножения. В культуре *in vitro* сорта

картофеля растут и развиваются по-разному. Их различия заключаются не только по периоду формирования регенерантов, но и по количеству сформированных междоузлий, образования стебля и развитию корневой системы.

В процессе выполнения исследований в культуре ткани к оценке регенерации картофеля можно встретить самый разнообразный подход. В большинстве случаев морфогенез *in vitro* оценивают по истечении определенного периода от момента размещения эксплантов на новую питательную среду. В исследованиях В. Г. Дархановой и др. (2017) и Н. Н. Чернышевой (2017) приведены данные по оценке морфогенеза *in vitro* на 15 и 30 день. В практике Великолукской сельскохозяйственной академии на протяжении многих лет применяется трехуровневый способ биометрической оценки регенерантов через каждые 7 дней [9, 10]. Аналогичные подходы к оценке морфогенеза можно встретить и в других работах [1, 14]. По мнению G. A. Khadiga и др. (2015), морфогенез *in vitro* зависит от сортовых особенностей, и не все сорта способны сформировать взрослые регенеранты за 21 день.

В Кемеровском НИИСХ В. П. Ходаева (2009) и Н. А. Лапшинов и др. (2010) оценивали регенерацию *in vitro* по количеству сформированных междоузлий и высоте растений. Аналогичную оценку биоматериала в культуре ткани проводили В. Апоор (2009) и L. Koleva и др. (2012), при этом в полученных результатах авторы указывают, что максимальное их количество было сформировано на 35–40 день.

Присутствие тенденции использовать наряду с временным фактором и морфогенетический для оценки регенерации микрорастений можно встретить и у других авторов. При проведении исследований по определению эффективности воздействия источника искусственного освещения на процесс регенерации растений в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии Т. В. Никонович и др. (2016) оценивали формирование морфологических структур исключительно по биометрическим показателям, временной фактор оказался второстепенным. В Сибирском институте физиологии и биохимии растений Ю. А. Маркова и др. (2008) в качестве основного индикатора представляют прирост пробирочных растений по высоте и количеству междоузлий.

Проведенный анализ литературных источников показывает, что в методическом плане используется разнообразный подход к оценке роста и развития микрорастений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объектом исследований являлись 15 сортов картофеля различных групп спелости. Опыт проводили в 4-кратной повторности по 20 микрорастений. Микрочеренки в асептические условия размещали на питательной среде Мурасиге-Скуга модификации ВНИИ картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха, после чего биоматериал переносили в фитотрон с фотопериодом 16 ч и освещенностью 6–7 тыс. люкс. В наших исследованиях рост и развитие биоматериала оценивали по трем основным фазам: интенсивный рост, замедленный рост и естественное отмирание [5]. Наиболее важной частью формообразовательного процесса является фаза интенсивного роста. Она включает два основных этапа: прорастание и образование 2–3 междоузлий.

Фаза замедленного роста наступает при достижении стандартных параметров растений-регенерантов. К этому моменту они формируют 4–6 междоузлий. Биоматериал с искривленными стеблями (переросшие микрорастения) не рекомендуется использовать для высадки на субстрат, но они являются вполне пригодными для последующего черенкования. Диапазон варьирования продолжительности фазы замедленного роста во многом зависит от сортовых особенностей и условий выращивания в фитотроне.

Физиологическое старение *in vitro* материала начинается с фазы естественного отмирания микрорастений. Ее наступление обычно наблюдается с момента полного расхода питательной среды.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рост и развитие экспланта в культуре ткани определяется его регенерационной способностью. Изучение данного показателя у 15 сортов картофеля различных групп спелости показало, что формирование морфологических структур находилось в прямой зависимости от сортовых особенностей. К наиболее морфогенным относятся сорта, формировавшие стандартные регенеранты на 20–25 день от момента посадки микрочеренков на новую питательную среду. По результатам проведенных наблюдений в данной группе оказались сорта различных групп спелости. Таким образом, уско-ренным морфогенезом характеризовались сорта Жуковский ранний, Импала, Скарб, Никулинский, Астерикс и Лорх. Средний период формирования морфологических структур отмечен на сортах Ред Скарлетт, Гала, Накра, органо-генез которых завершился на 30–35 день пассажа. Поздним морфогенезом характеризовались образцы, у которых процесс формообразования составил 40 дней, – Удача, Голубизна, Фиолетовый и Великан (табл.). Проведенный анализ регенерационной способности позволяет отметить, что результативность формирования морфологических структур не зависела от группы спелости исследуемых сортообразцов.

Одним из главных критериев оценки микрорастений при их использовании в качестве исходного материала и получении мини-клубней является способность сохранения стандартных характеристик. Согласно нормативным требованиям межгосударственного стандарта стран ЕврАзЭС, к стандартным относятся микрорастения, образующие не менее 4-х междоузлий темно-зеленого цвета с хорошо развитой листовой пластиной и корневой системой. Чем дольше растения способны сохранять свои стандартные характеристики, тем практичнее и результативнее проводимая работа по тиражированию биоматериала в культуре *in vitro*. Фаза замедленного роста исследуемых

Таблица – Онтогенез биоматериала в культуре *in vitro*, дней

Сорт	Группа спелости	Интенсивный рост		Замедленный рост	Физиологическое старение
		Прорастание	2–3 междоузья		
Жуковский ранний	3	3–4	12–14	20–25	40–60
Удача	3	5–6	20–21	40–50	60–90
Ред Скарлетт	3	4–5	15–20	30–50	70–100
Импала	3	3–4	12–14	20–25	40–60
Невский	4	3–4	14–15	30–40	50–80
Гала	4	3–4	14–15	30–40	50–90
Романо	4	4–5	20–21	35–45	60–80
Накра	5	4–5	20–21	35–45	60–90
Голубизна	5	4–5	20–21	40–50	70–100
Скарб	5	3–4	14–15	25–35	60–90
Никулинский	6	3–4	14–15	25–35	45–80
Фиолетовый	6	4–5	20–21	40–50	70–100
Великан	6	4–5	20–21	40–50	70–100
Астерикс	6	3–4	14–15	25–35	50–80
Лорх	7	4–5	14–15	25–30	40–60

Примечание. 3 – ранний; 4 – среднеранний; 5 – среднеспелый; 6 – среднепоздний; 7 – поздний.

образцов картофеля зависела от сортовых особенностей. По результатам проводимой оценки амплитуда ее варьирования у исследуемых сортов составила от 5 до 20 дней. Короткий период соответствия нормативным требованиям отмечен на сортах Жуковский ранний, Импала и Лорх, лучшие показатели – на сортах Фиолетовый и Ред Скарлетт.

В процессе выполнения работ в культуре ткани одним из главных показателей является количество сформированных междоузлий. Чем выше их количество, тем больше регенерантов можно получать при каждом пассаже. Этот показатель также зависит от сортовых особенностей, а также регулируется внешними и внутренними факторами. К внешним относится свет, тепло и влажность, к внутренним – физиологический возраст регенеранта и состав питательной среды. Наиболее существенное влияние на органогенез растений, выращиваемых в пробирочной культуре, оказывает последний из перечисленных факторов. В современной практике применяется большое разнообразие питательных сред для регенерации эксплантов и ускоренного *in vitro* тиражирования. Несбалансированность состава питательных сред может приводить к нарушению процесса формирования почки (геммогенеза), что, в свою очередь, приводит к снижению интенсивности роста и проявлению разнокачественности (не выравненности) среди регенерантов после осуществления нескольких циклов черенкования.

Поддержание и хранение образцов в культуре ткани требует регулярного специализированного контроля биоматериала на идентичность. В процессе долгосрочного поддержания *in vitro* коллекций без тщательного соблюдения параметров высадки и оценки образцов в полевой культуре происходят различные модификации, которые не всегда можно устранить в процессе выращивания оригинального семенного материала. Модификации в лабораторных *in vitro* коллекциях в основном заключаются в смещении фаз роста и развития, группы спелости, изменения габитуса куста, продуктивности растений и др. На процесс закрепления модификаций в культуре ткани основное влияние оказывает применение различных нестандартизированных составов питательных сред. Присутствие различного видового состава и концентраций рострегулирующих веществ способствует закреплению данных модификаций в культуре *in vitro* [7, 8]. Не рекомендуется использовать для ускоренного размножения *in vitro* материал сомнительного происхождения. Основопологающим элементом, обеспечивающим сохранение качественных характеристик *in vitro* материала в процессе тиражирования и наращивания объемов микрорастений, является соблюдение программы ускоренного клонального микроразмножения. Плановый подход к выполнению программы способствует получению *in vitro* материала гарантированного качества, соответствующего требованиям стандарта.

Основными элементами, способствующими сохранению качества исходного материала в процессе ускоренного микроразмножения, являются использование сертифицированных партий микрорастений и строгое соблюдение параметров работы в культуре ткани. Исходный оздоровленный материал в большей степени, чем остальные классы в оригинальном семеноводстве, подвержен заражению различными патологиями. Источниками заражения в большинстве из случаев является многолетняя коллекция сортов *in vitro*, которая бесконтрольно поддерживается десятилетиями. Причиной идентификации вирусов, бактериозов и вириода веретинovidности клубней картофеля в производимой партии исходного материала может стать механический перенос инфекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ литературных источников показывает, что в методическом плане используется разнообразный подход к оценке роста и развития исходного материала в виде микрорастений. Рекомендации или методические указания по оценке

морфогенеза при выращивании необходимых объемов исходного материала для оригинального семеноводства не разработаны. Применение временного фактора, отражающего количество дней от момента посадки микрочеренков на новую питательную среду, не позволяет объективно оценить и планировать периоды роста и развития различных сортов картофеля в лабораторных условиях. Развитие эксплантов зависит от сортовых особенностей, и полная регенерация может варьировать от 20 до 45 дней. Соответствующий подход к составлению программы клонального микроразмножения также должен быть дифференцированным.

В процессе тиражирования и выращивания оригинального семенного материала большое значение имеет период соответствия микрорастений требованиям стандарта. Соответствие микрорастений нормативным требованиям определяется по количеству сформированных междоузлий, независимо от времени размещения биоматериала на новую питательную среду. Таким образом, для практического использования в процессе клонального микроразмножения рекомендуется проводить оценку морфогенеза *in vitro* по фазам роста. Представленные рекомендации объективно отражают темпы развития и регенерации биоматериала в культуре ткани. Рекомендуемый подход к оценке материала наиболее практичен для составления программы клонального микроразмножения и выращивания микрорастений с последующей высадкой на субстрат и получения мини-клубней.

Список литературы

1. Влияние концентраций витаминов и гормонов в питательной среде на рост и развитие картофеля в культуре *in vitro* / Д. Л. Антонова [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – 2016. – Т. 24. – С. 322–326.
2. Влияние механохимического препарата пихты на морфогенез картофеля (*Solanum tuberosum* L.) при микроразмножении *in vitro* / В. Г. Дарханова [и др.] // Науч. журн. Кубанского ГАУ. – 2017. – № 130 (06). – С.1–9.
3. Колонизация растений картофеля *in vitro* условно патогенной бактерией *Escherichia coli* / Ю. А. Маркова [и др.] // Доклады академии наук. – 2008. – Т. 420. – № 2. – С. 279–281.
4. Лапшинов, Н. А. Эффективность использования модифицированной среды Кемеровского НИИСХ при оздоровлении картофеля / Н. А. Лапшинов, В. П. Ходаева, В. И. Куликова // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 7. – С. 16–17.
5. Методические рекомендации по тиражированию *in vitro* материала на основе БЗСК для оригинального семеноводства картофеля / Е. В. Овэс [и др.]. – М.: ВНИИКХ. – 2017. – 25 с.
6. Никонович, Т. В. Влияние спектрального состава света на морфофизиологические реакции растений-регенерантов *Solanum tuberosum* L. в условиях культуры *in vitro* / Т. В. Никонович // Биотехнологические приемы в сохранении биоразнообразия и селекции растений: сб. ст. Междунар. науч. конф., Минск, 18–20 авг. 2014 г. / ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси». – Минск, 2014. – С. 183–189.
7. Овэс, Е. В. Современные способы сохранения сортовых ресурсов картофеля / Е. В. Овэс, С. В. Жевора // Картофель и овощи. – 2015. – № 12. – С. 21–23.
8. Трускинов, Э. В. Проблемы оздоровления коллекции картофеля ВИР от вирусных болезней / Э. В. Трускинов // Картофелеводство: сб. науч. тр. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля» / Рос. акад. с.-х. наук, ВНИИКХ. – М., 2014. – С. 52–59.

9. Федорова, Ю. Н. Оптимизация получения растений картофеля в культуре *in vitro* / Ю. Н. Федорова, А. Н. Кононенко, Н. В. Лебедева // Изв. Санкт.-Петербургского гос. ун.-та. – 2012. – № 28. – С. 15–17.

10. Федорова, Ю. Н. Правильно выбирайте технологию ускоренного размножения картофеля на оздоровленной основе / Ю. Н. Федорова // Картофель и овощи. – 2009. – № 4. – С. 21.

11. Ходаева, В. П. Продуктивность оригинального семенного материала в зависимости от способа размножения оздоровленного картофеля / В. П. Ходаева, В. И. Куликова // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 9. – С. 18–19.

12. Чернышева, Н. Н. Модификация компонентного состава питательной среды для индукции морфогенеза растений – регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum*) сорта Гала в культуре *in vitro* / Н. Н. Чернышева, К. Ю. Гусева // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. науч. ст. Алтайского гос. аграр. ун.-та. – 2017. – С. 324–325.

13. Anoop, B. Effect of Growth Regulators on Meristem-tip Development and *in vitro* Multiplication of Potato Cultivar ‘Kufri Himalini’ / B. Anoop, J. S. Chauhan // Nature and Science. – 2009. – Vol. 7 (9). – P. 31–34.

14. Effect of growth regulators on *in vitro* multiplication of potato / A. B. Rabbani, [et al.] // International Journal Agriculture and Biology. – 2001. – Vol. 3, № 2. – P. 181–182.

15. Khadiga, G. A. Micro tuber induction of two potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties namely, Almera and Diamant / G. A. Khadiga, S. M. Rasheid, M. K. Mutasim // International Research Journal of Biological Sciences. – 2015. – Vol. 4 (3). – P. 84–89.

16. Micropropagation of Potato *Solanum tuberosum* / L. Koleva [et al.] // Journal of Biology. – 2012. – Vol. 8 (3). – P. 45–49.

Поступила в редакцию 04.09.2018 г.

E. V. OVES, N. A. GAITOVA, V. V. BOYKO, N. A. FENINA

IN VITRO MORPHOGENESIS ASSESSMENT PARAMETERS IN THE COURSE OF REPLICATION OF POTATOES INITIAL MATERIAL

SUMMARY

In the course of replication and cultivation of necessary volumes of in vitro material the period of formation of morphological structures and achievement of microplants of standard characteristics is important for original seed farming. The existing regeneration assessment technique by the number of days from the moment of placement of microshanks on new nutrient medium does not allow to carry out planned approach to drawing up and implementation of the program of clonal microreproduction. New methodical approaches to a material in vitro to potatoes assessment are offered the main phases of development of plants in the culture of fabric: intensive growth (formation of 2–3 interstices), the slowed-down growth (4–6 interstices) and natural dying off. The recommended elements by assessment regeneration in vitro are carried out on the basis of studying of ontogenesis of 15 potatoes varieties. The presented results reflect the differentiated varieties approach to formation of morphological structures in the course of replication.

Key words: potatoes, *in vitro* material, microplants, morphogenesis, regeneration, varietal characteristics.

УДК 635.21.632.3.07

**Е. В. Радкович, Г. Н. Гуца, Ю. В. Глушакова, Ю. А. Халимоненко,
В. В. Анципович**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: l-radkovich@tut

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОТБОРЕ ЗДОРОВЫХ КЛОНОВ В СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты исследований за 2014 и 2015 гг. Показано, что для отбора здоровых клонов в семеноводстве картофеля необходимо применение комплекса методов диагностики, которые дополняют друг друга и позволяют выявлять широкий спектр вирусных и бактериальных инфекций.

Ключевые слова: картофель, отбор, клон, сорт, вирус.

ВВЕДЕНИЕ

Изменения в экологии, агротехнике возделывания картофеля, интродукция зарубежных сортов способствуют расширению ареала вирусных заболеваний, усилению их вредоносности [1]. Задача получения семенного картофеля, не содержащего фитопатогенов, является особенно трудной из-за вегетативного характера размножения картофеля, которое способствует быстрому накоплению в клубнях грибных, бактериальных и вирусных болезней. Высокая вредоносность вирусных болезней картофеля обусловлена тем, что под воздействием инфекции ухудшается рост и развитие растений, снижается урожайность и качество клубней.

В мире описано около 40 вирусов, поражающих картофель [2], но только 6–9 из них являются экономически значимыми из-за широкого распространения и вредоносности. Достоверная диагностика скрытых (латентных) форм возбудителей вирусных и бактериальных болезней является важнейшим условием для своевременного предотвращения развития и сведения к минимуму распространения фитопатогенов.

Особенно актуально для оригинального семеноводства применение высокоспецифичных и чувствительных лабораторных методов для диагностики вирусов и других патогенов картофеля, таких как виroidные и бактериальные болезни [3]. Комплексная диагностика серологическим и молекулярным методами позволяет выявлять широкий спектр вирусных инфекций картофеля: ХВК, УВК, СВК, МВК, АВК, ВСЛК и бактериальную инфекцию (кольцевая гниль, бурая бактериальная гниль), а также виroid веретеновидности клубней картофеля.

Главной целью использования лабораторных методов в оригинальном семеноводстве является получение качественного здорового семенного материала, соответствующего требованиям существующих технических нормативных правовых актов. Согласно Положению о семеноводстве картофеля в Республике Беларусь [4] получение 1-го клубневого поколения определяется выделением исходных родоначальных линий *in vitro* и предусматривает отбор клонов по визуальной оценке ботвы во время вегетации

растений и клубней при уборке, вычленение индексов и оценку полученных растений на зараженность вирусными и бактериальными болезнями методами ИФА- и ПЦР-анализов с последующим получением здоровых линий *in vitro* [5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (далее – Центр) в 2014 и 2015 гг. Опытным материалом служили клоны картофеля сортов белорусской и иностранной селекции. Для выполнения комплексного тестирования с применением методов индексации, ИФА- и ПЦР-анализа были отобраны клоны, типичные данному сорту и визуально здоровые. Индексацию отобранных клонов выполняли согласно методике послеуборочного контроля качества семенного картофеля [6].

Подготовленные индексы выращивали в перлитовом субстрате, который представляет собой кислые алюмосиликатные породы вулканического происхождения и имеет следующий химический состав: 70–75 % SiO_2 , 10–25 % Al_2O_3 , 6–9 % окислов железа, небольшое количество примесей окислов кальция и некоторых других соединений. Выращивание индексов проводили при температуре 18–20 °С и освещенности 3000–4000 люкс при 16-часовом световом фотопериоде. Иммуноферментный анализ листового материала индексов на наличие скрытой вирусной инфекции (ХВК, УВК, СВК, МВК, АВК и ВСЛК) выполняли наборами биохимических реагентов, произведенных в Центре, и фирмы Biogeba согласно прилагаемым протоколам. Оценка результатов осуществляли с использованием фотометра «BIO-RAD 680» при длине волн 490 и 405 нм.

Тестирование по выявлению вириона веретеновидности клубней картофеля, бурой бактериальной, кольцевой гнилей картофеля и X-, Y-, S-, M-, L-, A-вирусов картофеля проводили ПЦР-методом в формате FLASH (Fluorescent Amplification-based Specific Hybridization), используя диагностические наборы ООО «АгроДиагностика», Россия. Метод ПЦР с детекцией по «конечной точке» (FLASH) позволяет учитывать результаты ПЦР, не открывая пробирки, непосредственно после проведения реакции, что исключает возможность контаминации [7].

Детекцию результатов осуществляли на иммунофлуоресцентном ПЦР-детекторе «Джин» (ДНК-технология, Россия), работающем при длинах волн возбуждения/излучения 460/515 и 532/570, выдающем результаты в виде относительных единиц к среднему значению фона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Комплексная оценка клонов картофеля состоит из индексации ИФА и ПЦР-диагностики. Начальным этапом комплексной оценки является проведение индексации отобранных клонов. Для этого были подготовлены и высажены индексы из клубней 2154 клонов следующих сортов: Палац–199, Янка – 100, Бриз – 102, Адретта – 101, Коретта – 102, Лель – 325, Молли – 100, Нара – 224, Зорачка – 100, Лад – 102, Богач – 58, Скарб – 207, Веснянка – 169, Дубрава – 164 и Журавинка – 101. Следует отметить, что не допускаются к диагностике растения-индексы, нетипичные сорту, отстающие в росте и другие, такие растения-индексы выбраковываются.

Следующим этапом комплексной оценки является выявление скрытой вирусной инфекции (ХВК, УВК, СВК, МВК, АВК, ВСЛК) в растениях-индексах, выращенных из клубней клонов исследуемых сортов с применением метода ИФА. Для тестирования отбирали пробы листьев с каждого растения-индекса, иногда можно применять метод

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

так называемого терминального отбора, то есть растение срезают на 1–2 см выше поверхности субстрата.

В таблице 1 представлены результаты отбора клонов картофеля, свободных от скрытой вирусной инфекции. Следует отметить, что все 47 протестированных клонов сорта Лад не содержали вирусной инфекции. Анализ результатов диагностики 47 клонов сорта Зорачка показал, что лишь один клон содержит вирусную инфекцию, все остальные свободны от инфекции. Диагностика клонов сорта Журавинка позволила выявить более 96 % здоровых клонов, из 61 протестированного 59 клонов не содержали вирусной инфекции. При тестировании клонов сорта Палац выявлено 64 клон (56,6 %), не несущих скрытой вирусной инфекции. Тестирование клонов сортов Янка, Адретта, Бриз, Молли и Коретта позволило выявить от 24,2 до 34,3 % клонов, не несущих вирусной инфекции. Меньше всего здоровых клонов было обнаружено при тестировании клонов сорта Скарб – 0,5 %, а в клонах сорта Нара удалось отобрать 2,2 % здорового материала. Анализ 137 клонов сорта Нара выявил всего 3 клон, не несущих скрытой вирусной инфекции. Из 147 протестированных клонов сорта Веснянка выявлен 21 здоровый клон. В протестированной партии клонов сорта Лель 95,3 % содержали скрытую вирусную инфекцию, то есть здоровых клонов было всего 4,6 %.

Следует отметить, что из 2154 высаженных клонов методом ИФА проверено 1493 клон. По результатам анализа отобрано 411 клонов, не содержащих скрытой вирусной инфекции, что составляет 28,0 % от всех протестированных.

Следующим и заключительным этапом комплексного тестирования клонов картофеля на наличие возбудителей вирусных, виroidных и бактериальных болезней является ПЦР-анализ в формате FLASH. При выполнении ПЦР-анализа проводили:

1. Выделение ДНК (РНК) из растительного образца;
2. Амплификацию специфических фрагментов ДНК;
3. Детекцию продуктов амплификации.

Для дальнейшего скрининга использованы не все отобранные клоны. Из 411 здоровых по результатам ИФА клонов для диагностики методом ПЦР-анализа было взято

Таблица 1– Результаты отбора клонов картофеля, свободных от скрытой вирусной инфекции, методом ИФА, 2014–2015 гг.

Сорт	Количество высаженных клонов, шт.	Количество протестированных клонов, шт.	Количество здоровых клонов, шт.	Здоровые клоны, %
Палац	199	113	64	56,6
Янка	100	142	41	28,9
Молли	100	37	19	24,3
Адретта	101	62	15	24,2
Коретта	102	76	19	25,0
Бриз	102	99	34	34,3
Лель	325	171	8	4,7
Нара	224	137	3	2,2
Зорачка	100	47	46	98,0
Лад	102	47	47	100,0
Богач	58	35	26	74,3
Скарб	207	199	1	0,5
Веснянка	169	147	21	14,3
Дубрава	164	120	8	6,7
Журавинка	101	61	59	96,7
Итого	2154	1493	411	28,0

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

всего 287. Количество клонов для ПЦР-анализа отобрано с учетом потребности для введения в культуру *in vitro*. За два года исследований был выполнен скрининг методом ПЦР-анализа клонов следующих сортов: Палац, Янка, Молли, Адретта, Коретта, Бриз, Веснянка, Дубрава, Лель, Нара, Зорачка, Лад, Скарб, Богач и Журавинка (табл. 2).

Максимальное количество свободных от латентной инфекции клонов отмечено для сорта Богач: из 19 протестированных клонов 15 не несли инфекции, что составляет 78,9 %. Количество здоровых клонов сорта Журавинка составило 17 (73,9 %) из 23 протестированных. Тестирование клонов сортов Бриз, Лад, Молли, Адретта и Нара позволило выявить от 62,5 до 68,4 % клонов, не несущих фитоинфекции. Анализ полученных результатов методом ПЦР показал, что 57,9 % клонов сорта Коретта не инфицированы искомыми патогенами, что составляет 11 из 19 проверенных клонов. Проверка 15 клонов сорта Янка позволила выявить 53,3 % клонов, свободных от латентной инфекции. Минимальное количество здоровых клонов выявлено в сортах Зорачка, Веснянка, Лель и Палац (17,0–25 %). По результатам ПЦР-анализа здоровые клоны не выявлены в сортах Дубрава и Скарб.

По результатам ПЦР-анализа выделено 123 (42,9 %) клон, не содержащих латентной инфекции X-, Y-, S-, M-, L-, A-вирусов картофеля, вириода веретеновидности клубней картофеля, бурой бактериальной и кольцевой гнилей картофеля. Отобранные клоны использованы для размножения и поддержания коллекции сортов картофеля в культуре *in vitro*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы по отбору здоровых клонов в семеноводстве картофеля с применением комплекса методов мы пришли к выводу, что отбор здорового материала нужно проводить в три этапа, на каждом из которых выбраковывать материал, несущий фитоинфекцию.

Так, на первом этапе – индексация клонов – было отбраковано более 21 % клонов. На втором этапе выполнено тестирование методом ИФА, по результатам которого выбраковали еще 27,5 % клонов, так как данный материал содержал скрытую вирусную

Таблица 2 – Результаты отбора клонов картофеля, свободных от латентной фитоинфекции, с применением метода ПЦР-анализа, 2014–2015 гг.

Сорт	Количество протестированных клонов, шт.	Количество клонов, свободных от инфекции, шт.	Клоны, не содержащие латентной инфекции, %
Палац	64	11	17,0
Янка	15	8	53,3
Молли	19	13	68,4
Адретта	15	10	66,7
Коретта	19	11	57,9
Бриз	24	15	62,5
Веснянка	21	5	23,8
Дубрава	8	0	0
Зорачка	40	9	22,5
Нара	3	2	66,7
Лель	8	2	25,0
Лад	8	5	62,5
Скарб	1	0	0
Богач	19	15	78,9
Журавинка	23	17	73,9
Итого	287	123	42,9

инфекцию. И завершающим третьим этапом тестирования явилось применение более чувствительного, чем ИФА, молекулярного метода – полимеразной цепной реакции (ПЦР). На этом этапе после выбраковки зараженного материала было отобрано 43 %, или 123 клон, не несущих фитоинфекции.

Однако следует отметить, что переход на тестирование с применением метода ПЦР на начальных этапах диагностики проблематично, так как требует больших финансовых затрат на приобретение диагностикумов, из-за чего объемы тестируемого материала для отбора здорового исходного материала существенно снизятся. Поэтому с целью увеличения диапазона поиска здорового материала необходимо на начальных этапах отбора использовать метод индексации и ИФА, а на заключительных этапах отбора применять более чувствительный метод – ПЦР-диагностику.

Список литературы

1. Сорока, С. В. Вирусы и вирусные болезни сельскохозяйственных культур / С. В. Сорока, Ж. В. Блоцкая, В. В. Вабищевич. – Несвиж: Несвижская укрупн. тип., 2009. – 127 с.
2. Salazar, L. Potato virus after the XX century: effects, dissemination and their control / L. Salazar // Mater. Participants in Pyongyang Intern. Scientific Simpos. On Potato, Pehangan. – DPRK, 2009. – P. 35–42.
3. Гнутова, Р. В. Вирусные и виroidные болезни картофеля на Дальнем Востоке и методы их диагностики в семеноводстве / Р. В. Гнутова, К. А. Можаяева // Защита растений: Изв. ТСХА, 2010. – Вып. 2. – С. 35–43.
4. Положение о семеноводстве картофеля в Республике Беларусь / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; сост.: С. А. Турко, И. И. Колядко, В. И. Дударевич. – Самохваловичи, 2012. – 22 с.
5. Эффективность сочетания полевого отбора с культурой *in vitro* при производстве семенного материала / А. И. Адамова [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Т. 14. – С. 14–19.
6. Методика проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного картофеля. – М.: Изд-во «Икар», 2005. – 112 с.
7. Инструкция по применению реагентов для проведения ПЦР амплификации ДНК фитопатагенов / АгроДиагностика. – М., 2014. – 3 с.

Поступила в редакцию 06.09.2018 г.

E. V. RADKOVICH, G. N. GUSCHA, Yu. V. GLUSHAKOVA,
Yu. A. HALIMONENKO, V. V. ANTSEPOVICH

APPLICATION OF COMPLEX OF DIAGNOSTIC METHODS AT SELECTION OF HEALTHY CLONES IN POTATOES SEED FARMING

SUMMARY

The research results in 2014 and 2015 are presented in the article. It is shown that selection of healthy clones in potatoes seed farming requires application of a complex of diagnostics methods which supplement each other and allow revealing a wide range of viral and bacterial infections.

Key words: potatoes, selection, clone, variety, virus.

УДК 635.21.631.535

В. Г. Семенчук, М. Н. Коленчук, С. Д. Маковийчук

Буковинская государственная сельскохозяйственная опытная станция

НААН Украины, г. Черновцы, Украина

E-mail: vsemenchuk15@gmail.com; buksaes@meta.ua

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УДАЛЕНИЯ БОТВЫ НА ПРОИЗВОДСТВО СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ**РЕЗЮМЕ**

Представлены результаты исследований по срокам удаления ботвы на семеноводческих посевах сортов картофеля в условиях юго-западной части Лесостепи Украины. Исследованиями установлено, что с целью получения большего количества здорового посадочного материала удаление ботвы необходимо проводить через 14 дней после цветения.

Ключевые слова: картофель, картофельная ботва, сорт, производительность, посадочный материал.

ВВЕДЕНИЕ

Основной составляющей в системе семеноводства является добавочное и базовое семеноводство, поскольку реализация потенциала сорта возможна только на основе высокопроизводительного семенного материала, требует постоянного сортообновления и сортосмены, так как культура картофеля базируется на вегетативном размножении.

С целью обеспечения потребностей сортообновления и сортосмены одной из задач семеноводства является увеличение объемов производства высококачественного посадочного материала. На семеноводческих участках главным показателем величины урожая является максимальный выход стандартной фракции посадочного материала [1]. Уничтожение ботвы в оптимальные сроки позволяет уменьшить распространение вирусной инфекции на семенном картофеле, риск распространения фитофтороза с листьев на клубни, ускорить созревание клубней, а также уменьшает механическое повреждение клубней во время уборки [2].

При первичной инфекции пораженность клубней нового урожая зависит от возраста растений в момент инфицирования и временем между поражением ботвы и ее удалением с целью предупреждения перехода вирусов из растений в клубни [3]. Раннее удаление ботвы в семеноводческих посадках предотвращает доступ тлей-переносчиков вирусной инфекции к растениям и тем самым предотвращает накопление возбудителей, способных вызвать вирусные заболевания [4]. Задержка по срокам удаления ботвы приводит к росту пораженности МВК-, СВК-, ХВК-вирусами в 3–4 раза в зависимости от сорта и категории семян картофеля, в первую очередь это касается неустойчивых сортов. В то же время пораженность УВК при раннем и позднем удалении ботвы была равнозначной [5].

Особенно опасны для семенного картофеля вирусные болезни, возбудители которых переносятся насекомыми. Самым активным их вектором в агроценозах картофеля является тля. Поэтому одной из основных задач при выращивании семенного картофеля является применение специальных агроприемов, ограничивающих распространение вирусной инфекции в насаждениях. К таким приемам относится своевременное

удаление ботвы с целью предотвращения распространения вирусной инфекции, учитывая семенную товарность урожая [6].

Исследованиями доказано, что при раннем удалении ботвы поражение семенного материала вирусной инфекцией снижается, а выход семенной фракции увеличивается [7, 8].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Полевые опыты закладывались в селекционно-семеноводческом севообороте Буковинской государственной сельскохозяйственной опытной станции НААН Украины. Предшественник – озимая пшеница. Почва – чернозем тяжелосуглинистый, содержащий 10 мг P_2O_5 , 17 мг K_2O и NO_3 на 100 г почвы. Агротехника – общепринятая для зоны выращивания картофеля. Изучались два ранних сорта картофеля селекции Института картофелеводства Украины Тирас и Скарбница. Учетная площадь – 25 м². Повторность – 4-кратная.

Ботву скашивали вручную согласно схеме опыта (после цветения, через 14 дней после цветения, за 14 дней до уборки, без удаления ботвы – контроль). При репродукции семенного материала ботва удалялась на всех вариантах опыта за 14 дней до уборки урожая.

Все учеты и наблюдения проводили согласно методическим рекомендациям по проведению исследований с картофелем [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Урожайность сортов картофеля Тирас и Скарбница в значительной степени зависела как от генотипа сорта, так и от сроков удаления ботвы. Исследованиями установлено, что наивысшую урожайность обеспечивает удаление ботвы за 14 дней до уборки. У сорта Тирас она составляла в среднем 16,2 т/га, у сорта Скарбница – 31,7 т/га. Однако выход семенной фракции был самый высокий при удалении ботвы через 14 дней после цветения по сравнению с контролем и соответственно составил 56 и 63 % (табл. 1).

При репродукции семенного материала, полученного при разных сроках удаления ботвы, существенной разницы по урожайности, массе клубней и их количестве с одного куста, а также средней массы одного клубня не установлено (табл. 2). Количество растений с признаками внешнего проявления болезней несколько возросло и составило у сорта Тирас 1,5–4,0 % и 1,5–3,5 % у сорта Скарбница. Больше пораженных растений отмечено при посадке семенным материалом, полученным без удаления ботвы, меньше, где ботва была удалена после цветения. Однако общая пораженность вирусными болезнями посадок картофеля сортов Тирас и Скарбница не превышала требований Государственного стандарта по сортовым показателям.

При расчетах экономической эффективности взято количество посадочных клубней, полученных при разных сроках удаления ботвы. При норме посадки 48 тыс. шт/га посадочным материалом, полученным при удалении ботвы через 14 дней после цветения, будет засажена на 0,3 га (сорт Тирас) и на 1,1 га (сорт Скарбница) большая площадь по сравнению с контролем (табл. 3). Соответственно будет получен высокий урожай (при условной урожайности 20 т/га) – на 6 т (сорт Тирас) и 22 т (сорт Скарбница). При реализации товарной продукции (4 тыс. грн/т) условно чистая прибыль составит 140 тыс. грн. (сорт Тирас) и 280 тыс. грн. (Сорт Скарбница), что соответственно на 12 и 44 тыс. грн. больше по сравнению с контролем.

Согласно проведенным расчетам с учетом экспериментальных данных о сроках удаления ботвы наиболее экономически целесообразным с целью получения большего количества посадочного материала является удаление ботвы через 14 дней после цветения.

304 Таблица 1 – Урожайность и ее составляющие растений картофеля сортов Тирас и Скарбница в зависимости от сроков удаления ботвы, 2013–2015 гг.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Масса клубней с куста, г	Количество клубней		Средняя масса одного клубня, г	Фракционный состав клубней, %		
			шт. с куста	тыс. шт/га		< 28 мм	28–60 мм	> 60 мм
Сорт Тирас								
Контроль (без удаления ботвы)	14,9	306	6,7	316	47	25	49	26
Удаление ботвы:								
после цветения	11,1	230	6,1	293	38	49	35	16
через 14 дней после цветения	12,7	255	5,8	282	45	20	56	24
за 14 дней до уборки	16,2	349	7,4	344	47	17	45	38
Сорт Скарбница								
Контроль (без удаления ботвы)	33,8	652	11	537	63	14	53	33
Удаление ботвы:								
после цветения	19,3	362	11	537	36	39	43	18
через 14 дней после цветения	26,2	492	10,5	535	49	15	63	22
за 14 дней до уборки	31,7	633	11,7	546	58	10	56	34
НИР 0,5 т/га	2,2							

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Урожайность, ее составляющие и пораженность насаждений картофеля сортов Тирас и Скарбница вирусными болезнями при репродукции семенного материала, полученного при разных сроках удаления ботвы, 2014–2015 гг.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Масса клубней с куста, г	Количество клубней		Средняя масса одного клубня, г	Фракционный состав клубней, %			Пораженность растений вирусными болезнями, %
			с куста, шт.	тыс. шт/га		< 28 мм	28–60 мм	> 60 мм	
Сорт Тирас									
Семенной материал, полученный: без удаления ботвы	13,8	286	7,2	345	40	28	64	8	4,0
при удалении ботвы после цветения	12,5	250	7,8	390	32	25	68	7	1,5
при удалении ботвы через 14 дней после цветения	13,0	254	7,5	382	34	25	73	2	2,0
при удалении ботвы за 14 дней до уборки	14,1	230	7,2	352	40	23	70	7	3,5
Сорт Скарбница									
Семенной материал, полученный: без удаления ботвы	18,9	450	11,0	460	41	25	70	5	3,5
при удалении ботвы после цветения	20,0	480	10,0	416	48	20	75	5	1,5
при удалении ботвы через 14 дней после цветения	19,6	505	11,5	445	44	28	65	7	2,0
при удалении ботвы за 14 дней до уборки	19,6	450	12,5	456	43	24	68	8	2,5
НИР 0,5 т/га	2,4								

Таблица 3 – Экономический эффект при выращивании картофеля сортов Тирас и Скарбница с использованием посадочного материала, полученного при разных сроках удаления ботвы, 2013–2015 гг.

Варианты опыта	Количество посадочных клубней с 1 га, тыс. шт.	Норма посадки, тыс. шт/га	Площадь насаждений, га	Урожайность, т/га	Валовой сбор, т	Себестоимость, тыс. грн/т	Реализационная цена, тыс. грн/т	Выручка от реализации, тыс. грн.	Чистая прибыль, тыс. грн.
Сорт Тирас									
Семенной материал, полученный: без удаления ботвы	154	48	3,2	20	64	2,0	4,0	256	128
при удалении ботвы после цветения	103	48	2,1	20	42	2,0	4,0	168	84
при удалении ботвы через 14 дней после цветения	166	48	3,5	20	70	2,0	4,0	280	140
при удалении ботвы за 14 дней до уборки	148	48	3,0	20	60	2,0	4,0	240	120
Сорт Скарбница									
Семенной материал, полученный: без удаления ботвы	284	48	5,9	20	118	2,0	4,0	472	236
при удалении ботвы после цветения	230	48	4,8	20	96	2,0	4,0	384	192
при удалении ботвы через 14 дней после цветения	337	48	7,0	20	140	2,0	4,0	560	280
при удалении ботвы за 14 дней до уборки	306	48	6,4	20	128	2,0	4,0	512	256

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованиями установлено, что с целью получения наибольшего количества здорового посадочного материала с учетом урожайности, массы и количества семенных клубней, а также экономических показателей удаления ботвы на картофеле необходимо проводить через 14 дней после цветения.

Список литературы

1. Бондарчук, А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні / А. А. Бондарчук. – Біла Церква, 2010. – С. 264–286.
2. Картопля / за ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. – Біла Церква, 2002. – Т. 1. – 536 с.
3. Анисимов, Б. В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля: практическое руководство / Б. В. Анисимов. – М.: ФТНУ «Росинформагротех», 2004. – 80 с.
4. Семеноводство картофеля на оздоровленной основе / Ф. Ф. Замалиева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2007. – № 2. – С. 18–20.
5. Насмиева, Р. Р. Приемы повышения качества оздоровленного семенного картофеля в условиях вирусного инфекционного фона в республике Татарстан: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Р. Р. Насмиева; Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва имени А. Г. Лорха. – М., 2006. – 19 с.
6. Малявко, А. А. Поражения вирусной инфекцией и семенная продуктивность картофеля при различных сроках удаления ботвы / А. А. Малявко, Ф. Е. Антощенко, В. Н. Свист // Картофелеводство: сб. науч. тр. / ВНИИКХ имени А. Г. Лорха. – М., 2009. – С. 214–220.
7. Нестерова, О. А. Оценка комплекса агроприемов, направленных на повышения продуктивности и качества исходного материала в первичном семеноводстве картофеля / О. А. Нестерова, А. И. Усков // Картофелеводство: результаты исследований, инноваций, практический опыт / Рос. акад. с.-х. наук, ВНИИКХ имени А. Г. Лорха. – М., 2008. – Т. 1. – С. 317–323.
8. Верменко, Ю. Я. Насіннева товарність урожаю сортів картоплі за різних строків збирання / Ю. Я. Верменко, Я. Б. Демкович, Л. В. Столярчук // Картоплярство. – 2010. – № 39. – С. 124–136.
9. Методичні рекомендації щодо досліджень з картоплею / В. С. Куценко [та інш.] // УААН, Інститут картоплярства. – Немішаєве. – 2002. – 182 с.

Поступила в редакцию 12.09.2018 г.

V. G. SEMENCHUK, M. N. KOLENCHUK, S. D. MAKOVYCHUK

EFFECT OF POTATO TOPS EXTRACTION TERMS ON SEED POTATOES PRODUCTIVITY

SUMMARY

The research results are highlighted concerning potato tops extraction terms on seed potato stands in condition of southwestern part of Ukrainian forest steppe. By the research, it is established, that with the aim of obtaining more quantity of planting material, potato tops extraction is necessary to be carried out in 14 days after flowering.

Key words: potatoes, potato tops, variety, productivity, planting material.

РАЗДЕЛ 6

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

УДК 635.21:631.171:633/635

**О. А. Старовойтова¹, В. И. Старовойтов¹, А. А. Манохина²,
Н. В. Воронов³**

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха», пос. Красково,
Люберецкий район, Московская область, Россия
E-mail: agronir2@mail.ru; agronir1@mail.ru

² ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Россия
E-mail: alexman80@list.ru

³ ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический
университет», г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: 7777777@mail.ru

СТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕХАНИЗАЦИИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА В РОССИИ

РЕЗЮМЕ

В статье представлен анализ работы по совершенствованию технологий возделывания картофеля и топинамбура на основе новых достижений, включая нано-, био-, инфо-, когнитивные и социогуманитарные (НБИКС) науки и технологии конвергенции с информационными и биотехнологическими науками.

Ключевые слова: технологии, возделывание картофеля и топинамбура, опытная станция.

Картофель в России – одна из самых высококорентабельных растениеводческих культур, которая пользуется повышенным спросом. Но история становления картофелеводства началась не так давно – 4 марта 1797 г. генерал-прокурор князь А. Н. Самойлов подал на Высочайшее утверждение записку «Об обязанностях Экспедиции Государственного хозяйства, Опекунства иностранных и Сельского домоводства», на которой император Павел I наложил резолюцию: «Быть по сему» [1]. Экспедиция была организована при Сенате. В числе других ее задач значилось «... изыскание надежных и полезных средств для приведения в лучшее состояние земледелия, ремесел и вообще всего, что касается до настоящих выгод Государственных во внутренней и внешней торговле». И далее: «Под надзирательством экспедиции учредить для желающих особенную школу, где преподаваться будут теоретические и практические в том направления». В первом Именном указе генерал-прокурора от 8 марта 1797 г. отмечалось, что из-за вывоза за границу дорожают сельскохозяйственные продукты, необходимые для снабжения армии и флота, и поэтому экспедиции поручалось: определить, сколько продуктов производится в стране, сколько нужно для армии и флота и сколько можно вывозить. Мысль о необходимости постановки опытного дела в сельском хозяйстве появилась в России раньше, чем в других странах, так как первая сельскохозяйственная опытная станция была создана во Франции в 1835 г., в Англии – в 1843 г. и в Германии – в 1851 г.

Родиной русского «тартуфеля», так называли картофель в те времена, является поселок Стрельна под Петербургом. Там на огороде у Путевого Дворца в 1720 г. по велению царя Петра I был посажен «тартуфель» и уже затем стал распространяться по Руси. 30 апреля 1797 г. был объявлен генерал-прокурором Экспедиции Государственного хозяйства, Опекунства иностранных и Сельского домоводства Именной указ «Об учреждении школы практического земледелия» в деревне Чарлево – это теперь поселок Тярлево между г. Пушкиным и г. Павловском под Санкт-Петербургом [2]. В 1822 г. Московским обществом сельского хозяйства при Московской земледельческой школе впервые в России по частной инициативе был организован учебный хутор под руководством профессора московского университета М. Г. Павлова. Указом от 26 декабря 1837 г. учреждено Министерство государственных имуществ, в том числе для заведывания сельским хозяйством. Председателем Ученого комитета многие годы был князь Б. Б. Голицын. В 1845 г. третий департамент преобразован в Департамент сельского хозяйства. К этому времени уже работали четыре учебно-образцовые фермы: Центральная близ Липецка; Северная близ Вологды; Юго-Восточная близ Саратова и Луганская. Северной фермой в это время руководил Э. Е. фон Лодде, впоследствии член Ученого комитета. Название места, где она была, – «Северная ферма» – сохранилось до настоящего времени. В 1860 г. в открытом сельскохозяйственном музее экспонировалась коллекция запущенных на сельскохозяйственной выставке в Париже наиболее усовершенствованных сельскохозяйственных машин и орудий. Так было положено начало сельскохозяйственному машиноведению. В 1877 г. при ботаническом саду в Петербурге создана станция по испытаниям семян, при Петровской академии – станция для испытания сельскохозяйственных машин и орудий, а в 1878 г. при Петербургском лесном институте – сельскохозяйственная химическая станция для производства анализов почв и удобрений. Указ от 21 марта 1894 г. уточнил задачу Ученого комитета, сформулировав ее так: «50. Ученый комитет учреждается для разработки научных и технических вопросов по сельскому хозяйству»; «59. Для специальной разработки и решения вопросов, составляющих предмет ведения комитета, при нем образуются особые бюро: по почвоведению, агрономии, прикладной ботанике, бактериологии, энтомологии, метеорологии, зоологии и зоотехнике, и сельскохозяйственной механике». В 1896 г. при Ученом комитете образована постоянная комиссия по опытному сельскохозяйственному делу, которая разработала «Положение об опытных сельскохозяйственных учреждениях», утвержденное Николаем II 28 мая 1901 г., где отмечалось, что оно распространяется и на государственные, и на частные учреждения. В их обязанности вменялось: проведение опытов, распространение сельскохозяйственных знаний среди населения, изучение местных условий, влияющих на сельскохозяйственное производство. В 1912 г. готовился закон при участии Н. Н. Вавилова, В. Р. Вильямса, Н. М. Тулайкова и других представителей по сельскохозяйственному опытному делу.

Поддержка научных учреждений государством была достаточно значительной, в 1911 г. она составила 1,8 млн руб., в 1913 г. возросла почти до 4,8 млн руб. В отчете Ученого комитета за 1914 г. отмечается, что ряд работ был направлен на изучение шестнадцати сортов свеклы, шести сортов турнепса, трех сортов моркови, четырнадцати сортов картофеля. В Бюро по сельскохозяйственной механике (1907–1917 гг.) изучали воздействие различных конструкций сошников на почву, испытывали тракторы Кейса, Могул и Биг-Фор, изучали влияние работы тракторов на почву и урожайность. В январе 1909 г. было создано Совещание по вопросам сельскохозяйственного машиностроения. Председательствовал Д. Д. Арцыбашев, приняло участие 30 человек, в их числе В. П. Горячкин. В 1912 г. проводились самые широкие испытания машин за все

время существования Бюро, это было обусловлено тем, что российский рынок заполняли машины производства США. Сотрудник Бюро В. Т. Дудников провел на Прибалтийской машиноиспытательной станции испытания двух- и однорядных картофелесажалок 12 типов и картофелекопателей 14 типов. Программа включала предварительные исследования машины, исследования ее работы в поле и хозяйственные испытания. Сотрудники Бюро А. А. Барановский и А. Б. Трейвас изучили работу тракторов в частных имениях. На 1 января 1913 г. там эксплуатировалось 165 тракторов. Они были в имениях графини С. В. Паниной, С. Б. Фальц-Фейна (только в одном его имении Преображенское было 4 трактора), княгини З. Н. Юсуповой, князя З. С. Кочубея, графа И. И. Воронцова-Дашкова, графа А. А. Орлова-Давыдова. Тракторы использовались как паровые, так и с двигателем внутреннего сгорания, колесные, в большинстве производства США, а также Англии и Германии. В этом же году прошло совещание по организации и задачам машиноиспытательных станций (МИС) – решили ограничиться двумя типами: центральные и районные МИС. В Петрограде на Средней Рогатке проведено испытание отечественного шпагата, русских уборочных машин, плугов, рядовых сеялок. Этим решали задачу замены германских и австрийских машин, которые в связи с войной перестали поступать в Россию. Бюро непосредственно содействовало развитию отечественного сельхозмашиностроения, внедрению комплексной механизации в сельскохозяйственное производство и было неполитизированным и демократическим учреждением. С 1909 г. издавались «известия Бюро по сельскохозяйственной механике». Во время первой мировой войны многие сотрудники Бюро были призваны в армию, некоторые из них не вернулись (А. А. Нольде, А. А. Борщевский). Работа замирала. Однако обращает на себя внимание вызванная войной работа «Приспособление для превращения легковых автомобилей в тракторы».

Сельскохозяйственный ученый комитет, преобразованный 10 июля 1922 г. в Государственный институт опытной агрономии (ГИОА), стал прообразом созданной по Постановлению Совета Народных Комиссаров СССР (СНК СССР) от 25 мая 1929 г. Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ), а его отделы явились базой, на которой было создано 12 институтов ВАСХНИЛ, шесть из которых – на базе бюро Ученого комитета. Так был создан Институт механизации сельского хозяйства, в его основу был положен отдел сельскохозяйственных машин Государственного института опытной агрономии и Институт сельскохозяйственной механики при Научно-техническом управлении Высшего Совета народного хозяйства СССР (ВСНХ). СНК СССР утвердил президиум ВАСХНИЛ во главе с Н. И. Вавиловым.

Проводившаяся в стране в конце 1920-х гг. индустриализация сельского хозяйства потребовала дальнейшего развития научных учреждений. Из ГИОА выделился Институт прикладной ботаники и новых культур (ныне ВИР), при Научно-техническом управлении ВСНХ СССР создан Всесоюзный институт сельскохозяйственной механики (ныне ВИСХОМ). На базе Отдела машиноведения ГИОА создавался Всесоюзный институт механизации сельского хозяйства (ВИМ), в состав которого должен был войти и ВИСХОМ. Директором ВИМ стал К. И. Дебу – автор большого числа книг по вопросам механизации сельского хозяйства. ВИМ был создан и начал успешно развиваться в Ленинграде, но 11 декабря 1930 г. малый президиум ВАСХНИЛ принял решение о переводе ВИМа в Москву «для постоянной увязки работы института с органами Наркомзема и хозяйственными организациями». В Москве был фактически создан новый институт со своими кадрами. После многочисленных преобразований Ленинградское отделение ВИМ переросло в НИИ и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства Нечерноземной зоны РФ (НИПТИМЭСХ НЗ РФ), который

подчинялся Наркомзему СССР. Директором был назначен Ф. Р. Дунаевский. Лабораторию механизации овощеводства возглавлял А. С. Беляев. Под его руководством велись работы по созданию широкозахватных машин для возделывания овощей на грядках.

До революции вопросы возделывания картофеля изучали на нескольких опытных станциях и полях. Собственных сортов картофеля в России не было. В 1919 г. решено организовать селекционную работу и сосредоточить ее в Коренево – рядом с Песчано-картофельным опытным полем. Так возникла Кореневская картофельная селекционная станция. Ее организатором и научным руководителем был А. Г. Лорх, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии СССР. В 1925 г. организовано массовое географическое сортоиспытание по СССР, которое легло в основу будущей Госсортсети. Уже в 1922–1929 гг. на станции созданы первые советские сорта картофеля – Лорх и Кореневский.

В 1930 г. станция была преобразована в Научно-исследовательский институт картофельного хозяйства (НИИКХ). В разные годы над созданием сортов работали А. Г. Лорх, П. С. Гусев, К. З. Будин и др. Наряду с селекцией картофеля в институте получали развитие исследования по агротехнике и удобрению, защите, хранению, переработке картофеля, экономике и механизации. Разработаны и внедрены различные технологии возделывания и хранения картофеля [3, 4]. В 1931 г. была создана лаборатория механизации для разработки и усовершенствования рабочих органов машин для производства картофеля. В процессе исследований были усовершенствованы рабочие органы к картофелесажалкам и культиваторам. Совместно с ВИСХОМ, Гипронисельпромом (г. Орел) и ГСКБ (г. Рязань) разработаны картофелесортировальные пункты КСП-25, КСП-50. Первый советский прицепной картофелеуборочный комбайн КОК-2 был создан при участии сотрудников лаборатории. В 1987 г. учеными была написана книга «Автоматизация контроля качества картофеля, овощей и плодов», представляющая собой первый фундаментальный труд, описывающий теоретические и практические достижения в товарной подготовке картофеля России. Исследования по созданию зональных технологий возделывания картофеля, обеспечивающих повышение урожайности на 8–25 %, комбайновую уборку и снижение потерь клубней в 1,5–3,0 раза, реализованы НИИКХ в виде рабочих органов для нарезки гребней и гряд перед посадкой и для ухода за растениями. Они массово внедрены в производство в Московской, Калужской, Ивановской и других областях на площади более 100 тыс. га и серийно выпускаются отечественными заводами. Картофелесортировальные пункты КСП-25, КСП-15В, МСК-8, разработанные ВИСХОМ, ГСКБ г. Рязань с участием сотрудников лаборатории механизации, серийно изготавливает завод «Агротехмаш» г. Рязань. Лабораторией механизации совместно с другими организациями на базе созданных рабочих органов разработаны комплексы машин и новые технологии: интенсивная (заворовская), широкорядная (с междурядьями 90 см), грядово-ленточная.

В 1991 г. учеными и специалистами был реализован научно-технический проект «Разработка машины для дефектации картофеля – УСДК-2Ф». Машина представляла шестиручьевой двухфракционный робот-сортировщик картофеля по оптическим признакам качества клубнеплодов с производительностью до 5 т в час, была изготовлена на Ленинградском машиностроительном объединении имени Карла Маркса и оснащена оптико-электронными блоками оценки качества клубней ПДК-4 и ПДК-5, изготовленными на Ленинградском оптико-механическом объединении имени В. И. Ленина. Установка сухой дефектации картофеля УСДК-2Ф предназначалась для использования в комплексах товарной обработки картофеля ТОК-1,5 и ТОК-15 (г. Ленинград). Для оценки содержания крахмала в клубнях партий продовольственного картофеля был разработан «экспресс-метод определения содержания крахмала в клубнях картофеля»

и создан прямопоказывающий прибор с «бегущей строкой» [5, 6]. В 1995–1996 гг. НИИКХ завершил разработку экологически чистой технологии борьбы с колорадским жуком. Совместно с АО «Звезда» был разработан и создан четырехрядный пневмосборщик колорадского жука с исключением использования инсектицидов. Новое направление исследований – разработка гибких технологий и многофункциональных рабочих органов машин. Более 10 машин, агрегатов и технологических линий внедрено в массовое производство.

В настоящее время научные коллективы продолжают работы по совершенствованию технологий возделывания картофеля и топинамбура на основе новых достижений, включая конвергенцию нано-, био-, инфо-, когнитивных и социогуманитарных (НБИКС) наук и технологии конвергенции с информационными и биотехнологическими науками.

Список литературы

1. Эрк, Ф. Н. Из истории становления сельскохозяйственной механики в России / Ф. Н. Эрк. – СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2004. – 99 с.
2. Указ «Об учреждении школы практического земледелия» // Полное Собрание Законов Российской Империи: Собрание первое: С 1649 по 12 декабря 1825 года. – СПб.: Типография II Отд-ния собств. Е. И. В. канцелярии, 1830. – Т. 24. – С. 600–601.
3. Коршунов, А. В. Картофель России: в 3 т. / А. В. Коршунов; под ред. А. В. Коршунова. – М.: Достижения АПК, 2003. – Т. 3. – 332 с.
4. Филиппова, Г. И. Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха: история создания, развитие и результаты научных исследований по культуре картофеля / Г. И. Филиппова, С. В. Жевора, Н. А. Янюшкина // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля: сб. науч. тр. / ФГБНУ ВНИИКХ; ред. С. В. Жевора; сост.: Б. В. Анисимов, Г. И. Филиппова. – М., 2015. – С. 3–14.
5. Воронов, Н. В. Из истории создания уникальных роботизированных комплексов товарной обработки картофеля ТОК-1,5 и ТОК-15 в Ленинграде. Программа «Интенсификация-90» / Н. В. Воронов, В. И. Старовойтов, Н. Н. Воронов // История науки и техники: сб. тр. конф. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – Т. 1. – С. 51–54.
6. Новый инструментальный экспресс-метод определения содержания крахмала в клубнях картофеля / К. З. Будин [и др.] // Моделирование процессов и систем в отраслях АПК: сб. тез. докл. конф. – СПб.: ГНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», 1993. – Вып. 2.

Поступила в редакцию 23.08.2018 г.

O. A. STAROVOYTOVA, V. I. STAROVOYTOV, A. A. MANOHINA,
N. V. VORONOV

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND MECHANIZATION OF POTATOES GROWING IN RUSSIA

SUMMARY

The work development analysis of improvement of potatoes and Jerusalem artichoke cultivation technologies on the basis of new achievements are shown in the article including nano-, bio-, info-, cognitive and socio-humanistic (NBICS) of convergence technology with information and biotechnological sciences.

Key words: technologies, potatoes and Jerusalem artichoke cultivation, experimental station.

Научное издание

КАРТОФЕЛЕВОДСТВО
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
ТОМ 26

Основан в 1970 году

Ответственный за выпуск А. А. Ванягина

Издано по заказу РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», ул. Ковалева, 2а, аг. Самохваловичи, Минский район, Минская область, 223013, Республика Беларусь.
Тел/факс: + 37517 506-67-79. E-mail: belbulba@belbulba.by

Подписано в печать 28.12.2018. Формат 70×100 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 25,51. Уч.-изд. л. 25,40. Тираж 100 экз. Заказ 44.
Издатель и полиграфическое исполнение: Государственное предприятие «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/39 от 20.09.2013.
Ул. Казинца, 103, 220108, Минск.