

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



КАРТОФЕЛЕВОДСТВО

Сборник научных трудов

Том 24

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

POTATO-GROWING

Proceedings

Volume 24

Минск 2016

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, 2016. – Т. 24. – 432 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. Фицура, А.В. Чашинский, И.И. Бусько, И.А. Родькина, Е.В. Радкович, О.В. Маханько, 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, O.V. Mahanko, V.V. Azarenko, Z.V. Lovkis

© Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2016
© Оформление. Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Селекция картофеля

<i>Гулько Ю.В., Маханько В.Л.</i> Динамика накопления урожая раннеспелыми сортообразцами картофеля	7
<i>Дергачева Н.В., Согуляк С.В.</i> Новые сорта картофеля селекции Сибирского НИИ сельского хозяйства	17
<i>Пискун Г.И., Козлова Л.Н.</i> Оценка гибридных комбинаций по наследованию потомством высокого содержания антиоксидантов ...	25
<i>Чашинский А.В.</i> Использование диких видов картофеля из Северной и Южной Америки при создании исходного материала, устойчивого к фитофторозу	33
<i>Черемисин А.И., Дергачева Н.В.</i> Сравнительная оценка сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции по продуктивности и качеству в условиях Омской области	50
<i>Шанина Е.П., Клюкина Е.М., Стафеева М.А.</i> Анализ комбинационной способности исходных родительских форм картофеля по признаку продуктивности	56

Раздел 2. Генетика картофеля

<i>Волуевич Е.А., Борзяк В.С., Лукаш В.И.</i> Анализ аллельного состояния генов устойчивости к вирусам в сортах картофеля с использованием молекулярных маркеров	63
<i>Донская И., Гапеева Т.А., Кабачевская Е.М., Радцевич Н.А., Третьякова Т.Г., Волотовский И.Д.</i> Оценка транскриптомов трансгенных растений картофеля, экспрессирующих гены антимикробных пептидов	73
<i>Кирпа-Несмиян Т.М., Рудас В.А., Осипенко В.А., Хархота М.А., Кучук Н.В.</i> Растения картофеля <i>Solanum tuberosum</i> , экспрессирующие ген $\Delta 12$ -ацил-липидной десатуразы цианобактерии	81
<i>Козлов В.А.</i> Создание на основе диких и культурных видов картофеля исходного материала с высоким содержанием крахмала	88
<i>Козлов В.А.</i> Схема создания исходного материала на основе дигиплоидов и диких видов картофеля	100
<i>Подгаецкий А.А., Кравченко Н.В., Падалка Ю.М.</i> Влияние гамма-облучения гибридных семян картофеля на их прорастание, жизнеспособность	107
<i>Русецкий Н.В.</i> Испытание селекционного материала картофеля на полевую устойчивость к вирусным болезням	115
<i>Чалая Н.А., Rogozina Е.В.</i> Характеристика межвидовых гибридных клонов картофеля из коллекции ВИР по технологическим свойствам клубней	123

Раздел 3. Иммуитет и защита картофеля

Бусько И.И., Фицура Д.Д., Назаров В.Н., Леванцевич И.В. Фитопатологическая ситуация на картофеле и пути ее решения	130
Варищев Ю.А., Сафенкова И.В., Зайцев И.А., Варищева Г.П. Разработка иммуноферментных диагностических тест-систем для выявления возбудителя черной ножки картофеля (<i>Pectobacterium atrosepticum</i>)	139
Заикин Б.А., Зейрук В.Н., Акимов Т.А., Серегин И.А., Белов Г.Л. Оценка влияния протравителей на рост и развитие семенного картофеля	149
Радкович Е.В., Гуца Г.Н., Глушакова Ю.В., Родькина И.А. Отбор и использование белорусских изолятов ХВК для получения вирусного препарата	155
Турко С.А., Фицура Д.Д., Бусько И.И., Назаров В.Н., Гасило Д.С., Сердюков В.А., Леванцевич И.В., Манцевич Л.А. Эффективность защиты картофеля от сорняков, дозы удобрений и урожайность картофеля на грядах	162

Раздел 4. Технология производства, переработки и хранения картофеля

Андреанов А.Д., Андреанов Д.А., Егоров Д.Н., Кузнецов Н.В. Грин Лифт – новейшее средство регулирования продукционного процесса раннего картофеля	176
Борисёнок О.И., Балыш А.И. Технология возделывания картофеля при широкорядных посадках	202
Васильева С.В., Овс Е.В., Зейрук В.Н., Абашкин О.В., Старовойтова О.А., Абросимов Д.В., Масюк Ю.А. Сравнительная характеристика биоценозов картофеля и топинамбура в меняющихся климатических условиях	210
Вильдфлуш И.Р., Ионас Е.Л. Сортовая отзывчивость новых сортов картофеля на применение удобрений и регуляторов роста в условиях северо-восточной части Беларуси	218
Гасило Д.С., Турко С.А. Плотность почвы – один из основных элементов при выращивании картофеля	228
Горбунов А.К. Влияние сроков посадки на продуктивность картофеля в лесостепи Южного Урала в зависимости от приемов выращивания	240
Ильчук Р.В., Ильчук Ю.Р. Качественные показатели картофеля разных групп спелости в зависимости от сроков посадки и доз удобрения	248
Ловкис З.В., Зайченко Д.А., Арнаут С.А., Литвинчук А.А. Линия по вакуумированию картофеля и топинамбура	254

Ловкис З.В., Петюшев Н.Н., Арнаут С.А., Литвинчук А.А., Гоман Д.И. Технология переработки отходов картофелекрахмального производства	262
Ловкис З.В., Петюшев Н.Н., Арнаут С.А., Литвинчук А.А., Евтушевская Л.В. Исследование технологии диспергирования сухого картофельного пюре и топинамбура	271
Ловкис З.В., Шепишелев А.А., Арнаут С.А., Литвинчук А.А., Данилюк А.С. Исследование и построение рабочих характеристик моечной машины щеточного типа	280
Ловкис З.В., Шепишелев А.А., Зайченко Д.А., Арнаут С.А., Данилюк А.С. Исследование и построение рабочих характеристик машины моечной барабанной	291
Панов А.И. Обоснование конструкции фрезерного культиватора-гребнеобразователя	299
Сидоренко Т.Н., Тихонова Л.Г. Зависимость накопления урожая картофеля от погодных условий	307
Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Продуктивность картофеля в зависимости от применения микробиологических удобрений	312

Раздел 5. Семеноводство картофеля

Антонова Д.Л., Циклаури Д.В., Гогичаишвили А.Д., Хокришвили Л.А. Влияние концентраций витаминов и гормонов в питательной среде на рост и развитие картофеля в культуре <i>in vitro</i>	322
Анципович В.В., Адамова А.И., Радкович Е.В., Безносенко А.В. Эффективность применения наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Су, Фе» в культуре <i>in vitro</i> картофеля	327
Анципович Н.А., Маханько В.Л., Анципович В.В. Влияние размера посадочного клубня на качество оригинального семенного материала картофеля	333
Анципович Н.А., Попкович А.И. Качество семенного картофеля и его продуктивность при использовании биоорганических препаратов «Прорастин» и «Полистин»	340
Дударевич В.И., Попкович А.И. Зависимость посевных и семенных качеств от глубины и густоты посадки при производстве семенного картофеля по грядовой технологии	346
Овэс Е.В., Колесова О.С., Жевора С.В. Инновационный способ выращивания микроклубней картофеля <i>in vitro</i>	353
Попкович А.И., Родькина И.А., Анципович В.В. Оценка эффективности современных микро- и наноудобрений в семеноводческих посадках картофеля	362

Рылко В.А. Влияние режима хранения на лежкость и продуктивные свойства клубней картофеля	369
Семенова З.А., Анципович В.В., Хадыко О.Н., Азизбеян С.Г. Влияние наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» на продуктивность растений картофеля в условиях аэропоники	376
Сердюков В.А., Рылко В.А. Лежкоспособность клубней сортов картофеля белорусской селекции при различных режимах хранения	383
Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Использование биоконтейнеров для выращивания картофеля	387
Усков А.И., Кравченко Д.В., Галушка П.А., Ускова Л.Б. Результаты исследований по использованию новых геропротекторов в семеноводстве картофеля	396
Шабанов А.Э., Анисимов Б.В., Киселев А.И., Зебрин С.Н. Продуктивность новых перспективных сортов картофеля в разных условиях выращивания	409

Раздел 6. Общие вопросы картофелеводства

Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С., Манохина А.А. Внедрение достижений союзной программы «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» в отрасль картофелеводства	415
Тульчев В.В., Жевора С.В. Скоординированное развитие картофелепродуктового подкомплекса АПК России и Беларуси в условиях совершенствования международного менеджмента и маркетинга	421

РАЗДЕЛ 1

СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:[631.526.32 + 631.559] (476)

Ю.В. Гунько, В.Л. Маханько

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

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ УРОЖАЯ РАННЕСПЕЛЫМИ СОРТООБРАЗЦАМИ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В статье приведены данные об особенностях формирования урожая раннеспелыми сортобразцами картофеля. Для получения стабильных сборов свежего картофеля в ранние сроки целесообразно выращивать несколько различных сортобразцов, так как разные формы по-разному реагируют на особенности вегетационного периода.

Ключевые слова: картофель, сортобразец, динамика, урожай.

ВВЕДЕНИЕ

Огромный экспериментальный материал, собранный за последнее столетие по культуре картофеля, в большинстве случаев дает оценку тех или иных приемов агротехники, вносимых удобрений или культивируемых сортов по конечному урожаю. Учет только конечного урожая не может вскрыть всех причин, определивших в течение вегетации образование высокого урожая. Логично и неизбежно поэтому после общей оценки агромероприятий по конечному урожаю переходить к изучению динамики его накопления [1].

У каждого вида растений рост и развитие проходят по своим, присущим лишь данному виду закономерностям. Рост картофеля описан многими исследователями. Динамика роста как накопления массы ботвы и клубней наиболее полно раскрыта в работах П.И. Альсмика и А.Г. Лорха, которые показали, что масса ботвы после появления всходов постепенно увеличивается, достигая максимальной величины в фазу цветения. После этого масса ботвы начинает постепенно снижаться за счет отмирания листьев и оттока пластических веществ наземных органов в клубни. При этом на графиках, характеризующих динамику роста ботвы и клубней, большое значение имеет место пересечения кривых их роста. Чем раньше это пересечение происходит, тем урожайнее и более раннеспелой являются изучаемая форма и сорт [1–5].

Урожайность картофеля зависит главным образом от количества клубней под кустом и средней массы одного клубня. Оба этих признака генетически

обусловлены и передаются по наследству. По данным Н.И. Никулиной, количество клубней в большей степени обусловлено генетически и менее подвержено изменениям под влиянием внешней среды [6–10]. Изучая биологию формирования и накопления урожая клубней картофеля, Н.Д. Гончаров отмечал, что факторы внешних условий оказывают существенное влияние на этот процесс через составные элементы урожайности [11].

Основное назначение ранних и среднеранних сортов картофеля – получение высокого товарного урожая клубней в ранние сроки уборки в течение летних месяцев, следовательно, в испытании скороспелых сортов картофеля большое внимание уделяется динамическому испытанию.

Согласно принятым в Беларуси критериям, ранними принято считать образцы картофеля, обеспечивающие товарную урожайность клубней не менее 10 т/га на 35-й день после всходов. Физиологическая скороспелость сорта не всегда совпадает с хозяйственной. Для получения высокого товарного урожая клубней в ранние сроки уборки сорт не обязательно должен быть физиологически скороспелым и относиться к ранней группе спелости [8].

Скороспелые сорта обладают рядом преимуществ перед сортами более поздних групп спелости:

1. Способны давать хозяйственно значимый урожай в конце июня – начале июля, когда цены на свежий картофель в 3–4 раза выше осенних.

2. Успевают формировать полноценный урожай в более короткие сроки и преимущественно до массового развития фитофтороза. На их возделывание требуется меньшее количество средств защиты, удельный вес которых в себестоимости продукции сейчас особенно высок, и одновременно снижается пестицидная нагрузка на внешнюю среду.

3. За счет более активного протекания физиологических процессов успевают сформировать достаточно высокий конечный урожай до наступления кратковременной засухи во второй период вегетации, которая почти ежегодно наблюдается в Беларуси [12].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2014–2015 гг. в селекционном питомнике динамического сортоиспытания. Объектом исследований служили сорта и гибриды картофеля ранней группы спелости. Все сорта и гибриды испытывались в течение двух лет. Сортообразцы высаживались в четырехкратной повторности однорядковыми делянками. Расположение делянок системное. Каждая проба представлена 10-ю растениями. Первый динамический учет начинали с 35-го дня после всходов, два последующих – с интервалом 10 дней. Учитывали массу ботвы, количество стеблей, величину урожая, количество клубней, выход товарной продукции.

Схема опыта по испытанию сортообразцов строилась с учетом ряда методик по ведению селекционного процесса и обработки экспериментальных

данных исследований на ПЭВМ с использованием ряда пакетов специализированных прикладных программ (AB-Stat V - 1,1, Microsoft Excel) [13–16].

Учет урожая и определение его структуры, определение содержания крахмала, оценку столовых качеств выполняли согласно Методике исследований по культуре картофеля [17].

Метеорологические условия для проведения посадки картофеля, его прорастания и появления всходов, а в дальнейшем формирования надземной части растения были в 2014 г. в центральной части Беларуси весьма сложными. Холодная погода, частые обильные дожди создали значительное переувлажнение и уплотнение почвы. Появление всходов было затруднено. В последней декаде мая агрометеорологические условия для проведения полевых работ, роста и развития культуры улучшились, однако почва осталась переуплотненной.

Среднемесячная температура в первой декаде июня была выше средних многолетних данных на 1,5 °С, среднесуточное ее значение составляло 18,8 °С. Вторая и третья декады прошли в соответствии с нормой – 17,6–17,8 °С, а за месяц средняя температура воздуха составила 16,2 °С, что на 1,1 °С ниже нормы. В целом следующие летние месяцы были примерно на уровне средних многолетних наблюдений.

Метеорологические условия вегетационного периода 2015 г. были благоприятными для роста и развития картофеля. Весной преобладала солнечная и сухая погода. Температура воздуха была в среднем на 1,1 °С ниже средних многолетних наблюдений. Несмотря на дефицит осадков, влагозапасы в почве были достаточные. Температура воздуха летом в среднем была на уровне климатической нормы (рис. 1, 2).

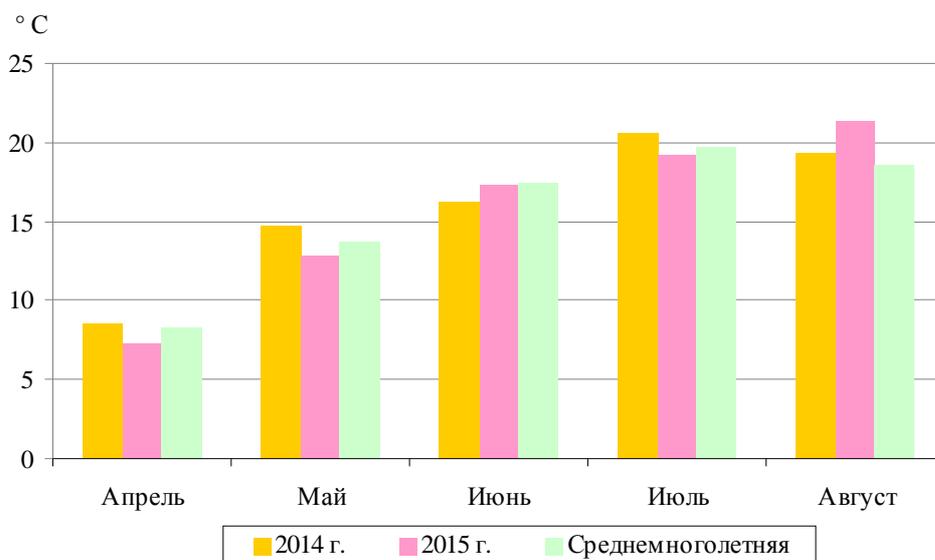


Рисунок 1 – Средняя температура воздуха за вегетационный период в 2014–2015 гг., °С

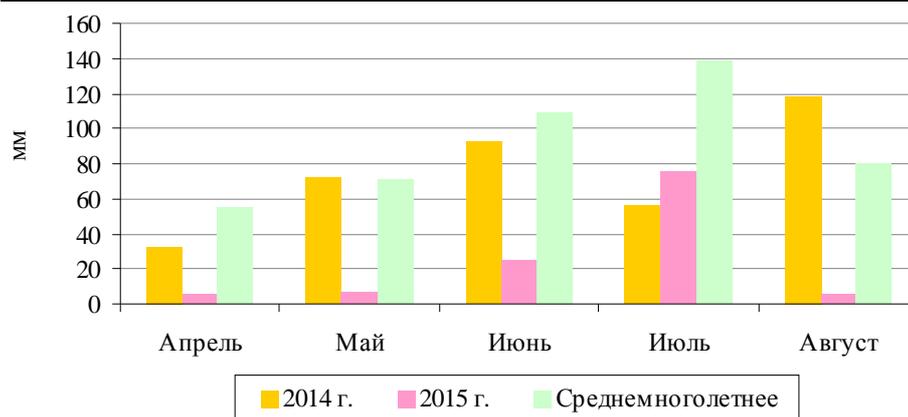


Рисунок 2 – Количество осадков за вегетационный период в 2014–2015 гг., мм

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В динамике урожай картофеля формируется в результате постепенного накопления массы клубней. Органические вещества, откладывающиеся в клубнях, синтезируются ботвой в процессе фотосинтеза. Поэтому, располагая информацией о динамике накопления массы ботвы и массы клубней, можно составить четкое представление об особенностях формирования урожая изучаемых сортов и селекционных гибридов.

Чтобы проследить динамику накопления урожая скороспелыми сортаобразцами в центральной части Беларуси, нами были проведены динамические копки картофеля на 35, 45, 55-й день после всходов.

Прежде всего, необходимо отметить широкий размах варьирования каждого из элементов продуктивности. В ряде случаев этот показатель достигает 30–50 % в зависимости от условий выращивания и генотипа. Абсолютные значения элементов структуры урожая зависят от сорта, размера семенных клубней, плодородия, удобрённости почвы, влажности почвы в разные фазы роста и развития растений картофеля.

Количество клубней на растении во многом определяется количеством стеблей. В неблагоприятных условиях 2014 г. в среднем количество стеблей на растении было 4,5 шт. В 2015 г. этот признак был выше и составил 6,8 шт. на растении. Наибольшим количеством стеблей в среднем за два года характеризовался гибрид 052672-31 (6,0 шт.), у стандартного сорта Лилея этот показатель был ниже и составил 3,5 шт. на растении, а у гибрида 072822-3 количество стеблей в 2014–2015 гг. на растении составляло 4,8 шт. (рис. 3).

Масса ботвы – это признак, в наибольшей степени зависящий от генотипа. В 2014 г. на 35-й день после всходов масса ботвы колебалась от 0,58 до 0,64 кг на растение. Это говорит о том, что изучаемые гибриды по данному показателю структуры урожая были на уровне стандартного сорта Лилея. На 45-й и 55-й день после всходов масса ботвы снижалась. В благоприятных условиях 2015 г. общей закономерностью для всех изучаемых сортобразцов было то, что

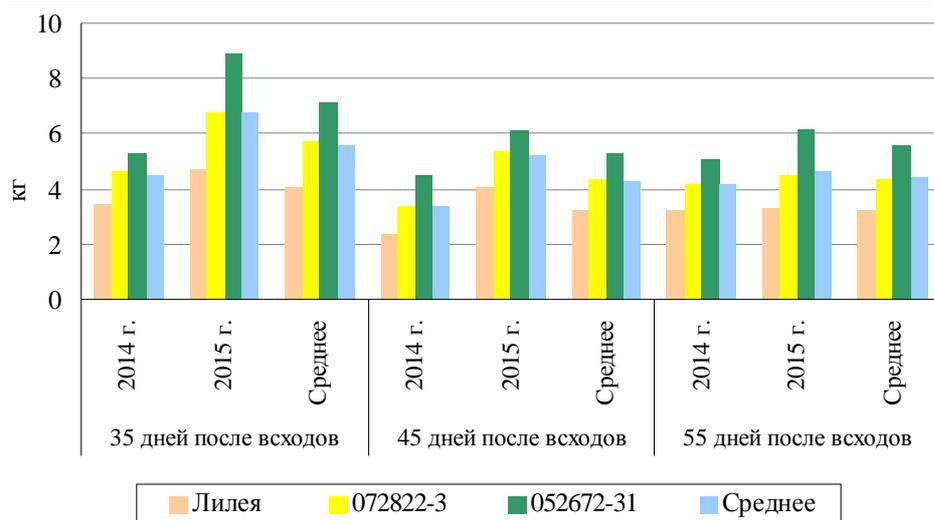


Рисунок 3 – Количество стеблей у сортообразцов картофеля в питомнике динамического испытания в 2014–2015 гг., шт.

максимальная масса ботвы была на 35-й день после всходов, а с каждым последующим сроком уборки данный показатель снижался (рис. 4).

Накопление массы ботвы идет до фазы полного цветения. С завершением цветения масса ботвы начинает уменьшаться. Это происходит за счет отмирания листьев и оттока пластических веществ в клубни. Увеличение массы клубней происходит вплоть до завершения вегетации растений картофеля.

Масса клубней одного растения является одним из основных элементов структуры, определяющих величину конечного урожая.

Средняя масса клубня является элементом структуры урожая картофеля, характеризующим урожай одновременно с количественной и качественной

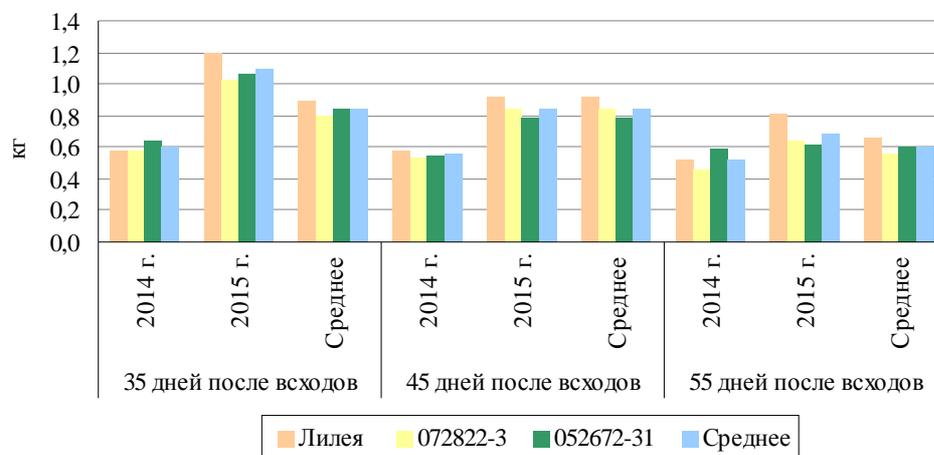


Рисунок 4 – Масса ботвы у сортообразцов картофеля в питомнике динамического испытания в 2014–2015 гг., кг/растение

стороны. У малостебельных растений, образующих меньшее количество клубней, масса каждого из них значительно больше, чем у многостебельных.

Как видно из рисунка 5, генетический потенциал клубнеобразования наиболее полно проявился в благоприятных условиях вегетации 2015 г. Количество клубней в 2014 г. на 35-й день после всходов колебалось в пределах 9,2–12,6 шт. на растение, в 2015 г. этот показатель был выше и составил от 16,0 до 21,2 шт. Самое большое количество клубней в среднем за два года было сформировано у гибрида 072822-3 (14,5 шт.), в то время как у сорта-стандарта Лилея было получено только 10,8 шт. на растение. У гибрида 052672-31 в среднем за годы исследований количество клубней было 12,2 шт. на растение.

Неоднозначен вклад клубней различных фракций в величину урожая. Так, по количеству в урожае существенный удельный вес приходится на мелкие клубни (около 30–40%). Удельный вес количества крупных клубней в урожае невелик. Однако по массе клубней основу урожая (более 60–80%) составляют крупные клубни и средней величины.

Учет урожая на 35-й день после всходов показал, что изучаемые сортообразцы несущественно различаются по количеству товарных клубней, которое варьировало от 4,0 до 5,8 шт. на растение в 2014 г. и от 7,8 до 10,0 шт. на растение в благоприятных условиях 2015 г. Наибольшим количеством клубней товарной фракции характеризовались оба гибрида. В среднем за годы испытаний этот показатель был следующий: у гибрида 072822-3 – 7,2 шт. на растение и у гибрида 052672-31 – 7,5 шт., у стандартного сорта Лилея количество товарных клубней было ниже и составило 6,4 шт. на растение (рис. 6).

По результатам двухлетних испытаний высокой общей и товарной урожайностью по годам на 35-й день после всходов характеризовался гибрид 052672-31. Он достоверно превосходил стандартный сорт Лилея в среднем за два года по товарной урожайности на 7,4 т/га (НСР05 – 3,98) и по общей

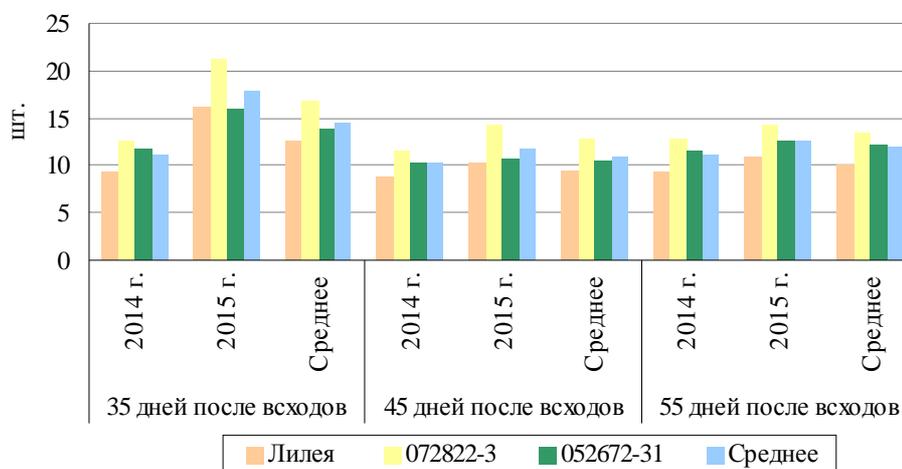


Рисунок 5 – Количество клубней у сортообразцов картофеля в питомнике динамического испытания в 2014–2015 гг., шт./растение

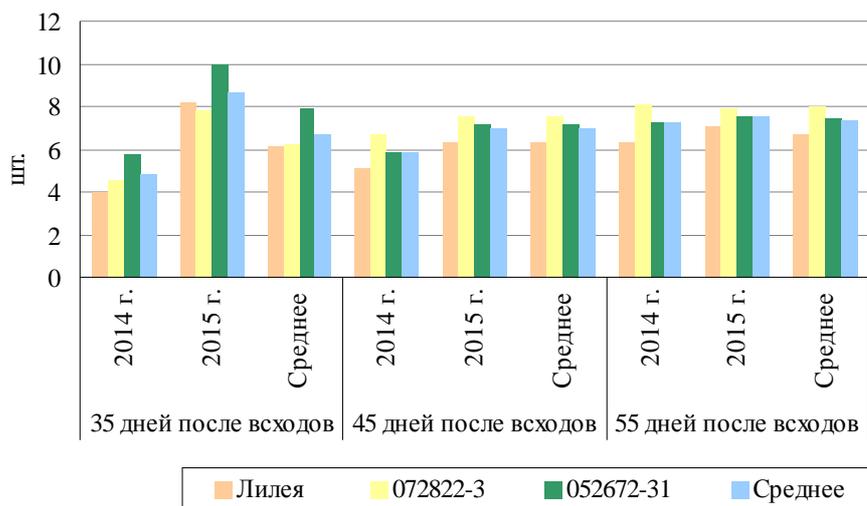


Рисунок 6 – Количество товарных клубней у сортообразцов картофеля в питомнике динамического испытания в 2014–2015 гг., шт/растение

урожайности на 9,5 т/га (НСР05 – 5,12), а гибрид 072822-3 по этим двум показателям был на уровне стандартного сорта Лиляя (15,0 т/га – товарная урожайность и 23,5 т/га – общая урожайность на 35-й день после всходов) (рис. 7, 8).

По результатам исследований передан в государственное испытание сорт картофеля *Першацвет* (селекционный номер 052672-31). Происхождение: К 3545 × 002406-80, ранний, столового назначения. Устойчив к картофельной нематодe (Ro1) и обычному патотипу рака картофеля. Максимальная урожайность 67,8 т/га, содержание крахмала до 13,8 %.

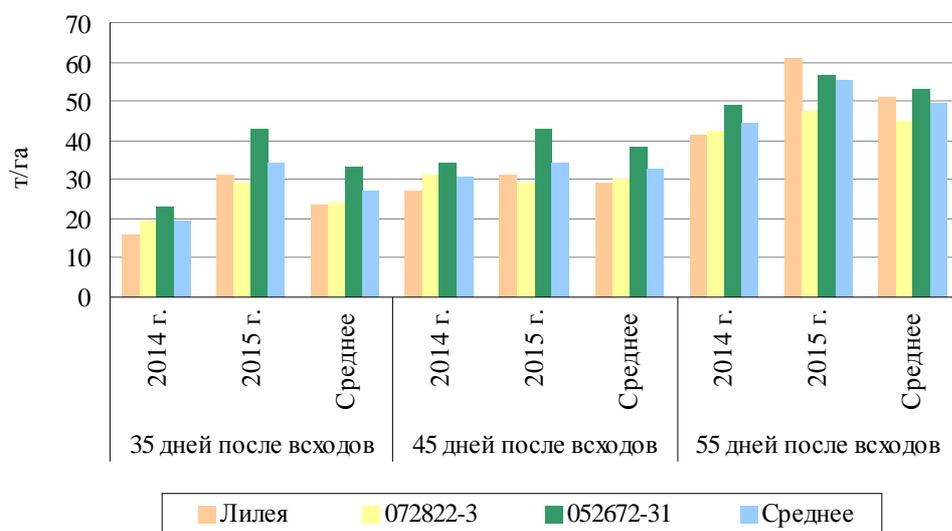


Рисунок 7 – Общая урожайность клубней у сортообразцов картофеля в питомнике динамического испытания в 2014–2015 гг., т/га

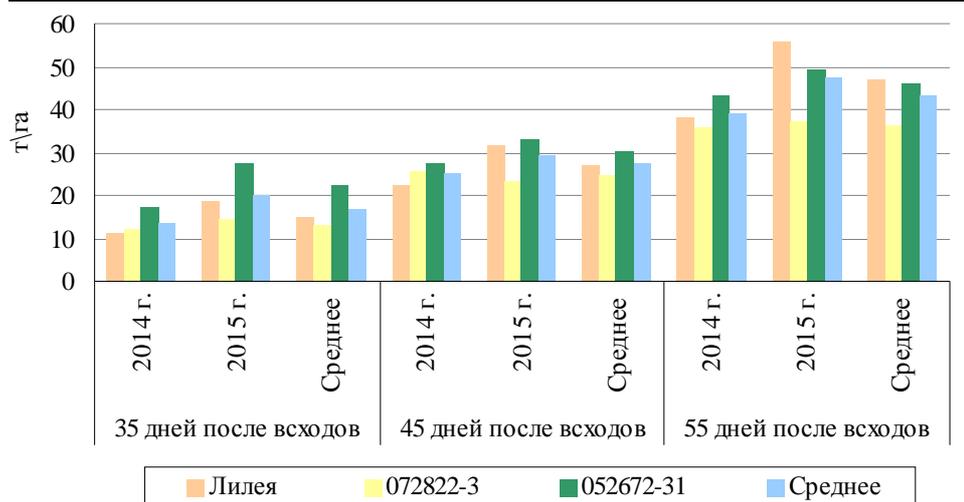


Рисунок 8 – Товарная урожайность у сортообразцов картофеля в питомнике динамического испытания в 2014–2015 гг., т/га

Сорт относительно высокоустойчив к сухой фузариозной гнили, раневой водянистой гнили, ризоктониозу, среднеустойчив к фитофторозу листьев, антракнозу, парше обыкновенной. Сорт отличается высокой устойчивостью к вирусам Y, L, средней – к вирусам S, M, восприимчив к вирусу X, высокоустойчив к механическим повреждениям.

Клубни округлые, красные с мелкими глазками, кожура сетчатая, мякоть желтая, устойчивая к механическим повреждениям. Вкусовые качества хорошие. Лежкость хорошая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период с июля и в течение всего периода хранения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, располагая информацией о динамике накопления массы ботвы и клубней, можно составить четкое представление об особенностях формирования урожая изучаемых сортов и селекционных гибридов.

По результатам исследований в государственное испытание передан сорт картофеля Першацвет (селекционный номер 052672-31) – ранний, нематодоустойчивый, столового назначения с урожайностью до 67,8 т/га, имеющий привлекательный внешний вид, обладающий комплексной устойчивостью к болезням и хорошими вкусовыми качествами.

Список литературы

1. Лорх, А.Г. Динамика накопления урожая картофеля / А.Г. Лорх. – М.: Сельхозгиз., 1948. – 192 с.
2. Альсмік, П. Бульба і дынаміка яе росту / П. Альсмік; Беларус. акад. навук, Ін-т біял. навук. – Минск, 1933. – 112 с.

3. Мельничук, Д.И. Статистическая оценка индивидуальной продуктивности картофеля сорта Павлинка / Д.И. Мельничук, М.И. Назарова // Структура урожая сортов интенсивного типа: сб. науч. тр. / БГСХА. – Горки, 1982. – Вып. 83. – С. 67–76.
4. Мельничук, Д.И. Продуктивность мало- и многостебельных сортов картофеля / Д.И. Мельничук // Сб. науч. тр. / БГСХА. – Горки, 1988. – С. 65–68.
5. Мельничук, Д.И. Структура урожая оздоровленного картофеля, выращенного при различной густоте посадки / Д.И. Мельничук, А.А. Кривенков // Сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства; редкол.: С.А. Банадысев (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. 10. – С. 313–322.
6. Никулина, Н.И. Анализ гибридного потомства картофеля по величине и количеству клубней в гнезде / Н.И. Никулина // Науч. труды / НИИ картофельного хоз-ва. – М., 1972. – Вып.12. – С. 61–66.
7. Маханько, Л.А. Оценка сеянцев картофеля на интенсивность и пластичность / Л.А. Маханько, А.П. Маханько // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск, 1982. – Вып. 5. – С. 18–23.
8. Гунько, Ю.В. Формирование урожая раннеспелыми сортообразцами картофеля / Ю.В. Гунько, В.Л. Маханько // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству; редкол.: С.А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 17. – С. 20–27.
9. Moller, K.H. Samlingsanziicht im Gewachshaus zur Ziichtung fruhreifer Kartoffeln / K.H. Moller // Zuchter. – 1956. – Vol. 26. – S. 243.
10. Reidl, W.A. The inheritance of tuber-set in *Solanum tuberosum* L. / W.A. Reidl // Bull. Wyoming Agric. Exper. Stat. – 1948. – № 287. – P. 12–18.
11. Гончаров, Н.Д. Селекция на скороспелость / Н.Д. Гончаров // Картофель; Н.Д. Гончаров [и др.]; под ред. Н.А. Дорожкина. – Минск: Ураджай, 1972. – С. 33–48.
12. Селекция картофеля в Беларуси: направления и особенности / В.Л. Маханько [и др.] // Картофелеводство: результаты исследований, инноваций, практический опыт: материалы Междунар. науч.-практ. конф. и координационного совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства», Москва, 2008 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва им. А.Г. Лорха; под ред. Е.А. Симакова. – М., 2008. – Т. 1. – С. 161–169.
13. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. – М.: НИИКХ РСФСР, 1978. – 19 с.
14. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва им. А.Г. Лорха; Е.А. Симаков [и др.]. – М.: ВНИИКХ, 2006. – 68 с.
15. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / под ред. Е.А. Симакова, Н.П. Склярской, И.М. Яшиной. – М., 2006. – 37 с.
16. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. школа, 1973. – С. 246–248.

17. Методика исследований по культуре картофеля / Отд. растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина, НИИ картофельного хозяйства; редкол.: Н.А. Андрушина [и др.]. – М., 1967. – 225 с.

Поступила в редакцию 15.11.2016 г.

Y.V. GUNKO, V.L. MAKHANKO

YIELDING CAPACITY OF EARLY POTATO BREEDING LINES

SUMMARY

The results of research on yielding capacity of early potato breeding lines are presented in the article. To get stable early potato yield it is reasonable to cultivate a number of varieties because of different reaction of varieties on features of growing period.

Key words: potato, breeding line, early yield, yield.

УДК 635.21:631.526

Н.В. Дергачева, С.В. Согуляк

ГНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г. Омск, Россия

E-mail: dbor@bk.ru

НОВЫЕ СОРТА КАРТОФЕЛЯ СЕЛЕКЦИИ СИБИРСКОГО НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**РЕЗЮМЕ**

Целью селекционной работы по картофелю в СибНИИСХ является создание высокопродуктивных столовых сортов, адаптированных к природным условиям Западной Сибири, удовлетворяющих требованиям потребителей по комплексу основных хозяйственно ценных признаков, обладающих раннеспелостью, высокими показателями качества, устойчивых к основным, наиболее распространенным в регионе болезням и вредителям. В статье приведена характеристика новых, включенных в Государственные реестры селекционных достижений Российской Федерации и Республики Казахстан сортов картофеля Хозяюшка, Дуняша, ВИД-1, Сточка, Саровский, а также переданного на Государственное испытание в Российской Федерации перспективного сорта Былина Сибири и сорта Кормилица, проходящего государственное испытание на однородность и стабильность в Республике Казахстан. Новые сорта достоверно превышают по продуктивности стандартные сорта соответствующих групп спелости. Их максимальная урожайность, полученная по результатам испытания на сортоучастках региона, составляет 45–49 т/га. Все новые сорта обладают высокими столовыми качествами (4,5–4,8 балла по пятибалльной шкале оценок), имеют повышенное содержание крахмала (16–19 %). Помимо этого, сорта Хозяюшка и Саровский устойчивы к золотистой картофельной нематоде, а сорт Сточка имеет повышенное содержание витамина С (18–22 мг%) и белка (2,5–2,8 %).

Ключевые слова: картофель, селекция, сорт, испытание, родословная, дикие виды.

ВВЕДЕНИЕ

Картофелеводство – важная составляющая часть агропромышленного комплекса Сибири. Традиционно картофель является основным продуктом питания наряду с хлебом. Учитывая, что потребление мяса и мясопродуктов на душу населения с 1990 г. и по настоящее время уменьшается, картофель становится все более значимым продуктом питания.

В 2015 г. в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, находилось 54 сорта картофеля, рекомендованного для выращивания в Западной Сибири. Из них 21 сорт раннеспелые, 18 – среднеранние и 15 – среднеспелые, устойчивых к золотистой картофельной нематоде – 28 во всех группах спелости. Этого количества недостаточно для региона, столь обширного по площади и разнообразного по почвенным и климатическим условиям. Для возделывания в Омской области рекомендованы 6 сортов. Это количество также невелико, поскольку при выборе сорта учитывается по крайней мере до десяти основных признаков, в том числе урожайность, группа спелости, направление использования, столовые качества и даже такие морфологические признаки, как окраска кожуры, мякоти и др.

Главным приоритетом омской селекции по культуре картофеля было и остается создание адаптированных к природным условиям региона высокопродуктивных столовых сортов, удовлетворяющих требованиям потребителей по комплексу основных хозяйственно ценных признаков, обладающих высокими показателями качества, раннеспелостью, устойчивых к основным наиболее распространенным болезням [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Работа по созданию сортов картофеля проводилась в селекционных питомниках, расположенных в орошаемом севообороте ФГУП «Омское». Предшественник – зерновые культуры. Технология выращивания картофеля – принятая для зоны: осенняя вспашка на глубину 22–25 см, предпосадочное фрезерование почвы, посадка четырехрядной клоновой сажалкой СН-4БК конструкции ВНИИКХ, уборка питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ) двухрядной копалкой, уборка остальных питомников однорядным копателем. После посадки проводится нарезка гребней гребнеобразователем. Во время вегетации обработка посевов гербицидами, инсектицидами против колорадского жука, сжигание ботвы перед скашиванием Реглоном. Глубина заделки семенных клубней 6–8 см. Густота посадки в КСИ, питомнике предварительного испытания, третьего клубневого поколения 75×30 см. В питомнике второго клубневого поколения схема посадки 75×104 см для индивидуальной уборки клонов с использованием двух маркерных растений гибрида с интенсивной фиолетовой окраской ботвы, кожуры и мякоти клубней. Для проведения учетов, наблюдений, анализов использовались методические рекомендации ФГБНУ ВНИИКХ им. А.Г. Лорха [2, 3]. Выращивание и отбор гибридов на ранних этапах проводились по малозатратной технологии, разработанной в отделе картофеля СибНИИСХ. Основные элементы этой технологии: выращивание сеянцев в открытом грунте с применением гербицидов, отсутствие позитивного индивидуального отбора в питомнике сеянцев и первого вегетативного поколения [4].

Изучение сортов проводилось по следующим признакам: продуктивность, вкусовые и товарные качества (крупность, оценка клубней, глубина глазков,

дефекты формы), содержание крахмала. Отмечались основные морфологические признаки. Продуктивность образцов определяли весовым методом, содержание крахмала – по удельному весу; оценка устойчивости к болезням проводилась визуально на естественном инфекционном фоне по девятибалльной шкале оценок [5]. Устойчивость ботвы к вирусным болезням, альтернариозу, фитофторозу оценивалась в полевых условиях; к парше обыкновенной и ризоктониозу – на отмытых клубнях в лаборатории.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Расширенное изучение генетического разнообразия мировой коллекции, закономерностей изменчивости признаков картофеля, разработка методических вопросов селекции привели к созданию серии новых сортов, включенных в Государственный реестр (табл.) [4].

При подборе пар для гибридизации приоритет отдается сортам, созданным с использованием двух и более диких или культурных видов рода *Solanum* с целью расширения генетической основы селекционного материала. В результате скрещивания сорта украинской селекции Зарево, в родословной которого три диких вида – *S. demissum*, *S. andigenum*, *S. leptostigma*, голландского сорта Сантэ, несущего гены видов *S. stoloniferum*, *S. andigena*, созданы сорта Хозяюшка и Кормилица [6]. С использованием немецкого сорта Омега, созданного на основе трех видов – *S. andigena*, *S. demissum* и *S. chiloense*, был выведен сорт Дуняша. Сорт Камераз, в родословной которого имеется вид *S. demissum*, стал исходной формой для сорта Соточка.

Таблица – Сорта картофеля селекции СибНИИСХ, включенные в Государственные реестры Российской Федерации и Республики Казахстан за период 2009–2013 гг.

Сорт	Родительские формы	Год включения в Госреестр	Регион регистрации
Хозяюшка	Сантэ × Зарево	2009	Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский
Соточка	[(Клон 1830 сорта Ранняя роза × Катадин) × Камераз] × Полесский розовый	2013	Западно-Сибирский
Саровский	591m – 56 × 733 – 65	2014	Западно-Сибирский
Былина Сибири	Невский × Зарево	Передан на испытание в 2016	Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский
Дуняша	Шортандинский × Омега	2009	Северный Казахстан
ВИД-1	Отбор из самоопыленной популяции сеянца п 1898	2013	Северный Казахстан
Кормилица	Сантэ × Зарево	В испытании на отличимость и стабильность	Северный Казахстан

В связи с появлением нового для Западной Сибири карантинного вредителя – золотистой картофельной нематоды в последнее десятилетие омскими селекционерами были предприняты значительные усилия в селекции по созданию нематоустойчивых сортов, в результате чего создан среднеспелый, нематоустойчивый столовый сорт Хозяюшка с отличными столовыми качествами и раннеспелый нематоустойчивый столовый сорт Саровский [7, 8].

ХОЗЯЮШКА. Среднеспелый столовый, нематоустойчивый сорт. Имеет красные клубни со слабой сетчатостью, округло-овальной формы, глазки красные, мелкие. Мякоть клубня кремовая, венчик красно-фиолетовый. Куст высокий, хорошо облиственный. Стебли полупрямостоячие. Цветение кратковременное, слабое, но фертильность пыльцы высокая, можно использовать для гибридизации как отцовскую форму. Максимальная урожайность была получена в КСИ СибНИИСХ – 40,8 т/га при урожайности стандартного сорта Луговской 34,7 т/га. Сорт обладает высоким содержанием крахмала (18–21 %), имеет хороший вкус (4,5–4,7 балла), высокую мучнистость и слаботемнеющую мякоть. Рекомендуются для приготовления пюре, фри, запекания. Сорт устойчив к раку, имеет среднюю полевую устойчивость к фитофторозу, относительно устойчив к альтернариозу, комплексу наиболее распространенных в условиях Западной Сибири вирусных болезней, а также к парше обыкновенной, ризоктониозу. Сорт ценен тем, что устойчив к золотистой картофельной нематоды (патотипу Ro1). В настоящее время рекомендован для выращивания в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах.

СОТОЧКА. Среднеспелый столовый сорт. Имеет округло-овальные, красные клубни с сетчатой кожурой и светло-желтой мякотью. Венчик цветка красно-фиолетовый, цветение обильное, пыльца фертильна. Куст средней высоты, хорошо облиственный. Стебли ребристые, слабо окрашены антоцианом. Преимущества сорта: высокая стабильная урожайность (максимальная урожайность на Омском овощном сортоучастке в 2010 г. составила 46,8 т/га); сбалансированный уровень устойчивости к основным болезням (6,7–7,6 баллов); повышенное содержание крахмала (16–19 %), витамина С (18–22 мг%), белка (2,5–2,8 %), низкое содержание редуцирующих сахаров (0,02–0,30 %), отличные столовые качества, повышенная устойчивость кожуры к механическим повреждениям. Сорт включен в Государственный реестр Российской Федерации в 2013 г. по Западно-Сибирскому региону.

ДУНЯША. Среднепоздний столовый сорт совместной селекции с Костанайским НИИСХ Республики Казахстан. Форма клубня округло-овальная, окраска клубня белая, кожура гладкая, глазки мелкие, поверхностные, мякоть желтая. Куст раскидистый, средней высоты. Стебли ветвистые, зеленые, хорошо облиственны в поперечном разрезе, округлые. Корни мощные, столоны короткие. Лист крупный, темно-зеленый средней рассеченности. Цветение обильное, продолжительное. Окраска цветка белая. Ягодообразование обильное, пыльца высокофертильна. Устойчив к экстремальным климатическим условиям Северного Казахстана (максимальная урожайность

52,4 т/га получена в условиях Костанайской области в 2007 г. на неорошаемом участке), вкусовые качества 4,5 балла, содержание крахмала 14,3 % [9]. Главное достоинство сорта Дуняша – устойчивость к вирусным болезням в полевых условиях, обильное ягодообразование. Вкусовые качества хорошие. Сорт занесен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан с 2009 г. по Костанайской, Акмолинской и Восточно-Казахстанской областям.

ВИД-1. Среднеранний сорт столового назначения. Клубень белый округло-овальной формы, кожура гладкая, глазки мелкие, слегка вдавленные, мякоть белая не темнеющая. Куст полупрямостоячий, компактный, средней высоты. Цветок белый, соцветие компактное, малоцветковое, цветение среднее, непродолжительное, ягодообразование редкое. Сорт высокоурожайный, при экологическом сортоиспытании в Актюбинской области Казахстана урожайность составила 30,5 т/га. Характеризуется высоким содержанием крахмала в клубнях (18–19 %), высокими вкусовыми качествами [10]. Достоинством сорта является устойчивость к вирусным болезням. Сорт занесен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан в 2013 г.

САРОВСКИЙ. Раннеспелый, столовый, нематодоустойчивый сорт совместной селекции с Сибирским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства и торфа. В сорте сочетаются скороспелость, высокая урожайность, товарность и выравненность клубней, высокие вкусовые качества. Устойчив к ризоктониозу, черной ножке, кольцевой гнили. Довольно устойчив к парше обыкновенной. Умеренно восприимчив к возбудителю фитофтороза по листьям и клубням. Слабо поражается вирусами Y, X, S. Довольно устойчив к вирусам L, M, K. Пригоден для раннего летнего потребления. Разваримость средняя, мякоть не темнеет как в сыром, так и вареном виде. Клубни округло-овальной формы с красной кожурой, с мелкими, более ярко окрашенными глазками, мякоть желтая. Лист зеленый, имеется плющелистность. Венчик крупный, красно-фиолетовый, имеется внутренняя махровость. В гнезде 10–16 клубней. Клубни довольно устойчивы к механическим повреждениям. Способен давать высокие урожаи в различных почвенно-климатических условиях: общая урожайность 34–46 т/га, максимальная – 46 т/га. Содержание крахмала в клубнях 15–20 %, дегустационная оценка 4,5–5,0 баллов. Сорт включен в Государственный реестр Российской Федерации в 2013 г. по Западно-Сибирскому региону.

КОРМИЛИЦА. Среднеспелый столовый сорт картофеля совместной селекции СибНИИСХ и Костанайского НИИСХ. Основные морфологические признаки: окраска кожуры клубня красная, мякоти – белая, венчик цветка красно-фиолетовый. Куст средней высоты, полупрямостоячий. Клубни имеют повышенное содержание крахмала (17–20 %), отличные вкусовые качества (4,7 балла), среднюю мучнистость, очень слабое потемнение мякоти после варки. Максимальная урожайность 49 т/га была получена в питомнике конкурсного сортоиспытания СибНИИСХ в условиях лесостепной зоны,

а в условиях Костанайской области в экологическом сортоиспытании средняя урожайность за 2009–2011 гг. составила 48,8 т/га [11]. Сорт обладает полевой устойчивостью к основным вирусным болезням, среднеустойчив к ранней сухой пятнистости и фитофторозу. Сорт Кормилица был передан на Государственное испытание в Республике Казахстан и проходит испытание на сортоучастках Костанайской, Актюбинской и Карагандинской областей. В настоящее время проходит испытание на однородность и стабильность.

БЫЛИНА СИБИРИ. Среднеспелый столовый сорт. Имеет белые клубни округло-овальной формы, глазки мелкие. Мякоть клубня кремовая, венчик цветка белый. Куст высокий, хорошо облиственный. Стебли полупрямостоячие, ветвятся. Цветение продолжительное, обильное. Максимальная урожайность была получена в КСИ СибНИИСХ – 40,8 т/га при урожайности стандартного сорта Луговской 34,7 т/га. Количество клубней в гнезде 8–12. Содержание крахмала 15–17 %, редуцирующих сахаров – 0,03–0,10 мг%. Сорт имеет хороший вкус (4,0–4,5 балла), среднюю мучнистость и не темнеющую мякоть после варки. Сорт устойчив к раку, имеет полевую устойчивость к фитофторозу, относительно устойчив к альтернариозу, комплексу наиболее распространенных в условиях Западной Сибири вирусных болезней, а также к парше обыкновенной, ризоктониозу. Сорт обладает относительной засухоустойчивостью, так как в засушливые годы снижает урожайность менее других сортов: по оценке засухоустойчивости *in vitro* достоверно превысил засухоустойчивый стандарт Жуковский ранний [12]. В 2016 г. сорт передан на Государственное испытание в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование новых сортов позволяет повысить урожайность, снизить затраты на обработку фунгицидами против грибных болезней, повысить качество и выход товарной продукции в связи с большей устойчивостью новых сортов к болезням, лучшими биохимическими, столовыми и товарными показателями.

Список литературы

1. Программа работ селекционного центра Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства на период 2011–2030 гг. / РАСХН, Сиб. регион. отд-ние, СибНИИСХ; под ред. Р.И. Рутца. – Новосибирск, 2011. – 203 с.
2. Методика исследований по культуре картофеля. – М.: ВАСХНИЛ, 1967. – 262 с.
3. Симаков, А.А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / А.А. Симаков, Н.П. Склярова, И.М. Яшина; РАСХН, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва. – М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. – 71 с.
4. Дорожкин, Б.Н. Селекция картофеля в Западной Сибири / Б.Н. Дорожкин; РАСХН, Сиб. отд-ние, СибНИИСХ. – Омск, 2004. – 272 с.

5. Международный классификатор СЭВ видов картофеля секции *Tuberosum* (DUM), ВУК рода *Solanum L.* / Всесоюз. НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. – Л., 1984. – 44 с.

6. Дергачева, Н.В. Родословная сортов картофеля, созданных в СибНИИСХ / Н.В. Дергачева, С.В. Согуляк // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Материалы науч. конф. «Мировые ресурсы картофеля и их использование в современных направлениях селекции» к 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. – М., 2012. – С. 71–75.

7. Методические положения и информационное обеспечение селекции на устойчивость к золотистой картофельной нематоде в Западной Сибири: метод. рекомендации / Б.Н. Дорожкин [и др.]; РАСХН, Сиб. регион. отд-ние, СибФТИ. – Новосибирск, 2009. – 84 с.

8. Красников, С.Н. Генеалогия сортов картофеля Томской селекции / С.Н. Красников, О.В. Братчик // Селекция, семеноводство и генетика. – 2016. – № 1 (7). – С. 52–54.

9. Результаты экологического сортоиспытания картофеля в Костанайской области НИИСХ / А.С. Удовицкий [и др.] // Картофель: селекция, семеноводство, технология: сб. науч. тр. / ГНУ ЮУНИИПОК. – Челябинск, 2012. – Т. 14. – С. 207–214.

10. Оценка новых сортов и гибридов картофеля в питомнике экологического сортоиспытания на Актюбинской сельскохозяйственной опытной станции Республики Казахстан / А.С. Удовицкий [и др.] // Картофель: селекция, семеноводство, технология: сб. науч. тр. / ГНУ ЮУНИИПОК. – Челябинск, 2012. – Т. 14. – С. 214–224.

11. Сорта отечественной и зарубежной селекции в коллекционном питомнике Костанайского НИИСХ / А.С. Удовицкий [и др.] // Картофель: селекция, семеноводство, технология: сб. науч. тр. / ГНУ ЮУНИИПОК. – Челябинск, 2012. – Т. 14. – С. 201–206.

12. Дергачева, Н.В. Оценка засухоустойчивости картофеля в условиях лесостепной зоны Западной Сибири / Н.В. Дергачева, В.М. Россеев // Современное состояние и перспективы развития картофелеводства: материалы IV науч.-практ. конф. – Чебоксары: КУП Чувашской Республики «Агро-Инновации», 2012. – С. 59–62.

Поступила в редакцию 23.11.2016 г.

N.V. DERGACHEVA, S.V. SOGULAYK

**NEW POTATOES VARIETIES OF BREEDING OF SIBERIAN
SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE**

SUMMARY

The purpose of potatoes breeding work in Siberian Scientific Research Institute of Agriculture is to create high-yielding varieties adapted to the

ecological conditions of Western Siberia, fulfils to the requirements of consumers on the range of major agronomic traits of high quality indicators, early ripeness, resistant to the most common diseases and pests. The article offers new varieties included in State Registers of Russian Federation and the Republic of Kazakhstan Hozyayushka, Dunyasha, VID-1, Sotochka, Sarovskii as well as new variety Bylina Sibiri which is passed to the State Testing in Russian Federation and promising varieties Kormilica testing in the Republic of Kazakhstan. The productivity of new varieties significantly exceeds standards varieties of the relevant maturity groups. The maximum yield that is obtained by tests results at the state trail plots of Western Siberia is 45–49 t/ha. All new varieties have high cooking qualities 4.5–4.8 score (on the five point scale estimation), high content of starch 16–19 %. Varieties Hozyayushka and Sarovskii are resistant to potato cyst nematode, variety Sotochka has a high content of vitamin C (18–22 mg%), protein (2.5–2.8 %).

Key words: potatoes, breeding, variety, testing, breeding record, wild species.

УДК 635.21:631.527.5:524.01

Г.И. Пискун, Л.Н. Козлова

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

ОЦЕНКА ГИБРИДНЫХ КОМБИНАЦИЙ ПО НАСЛЕДОВАНИЮ ПОТОМСТВОМ ВЫСОКОГО СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований по изучению закономерностей наследования важнейших для здорового питания человека веществ – антиоксидантов. Предложены эффективные способы подбора исходного материала и перспективные для создания образцов с высокой суммарной антиоксидантной способностью исходные формы и гибридные комбинации. Приводится характеристика выделенных сортов и гибридов картофеля.

Ключевые слова: картофель, селекция, гибрид, исходные формы, наследование, антиоксиданты, комбинации.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель наряду с высоким содержанием углеводов и витаминов, фолиевой кислоты, калия, железа накапливает и другие полезные соединения, в частности антоцианины и каротиноиды, которые могут функционировать как антиоксиданты [1, 2]. Антиоксидантами называют вещества, способные блокировать вредное воздействие на организм свободных радикалов. Доказано, что диетические продукты, богатые антиоксидантами, предотвращают риск заболевания коронарно-сердечными заболеваниями, атеросклерозом, некоторыми онкологическими заболеваниями. В пределах генетического разнообразия картофеля возможен выбор из различных видов таких селекционных образцов, которые богаты красными, фиолетовыми и синими пигментами, обеспечивающими окраску и действующими как антиоксиданты [3]. У клубней с фиолетовой мякотью антиоксидантная способность в 6–7 раз больше, чем у клубней с белой или желтой мякотью. Установлено, что антиоксидантная способность картофеля с окрашенной мякотью выше, чем у брюссельской капусты, лука, моркови, желтого и белого перца и только немного ниже, чем у капусты брокколи. Картофель, богатый антиоксидантами, может способствовать появлению на рынке новых продуктов, а следовательно, новой отрасли, основная цель которой – повышение здоровья человека. Окрашенный картофель во многих странах пользуется спросом в ресторанах и у садоводов-любителей. В США картофелеперерабатывающие

заводы производят из цветного картофеля салаты и чипсы, которые хорошо раскупаются. Картофель с красной мякотью может быть использован как источник натуральных красителей при производстве соков для замены искусственных, не всегда безопасных для здоровья людей [3, 4].

Исследователи считают, что создать сорта картофеля с высоким содержанием антиоксидантов можно при помощи межвидовой гибридизации, если удачно подобрать исходный материал. При использовании в качестве родительских форм генотипов с красной мякотью клубня с обеих сторон выщепляется до 24 % сеянцев с красной мякотью. При скрещивании же генотипов с красной и белой мякотью количество сеянцев с окрашенной мякотью не превышает 4 % [5]. Однако следует учитывать, что в настоящее время мало образцов с цветной кожурой и мякотью, обладающих комплексом других хозяйственно ценных признаков. Поэтому в гибридизации в качестве одного из родителей необходимо использовать лучшие образцы *S. tuberosum* с красной кожурой и желтой мякотью клубней. Присутствие или отсутствие антоциановых (красных, фиолетовых и синих) пигментов контролируют несколько олигогенов. Один-единственный ген *D* контролирует красный пигмент и расположен он во второй хромосоме; синтез синего пигмента контролируется геном *P*, расположенным в одиннадцатой. Ген *P_{sc}* контролирует окраску кожуры фиолетовым пигментом. Олигоген *Pf* определяет концентрацию фиолетового пигмента кожуры и мякоти [6–8]. Локус, контролирующей фиолетовую окраску кожуры *P_{sc}*, расположен в четвертой хромосоме [9].

Цель наших исследований – установить закономерности наследования содержания антиоксидантов и предложить эффективные схемы селекции сортов данного направления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве материнских форм для гибридизации использовали межвидовые гибриды, созданные в лаборатории исходного материала Центра: 206.53-12, 206.53-2, 206.180-4, 206.69-12. Все они с фиолетовой окраской кожуры и мякоти разной степени интенсивности. Опылителями были селекционные образцы 8662-3, 8662-13, 8403-2 с интенсивной красно-фиолетовой окраской кожуры и желтой мякотью и сорта Вектар (с частично красным цветом клубня и желтой мякотью) и Родрига (клубень ярко-красный, мякоть кремовая). Всего изучено 9 комбинаций. Анализируемые образцы выращивали в питомнике первого клубневого поколения на участке селекционного севооборота. Рядом располагали исходные формы. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН (КС1) – 5,0–6,2; K_2O – 243–315 мг/кг; P_2O_5 – 284–468 мг/кг; содержание гумуса – 1,82–2,11 %. Технология выращивания гибридов общепринятая для селекционных питомников. При уборке в каждой комбинации отбирали без браковки по 50 клонов.

Суммарная антиоксидантная способность определялась методом фотолюминесценции на приборе «PHOTOSCHEM». Принцип метода измерения суммарной антиоксидантной способности: 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-Stat V – 1,1, Microsoft Excel). Показатель степени фенотипического доминирования признака (hp) определяли по формуле

$$hp = (F_1 - Mp) / (Pmax - Mp),$$

где F_1 – среднее значение признака у потомства;

Mp – среднее значение признака у родителей;

$Pmax$ – среднее значение признака у лучшего родителя.

Схемы опытов по испытанию исходного и селекционного материала составлялись с учетом требований ГОСТа (ОСТ 4628–81, ОСТ 4633–81), ряда методик по ведению селекционного процесса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Высокая суммарная антиоксидантная способность (далее – САОС) отмечена у образцов с различной цветовой гаммой кожуры и мякоти клубней (табл. 1).

Количество гибридов с САОС более 1000 ед. возросло с увеличением интенсивности окраски кожуры и мякоти клубней. При этом самой высокой САОС отличались образцы с фиолетовой и красной окраской кожуры и мякоти, минимальной – формы с белой и кремовой мякотью.

Установлена высокая степень варьирования (39,1–80,4 %) этого признака (табл. 2). Это указывает на возможность отбора трансгрессивных

Таблица 1 – Суммарная антиоксидантная способность в зависимости от цвета кожуры и мякоти клубней, μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса

Цвет		Количество гибридов с САОС более 1000 ед., %
кожуры	мякоти	
Желтый	Белый, кремовый	15,4
Желтый	Желтый	19,1
Красный	Желтый, кремовый, белый	30,2
Фиолетовый	Желтый, белый, кремовый	33,3
Фиолетовый	Различной степени. Фиолетовая, красная	75,0

∞ Таблица 2 – Суммарная антиоксидантная способность у гибридного потомства в зависимости от происхождения комбинаций

Комбинация	САОС, μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса				Количество, %			Коэффициент	
	♀	♂	среднее родителей	комбинаций	транстрессей	форм >1500 ед.	вариации, %	доминирования	
206.69-12 × Родрига	3980	633	2306	498	0	2,1	80,4	-1,08	
206.53-12 × Родрига	1733	633	1183	2004	44,0	60,0	57,0	1,49	
206.53-2 × Родрига	1276	633	954	1032	29,4	21,6	65,6	-0,24	
206.53-12 × Вектар	1733	337	1035	1347	29,1	25,0	62,9	0,45	
206.180-4 × Вектар	2299	337	1318	1375	45,0	35,6	39,1	0,06	
206.53-2 × Вектар	1276	337	806	1225	32,0	22,0	50,2	0,89	
206.53-12 × 8662-13	1733	359	1046	1003	18,0	25,5	73,4	-0,06	
206.180-4 × 8403-2	2299	739	1519	873	4,0	10,0	63,2	-0,83	
206.53-2 × 8662-3	1276	428	852	958	28,0	22,0	76,5	0,25	

форм у гибридного потомства, количество которых в зависимости от происхождения комбинаций составляло 0,0–45,0 %. Перспективными для отбора гетерозисных гибридов оказались скрещивания: 206.53-12 × Родрига (44,0 %), 206.180-4 × Вектар (45,0), 206.53-12 × Вектар (29,0 %). Следует отметить, что во всех приведенных комбинациях граница отбора трансгрессий была высокой. Из опылителей высокой комбинационной способностью по передаче данного признака потомству характеризуются сорта Вектар и Родрига, из материнских форм лучшие по этому показателю гибриды 206.53-2 и 206.53-12.

Четко выраженный промежуточный характер наследования САОС, указывающий на аддитивное действие генов, отмечен у 55,5 % популяций. Проявление гетерозиса отмечено в комбинации 206.53-12 × Родрига ($h_p = 1,49$). Наследование признака по типу доминирования наблюдалось в двух гибридных семьях: 206.53-12 × Родрига (1,49) и 206.53-2 × Вектар (0,89), по типу отрицательного доминирования в комбинации 206.180-4 × 8403-2 (–0,83), что составляет 22,2 % от количества изученных. В комбинации 206.69-12 × Родрига выявлена депрессия (–1,08).

На отсутствие определенной взаимосвязи между показателями родителей и потомства указывают показатели коэффициентов корреляции (табл. 3).

Прослеживается слабая отрицательная корреляция между уровнем данного признака у исходных форм и количеством трансгрессивных образцов в комбинации. Следует отметить, что между частотой таких форм и средним показателем потомства корреляция положительная.

Не наблюдалось определенной взаимосвязи между числом форм с САОС >1500 единиц и средней величиной признака у родителей и потомства. Таким образом, на основании полученных данных можно говорить о возможности подбора исходного материала для селекции сортов картофеля с высокой САОС по фенотипу. Однако гарантированно высокого результата можно достичь, вовлекая в гибридизацию родителей с высокой комбинационной способностью.

Подтверждением возможности повышения САОС у картофеля селекционным путем является создание ряда образцов, которые, наряду с высоким значением данного признака, характеризуются комплексом других хозяйственно ценных показателей (табл. 4). При этом выделять такие формы можно среди образцов как с фиолетовой, так и желтой окраской кожуры и мякоти.

Сорт картофеля Рубин кроме повышенного содержания антиоксидантов отличается высокой устойчивостью к наиболее вредоносным болезням: вирусам, фитофторозу, парше обыкновенной. Сорт Волат характеризуется высоким содержанием биологически ценных веществ: витамина С и суммарного белка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокая степень варьирования САОС у гибридного потомства позволяет выделять гетерозисные формы и тем самым успешно создавать сорта с высоким проявлением признака.

Таблица 3 – Значения коэффициентов корреляции между показателями родителей, потомства и количеством трансгрессивных форм, 2015 г.

Коррелирующие факторы	Коэффициент корреляции
Средняя SAOC у родителей – средний показатель у потомства	-0,194
Средняя родителей – количество трансгрессивий	-0,639
Средняя потомства – процент трансгрессивных форм	0,836
Среднее родителей – количество гибридов с SAOC > 1500 ед.	-0,446
Средняя потомства – количество гибридов с SAOC > 1500 ед.	0,456

Таблица 4 – Характеристика перспективных образцов картофеля по хозяйственно ценным показателям

Сорт, гибрид	Окраска		Урожайность, т/га	Содержание				
	кожуры	мякоти		крахмала, %	САОС, μ М эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса	витамина С, мг%	суммарного белка, %	редуцируемых сахаров, %
8871-8	Фиолетовая	Частично фиолетовая	42,1	16,3–18,0	1192	14,8	1,18	0,14
8898-3	Фиолетовая	Частично фиолетовая	47,6	13,9–19,1	1313	12,2	1,11	0,16
8968-3	Фиолетовая	Частично фиолетовая	44,4	14,4–16,6	4952	12,4	1,09	0,22
Рубин	Красно-фиолетовая	Желтая	55,2	14,0–20,3	2015	18,2	1,02	0,25
Волаг	Желтая	Желтая	48,5	15,1–19,0	1778	22,2	1,21	0,19

Различные типы наследования и отсутствие выраженной зависимости между показателями родителей и частотой форм с высоким значением признака указывают на невысокую эффективность подбора исходного материала по фенотипу. Успешно вести селекцию на повышение САОС можно лишь вовлекая в гибридизацию компоненты скрещиваний с высокой комбинационной способностью.

Перспективные для создания форм с высокой САОС популяции 206.53-12 × × Родрига, 206.180-4 × Вектар, 206.53-12 × Вектар.

Высокой комбинационной способностью по передаче потомству САОС обладают сорта Вектар, Родрига, гибриды 206.53-2, 206.53-12.

Созданы сорта картофеля Рубин и Волат с повышенным содержанием антиоксидантов и комплексом хозяйственно ценных признаков.

Список литературы

- 1 Вечер, А.С. Физиология и биохимия картофеля / А.С. Вечер, М.Н. Гончарик. – Минск: Наука и техника, 1973. – С. 264.
2. Картофель для питания. Агроцентр Коренёво [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://agrokorenevo/rukartofelya_dlya_pitaniya. – Дата доступа: 25.08.2014.
3. Товарные и потребительские качества, пищевая ценность и дегустационные характеристики столовых сортов картофеля / А.Э. Шабанов [и др.] // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития: материалы межрегион. конф. – Чебоксары: КУП Чувашской Республики «Агро-Инновации», 2014. – С. 85–90.
4. 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.
5. Breeding Studies in Potato Containing High Concentrations of Anthocyanins / C.R. Brawn [et. cet.] // Am. J. of Potato Res. – 2003. – V. 80. – P. 241–250.
6. De Jong, H. Inheritance of pigmented tuber flesh in cultivated diploid potatoes / H. De Jong // Am Potato Journal. – 1987. – V. 64. – P. 337–343.
7. De Jong, H. Inheritance of anthocyanin pigmentation in the cultivated potato: a critical review / H. De Jong // American Potato Journal. – 1991. – V. 64. – P. 585–593.
8. The inheritance of athocyanin pigmentation in potato (*Solanum tuberosum* L.) and mapping of tuber skin colour using RFLP's / H.J. Van Eck [et. cet.] // Heredity. – 1994. – V. 73. – P. 410–421.
9. RFLP analysis and linkage mapping in *S. tuberosum* / C. Gebhardt [et all.] // Theor. Appl. Genet. – 1989. – V. 78. – P. 65–75.

Поступила в редакцию 08.11.2016 г.

G.I. PISKUN, L.N. KOZLOVA

**EVALUATION OF HYBRID COMBINATIONS ON THE
OFFSPRING INHERITANCE OF HIGH ANTIOXIDANTS
CONTENT**

SUMMARY

The research results on the laws inheritance of importance to human health food substances – antioxidants are presented in the article. The effective selection ways of source material and perspective to create samples with high total antioxidant capacity of the original forms and hybrid combinations are offered. The characteristics of potatoes hybrids and varieties are allocated.

Key words: potatoes, breeding, hybrid, original forms, inheritance, antioxidants, combinations.

УДК 635.21:632.444.2:631.524.86

А.В. Чашинский

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: Geneties@belbulba.by

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИКИХ ВИДОВ КАРТОФЕЛЯ ИЗ СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ АМЕРИКИ ПРИ СОЗДАНИИ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА, УСТОЙЧИВОГО К ФИТОФТОРОЗУ

РЕЗЮМЕ

На основании видов *S. demissum*, *S. verrucosum*, *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. microdontum* и *S. andigenum* получены перспективные межвидовые гибриды для селекции на фитопфтороустойчивость. В качестве исходных форм для селекции на фитопфтороустойчивость рекомендуются гибриды: F_1 – 66-06-7, 66-06-12, 73-10-3, 228-06-2, 31-06-11, 31-06-22, 140-07-18 и 55-10-38; F_2 – 273-05-7, 104-05-2, 107-05-35, 107-05-33, 107-05-32, 107-05-13 и 143-08-13.

Ключевые слова: картофель, селекция, дикие виды, устойчивость, фитопфтороз, межвидовые гибриды.

ВВЕДЕНИЕ

Фитопфтороз является одним из самых опасных заболеваний картофеля в Республике Беларусь, которое приводит к снижению урожая. Кроме того, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary наносит 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]. Оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary способен поражать картофель на протяжении всей вегетации, начиная со времени появления всходов до естественного отмирания ботвы.

По мнению многих ученых, ситуация с фитопфторозом в республике усугубляется и появлением A_2 -типа совместимости. Кроме того, значительно усложнился расовый состав, расширился спектр вирулентности, повысились агрессивность патогена, резистентность к существующим фунгицидам [2, 3]. Опасность фитопфторы также обусловлена ее высокой внутривидовой изменчивостью. По мнению Ю.Т. Дьякова, частота спонтанных мутаций по одному локусу на 1 га достигает 1000. Поэтому независимо от наличия или отсутствия половой рекомбинации один мутационный процесс способен обеспечить необходимый для всевозможных адаптаций уровень изменчивости [4].

В настоящее время существуют два основных способа борьбы с фитопфторозом: создание высокоустойчивых гибридов и сортов картофеля на основе диких

видов и межвидовых гибридов и использование химических средств защиты. Однако второй способ имеет ряд недостатков. Применение в современном сельском хозяйстве огромного количества пестицидов (около 600 тыс. т ежегодно) приводит к поражению природных экосистем, уменьшает биологическую продуктивность фитоценозов, способствует уничтожению наряду с вредными организмами полезной микрофлоры и микрофауны, нарушает биологическое равновесие в природе. Кроме того, препараты, которые применяют для борьбы с фитофторозом, необходимо чередовать или менять, потому что использование одного и того же препарата вызывает появление резистентных рас патогена. Известно, что более 110 видов наиболее опасных фитопатогенов стали высокоустойчивыми к 50 наиболее распространенным фунгицидам [5].

Считается, что создание сортов, обладающих высокой степенью устойчивости к болезням, является наиболее перспективным методом борьбы с точки зрения экологии и экономики. Результативность селекции по данному направлению напрямую зависит от наличия соответствующего высокоустойчивого исходного материала, и что очень важно, со сложной, ранее не используемой генетической структурой, определяющей как расширение спектра устойчивости, так и ее стабильность. Это возможно лишь путем интрогрессии генов устойчивости от диких, примитивных и культурных видов Северной и Центральной Америки в современные сорта. Дикие и культурные виды картофеля являются богатейшими источниками устойчивости картофеля к болезням, вредителям и экстремальным факторам внешней среды, поэтому широкое использование генофонда картофеля, устойчивого к возбудителю фитофтороза, позволит получить принципиально новый исходный материал для селекции на фитофтороустойчивость [6–10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в течение 1998–2016 гг. В работе для создания нового исходного материала, устойчивого к фитофторозу, использовали виды *S. demissum*, *S. verrucosum*, *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. microdontum* и культурный вид *S. andigenum*. Образцы диких видов картофеля были получены из лаборатории биотехнологии Центра, Всероссийского института растениеводства, Института генетических ресурсов Германии (IPK), Немецко-Голландского Центра генетических ресурсов (CGN), Центра по картофелю NRSP-6 (США). Для получения сложных межвидовых гибридов были взяты формы, устойчивые к грибным, вирусным и бактериальным заболеваниям в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками, созданные в отделе селекции и лаборатории генетики Центра. Также использовали сорта Лазарь и Любава российской селекции, Белуга – немецкой селекции и сорта Лилея, Бриз, Манифест, Талисман, Янка селекции Центра.

В данной работе применялись следующие методы селекции: внутривидовая и межвидовая гибридизация; отбор фитофтороустойчивых сеянцев на ранних этапах развития в условиях искусственного инфекционного фона;

многократный отбор гибридов в пределах семей на жестком естественном инфекционном фоне.

При проведении гибридизации использовали визуально здоровые растения, свободные от вирусных болезней. Скрещивания выполняли в защищенном грунте при оптимальной температуре воздуха 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 фитофторозу проводили согласно Методическим указаниям по оценке картофеля на фитофтороустойчивость [12]. Для искусственного заражения сеянцев 1-го года была использована смесь сложных рас с инфекционной нагрузкой 10–15 конидий в поле зрения микроскопа при увеличении $\times 120$. Оценку гибридов картофеля на устойчивость к фитофторозу по ботве в полевых условиях и устойчивости клубней к фитофторозу в лабораторных условиях проводили согласно методическим рекомендациям, разработанным В.Г. Иванюком и др. [13].

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

Учет урожая и его структуру, определение содержания крахмала, оценку столовых качеств проводили согласно Методике исследований по культуре картофеля [16].

Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием общепринятых в биологии статистических методов [17].

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа по вовлечению диких видов *S. demissum*, *S. verrucosum*, *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. microdontumi*, *S. andigenum* была начата с выделения среди них фитофтороустойчивых образцов. Отобранные формы вовлекали в скрещивания для получения сложных межвидовых гибридов. Из образцов вида *S. demissum* (2п = 72) наибольший интерес для нас представляли образцы л 31-36, л 31-42, л 31-45, л 68-7, которые характеризовались интенсивным цветением, образованием ягод в результате свободного опыления, высокой устойчивостью к фитофторозу, содержанием крахмала более 20 %.

Определенный интерес из диплоидных мексиканских дикорастущих фитофтороустойчивых видов представляет *S. verrucosum* (2п = 24) из серии *Verrucosa*. В результате изучения образцов данного вида на устойчивость к фитофторозу выделена форма л 70-4, которая в последующем была включена в гибридизацию.

Из южноамериканских диких видов в селекции на фитофтороустойчивость использовали *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. microdontum*, *S. andigenum*.

В мировой практике вид *S. vernei* ($2n = 24$) наиболее широко включен в гибридизацию. С использованием этого вида получено большое количество сортов и гибридов. В условиях защищенного грунта образцы *S. vernei* интенсивно цветут. Фотопериодическая реакция этого вида нейтральная, и в наших условиях он образует довольно крупные клубни телесного цвета с содержанием крахмала до 19 % и белка до 2 %. Нами выделен ряд образцов вида *S. vernei* (к 1859-4, к 10554-2 и 41/25-6) с относительно высокой устойчивостью к фитофторозу, которые были успешно включены в селекционный процесс.

Полиморфизм *S. microdontum* ($2n = 24$) очень узкий. Среди его генотипов выделены формы, устойчивые, как правило, только к одному патогену. По результатам изучения образцов данного вида нами в селекционный процесс была вовлечена форма л 56-1, обладающая высокой устойчивостью к фитофторозу.

Вид *S. berthaultii* ($2n = 24$) также является перспективным для использования в селекции на фитофтороустойчивость. При изучении этого вида выделены генотипы, устойчивые к фитофторозу, черной ножке, вирусам X, Y, L [18,19]. Растения данного вида по фотопериодической реакции – короткодневные и в условиях длинного летнего дня образуют длинные столоны и небольшое количество мелких белых клубней, которые содержат до 13 % крахмала [18,19]. Среди некоторых образцов *S. berthaultii* отмечено образование нередуцированной $2n$ -пыльцы, что позволяет вовлекать его в гибридизацию с тероплоидным культурным картофелем.

Из примитивных видов в селекции на фитофтороустойчивость чаще всего используются образцы серии *Andigena*: *S. phureja*, *S. rybinii*, *S. stenotomi* и культурный вид *S. andigenum*.

По мнению В.А. Колобаева, наиболее эффективными являются скрещивания, при которых достигается сочетание генов устойчивости, унаследованных от двух видов, чьи генотипы сформировались в различных генцентрах происхождения картофеля [9]. Поэтому для получения более сложных межвидовых гибридов в гибридизацию были включены дикие южноамериканские виды *S. vernei*, *S. microdontum*, *S. tariense*, *S. berthaultii*, культурный вид *S. andigenum* и межвидовой гибриды 77-2102-37 (*S. vernei*, *S. phureja*), в результате чего получены гибридные популяции 89-98 (*S. demissum*, *S. andigenum*), 73-99 (*S. demissum*, *S. vernei*), 71-99 (*S. demissum*, *S. vernei*), 72-99 (*S. demissum*, *S. vernei*), 74-99 (*S. verrucosum*, *S. vernei*), 76-00 (*S. verrucosum*, *S. vernei*), 191-99, 192-99 (*S. demissum*, *S. berthaultii*, *S. andigenum*), 146-00 (*S. demissum*, *S. vernei*, *S. phureja*), 192-00 (*S. verrucosum*, *S. vernei*, *S. microdontum*), 14-00 (*S. demissum*, *S. vernei*, *S. andigenum*, *S. phureja*), 190-00 (*S. demissum*, *S. microdontum*), 216-13 (*S. demissum* л 31-42 × *S. tariense*) (табл. 1).

Среднеарифметический балл устойчивости к фитофторозу листьев в гибридных популяциях составил от 7,1 до 8,9. Процент гибридов с устойчивостью 7–9 баллов – от 57,0 до 100,0. Самая высокая устойчивость к патогену

Таблица 1 – Характеристика гибридных популяций картофеля, полученных от скрещивания дикорастущих видов, по признаку устойчивости к фитофторозу листьев, 2004–2016 гг.

Гибридная популяция	Происхождение	Среднее арифметическое (X), балл	Среднее квадратическое отклонение (σ), балл	Коэффициент вариации (CV), %	Минимальный – максимальный балл устойчивости (Lim)	Гибриды с устойчивостью 7–9 баллов, %
72-99	<i>S. demissum</i> л 31-45 × <i>S. vernei</i> к 10534-2	8,9	0,1	1,1	8,7–9,0	100,0
192-99	89-98 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л-А3) × <i>S. berthaultii</i>	8,8	0,2	2,3	8,7–9,0	100,0
73-99	<i>S. demissum</i> л 31-42 × <i>S. vernei</i> к 10534-10	8,7	0,3	3,4	8,2–9,0	100,0
71-99	<i>S. demissum</i> л 31-36 × <i>S. vernei</i> к 1859-4	8,6	0,4	4,7	8,1–9,0	100,0
192-00	74-99 (<i>S. verrucosum</i> л 70-4 × <i>S. vernei</i> к 1859-4) × <i>S. microdontum</i> л 56-1	8,6	0,4	4,7	7,6–9,0	100,0
14-00	89-98-4 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3) × Е 77-2102-37	8,5	0,5	5,4	7,9–9,0	100,0
191-99	89-98-4 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3) × <i>S. berthaultii</i>	5,2	0,2	2,4	7,7–8,4	83,0
190-00	<i>S. demissum</i> (л 31-45) × <i>S. microdontum</i> (л 56-1)	5,2	0,8	10,7	5,7–9,0	83,9
89-98	<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3	7,8	0,9	11,5	6,7–8,5	67,0
76-00	<i>S. verrucosum</i> л 70-4 × <i>S. vernei</i> к 1859-4	7,4	1,8	24,3	3,7–9,0	57,0
74-99	<i>S. verrucosum</i> л 70-4 × <i>S. vernei</i> к 1859-4	7,2	1,9	26,4	3,5–9,0	63,6
216-03	<i>S. demissum</i> л 31-42 × <i>S. tariense</i>	7,1	0,8	11,3	5,0–8,0	91,0

(8,9 балла) отмечена в популяциях 72-99 и 192-99, которые были получены при скрещивании образцов л 31-45 и л 68-7 *S. demissum* с формами к 10554-2 (*S. vernei*) и *S. berthaultii*.

В результате изучения полученных гибридных популяций были выделены формы, которые представляют наибольший интерес для дальнейшей работы (табл. 2).

Полученные гибриды были отнесены как к поздней, так и к среднеспелой группе спелости. По результатам полевой оценки гибридов на устойчивость к фитофторозу листьев установлено, что на первую декаду сентября все отобранные формы обладали высокой и относительно высокой устойчивостью к фитофторозу листьев. Все выделенные нами гибриды характеризовались относительно высокой и очень высокой устойчивостью к фитофторозу клубней. Продуктивность у полученных форм составила от 380 до 730 г/куст. Содержание крахмала у выделенных гибридов варьировало от 12,4 до 17,6 %.

Для получения более сложных межвидовых гибридов картофеля в гибридизацию были включены образцы южноамериканских видов *S. vernei* 41/25-6, *S. berthaultii*, *S. sucrense*, *S. Phureja*, а также межвидовой гибрид Е 77-2102-37, полученный на основе видов *S. vernei* и *S. phureja*. В результате были созданы гибридные популяции с более сложной генетической основой (табл. 3).

Среднеарифметический балл устойчивости листьев к фитофторозу у полученных популяций составил от 4,3 до 6,0. Процент гибридов с устойчивостью к фитофторозу листьев у данных популяций – от 40,0 до 80,0.

В результате изучения полученных гибридных популяций были выделены сложные межвидовые гибриды картофеля, представляющие наибольший интерес для селекции на фитофтороустойчивость. Характеристика межвидовых гибридов картофеля, выделенных по устойчивости к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, представлена в таблице 4.

Вовлечение диких видов в селекционный процесс приводит к передаче кроме хозяйственно ценных признаков также и отрицательных, таких как позднеспелость, длинные столоны, мелкие клубни, плохие кулинарные качества и др. Для устранения дикарских признаков у полученных сложных межвидовых гибридов проведены скрещивания со специально подобранными формами, характеризующимися хорошими морфологическими свойствами клубней в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками. В качестве опылителей были взяты гибриды 92.7-26, 191-03-5, 106-04-17, 159-99-4 и к 225678-5, устойчивые к фитофторозу, образцы 36ху05-6, 118ху98-4, 162ху04-13, 8ху02-30, 1/2/5-2, 1/4/13-2, 32ху05-15, устойчивые к вирусным болезням, формы с повышенным и высоким содержанием крахмала 5-02-42, 106-04-17, сорт Лазарь, а также сорта и гибриды ранней и среднеспелой групп спелости для снижения выхода позднеспелости форм в гибридных популяциях. Было выполнено 209 комбинаций скрещиваний. Ягоды завязались у 42 комбинаций скрещиваний.

Установлено, что гибридные популяции обладали в основном низким баллом устойчивости к фитофторозу на первую декаду сентября за исключением

Таблица 2 – Характеристика межвидовых гибридов картофеля, выделенных по устойчивости к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, 2004–2016 гг.

Селекционный номер	Дикий (культурный) вид, на основе которого получен гибрид	Устойчивость к фитофторозу, балл		Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %
		листья	клубни		
192-99-1	89-98-4 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3) × <i>S. berthaultii</i>	8,0	9,0	670	12,7
192-99-2	89-98-4 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3) × <i>S. berthaultii</i>	8,0	9,0	630	14,3
190-00-28	<i>S. demissum</i> (л 31-45) × <i>S. microdontum</i> (л 56-1)	8,0	8,8	400	17,6
192-99-3	89-98-4 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3) × <i>S. berthaultii</i>	7,0	7,8	660	14,8
192-99-4	89-98-4 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3) × <i>S. berthaultii</i>	7,0	7,8	500	12,4
74-99-1	<i>S. verrucosum</i> л 70-4 × <i>S. vernei</i> к 1859-4	7,0	7,7	560	15,8
74-99-3	<i>S. verrucosum</i> л 70-4 × <i>S. vernei</i> к 1859-4	7,0	8,4	450	16,1
73-99-2	<i>S. demissum</i> л 31-42 × <i>S. vernei</i> к 10554-10	7,0	8,8	700	13,1
73-99-6	<i>S. demissum</i> л 31-42 × <i>S. vernei</i> к 10554-10	7,0	9,0	730	14,4
72-99-3	<i>S. demissum</i> л 31-45 × <i>S. vernei</i> к 10554-2	7,0	9,0	540	15,2
71-99-1	<i>S. demissum</i> л 31-36 × <i>S. vernei</i> к 1859-4	7,0	7,4	580	12,9
71-99-4	<i>S. demissum</i> л 31-36 × <i>S. vernei</i> к 1859-4	7,0	7,5	600	15,6
76-00-2	<i>S. verrucosum</i> л 70-4 × <i>S. vernei</i> к 1859-4	7,0	9,0	460	16,3
192-00-1	74-99 (<i>S. verrucosum</i> л 70-4 × <i>S. vernei</i> к 1859-4) × <i>S. microdontum</i> л 56-1	7,0	9,0	480	14,6
14-00-5	89-98-4 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3) × Е 77-2102-37	7,0	7,6	580	16,5
14-00-6	89-98-4 (<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> л А3) × Е 77-2102-37	7,0	7,7	560	15,1
89-98-4	<i>S. demissum</i> л 68-7 × <i>S. andigenum</i> Л-А3	7,0	8,0	440	18,2
216-03-2	<i>S. demissum</i> л 31-42 × <i>S. tariense</i>	7,0	7,7	380	16,1

Таблица 3 – Характеристика гибридных популяций картофеля, полученных от скрещивания межвидовых гибридов картофеля, диких и культурных видов, по признаку устойчивости к фитофторозу листьев, 2004–2016 гг.

Гибридная популяция	Происхождение	Среднее арифметическое (X), балл	Среднее квадратическое отклонение (σ), балл	Коэффициент вариации (CV), %	Минимальный – максимальный балл устойчивости (L _{1m})	Гибриды с устойчивостью 7–8 баллов, %
191-03	190-99-2 × <i>S. vernei</i> 41/25-6	6,0	2,0	33,3	1–7	75,0
316-06	71-99-4 × <i>S. berthaultii</i>	5,8	2,7	46,5	1–7	80,0
309-03	14-00-6 × <i>S. andigenum</i>	5,4	1,7	31,5	1–7	40,0
159-03	72-99-3 × E 77-2102-37	4,7	2,3	48,9	1–7	40,0
269-03	14-00-6 × <i>S. sucrense</i>	4,6	2,6	56,7	1–7	40,0
308-03	71-99-1 × <i>S. andigenum</i>	4,5	2,6	58,4	1–8	45,2
165-02	72-99-3 × <i>S. berthaultii</i>	4,5	2,7	60,0	1–7	47,1
152-03	190-99-2 × P ₅ 142 (<i>S. phureja</i>)	4,3	2,1	72,8	1–7	54,5

Таблица 4 – Характеристика сложных межвидовых гибридов картофеля, выделенных по устойчивости к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, 2005–2016 гг.

Селекционный номер	Происхождение	Группа спелости	Устойчивость к фитофторозу, балл		Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %
			листья	клубни		
191-03-5	190-99-2 × <i>S. vernei</i> 41/25-6	Поздний	7,0	7,8	870	16,6
191-03-8	190-99-2 × <i>S. vernei</i> 41/25-6	Поздний	7,0	6,9	900	15,8
191-03-10	190-99-2 × <i>S. vernei</i> 41/25-6	Поздний	7,0	7,0	990	16,2
308-03-20	71-99-1 × <i>S. andigenum</i>	Поздний	7,0	7,1	750	14,9
152-03	190-99-2 × P ₅ 142 (<i>S. phureja</i>)	Среднепоздний	7,0	7,6	1250	19,7
308-03-24	71-99-1 × <i>S. andigenum</i>	Поздний	7,0	6,2	1100	19,6
165-02-1	72-99-3 × <i>S. berthaultii</i>	Среднепоздний	7,0	6,6	730	15,7
316-06-1	71-99-4 × <i>S. berthaultii</i>	Среднепоздний	5,0	6,4	1200	15,0
308-03-13	71-99-1 × <i>S. andigenum</i>	Поздний	5,0	6,4	850	17,5
308-03-21	71-99-1 × <i>S. andigenum</i>	Поздний	5,0	8,4	635	14,6
152-03-7	190-99-2 × P ₅ 142 (<i>S. phureja</i>)	Поздний	5,0	5,7	125	22,0
159-03-1	72-99-3 × E 77-2102-37	Среднепоздний	5,0	7,2	705	15,2
159-03-11	72-99-3 × E 77-2102-37	Среднепоздний	5,0	6,5	1270	18,3

популяции 159-99, у которой средний балл устойчивости составил 7,4. Данная гибридная семья получена при использовании межвидового гибрида 89-98, имеющего в своем генотипе гены видов *S. demissum* и *S. andigenum*. Процент высокоустойчивых гибридов составил 92,3. У остальных популяций среднеарифметический балл устойчивости к фитофторозу был на уровне 2,2–4,8. Процент гибридов с относительно высоким уровнем устойчивости к патогену в этих семьях составил 8,3–50,0, а варьирование данного признака было высоким – 47,9–88,0 (табл. 5).

В результате изучения гибридных комбинаций по устойчивости листьев и клубней к фитофторозу, продуктивности и содержанию крахмала выделены образцы картофеля – источники устойчивости к данному заболеванию и ряду других хозяйственно ценных признаков, представляющие практический интерес для селекции (табл. 6).

Гибриды 66-06-7, 66-06-12, 73-10-3, 228-06-2, 31-06-11, 31-06-22, 140-07-18 и 55-10-38 по совокупности признаков рекомендуются в качестве исходных форм для селекции на фитофтороустойчивость. Данные образцы получены на основе сложных межвидовых гибридов, имеющих в своем генотипе гены видов *S. demissum*, *S. vernei*, *S. tariense*.

Однако не все полученные гибриды F_1 соответствовали требованиям, предъявляемым к исходным формам. Поэтому для улучшения морфологических признаков клубней, создания образцов с комплексной устойчивостью к наиболее вредоносным патогенам в сочетании с хозяйственно ценными признаками нами были проведены скрещивания для получения гибридов F_2 . Наиболее широко в гибридизацию были включены формы, выделенные из гибридных популяций 159-99 и 259-03. С 2005 по 2012 г. при вовлечении в селекционный процесс образцов 159-99-6, 159-99-59, 159-99-4, 159-99-2, 159-99-47, 159-99-53 и 259-03-17 в качестве материнских форм выполнено 53 комбинации скрещиваний. В качестве опылителей использовали формы, устойчивые к фитофторозу, вирусным и бактериальным болезням, характеризующиеся высокой продуктивностью, обладающие высоким содержанием крахмала. Ягоды завязались у 22 комбинаций. Характеристика гибридных популяций картофеля по признаку устойчивости к фитофторозу листьев представлена в таблице 7.

Полученные гибридные популяции характеризовались в основном средним и низким уровнем устойчивости к патогену. Устойчивость листьев к фитофторозу варьировала в зависимости от комбинаций от 2,3 до 5,4 балла. Устойчивость на уровне 5,0–5,4 отмечена в популяциях 264-05, 273-05, 104-05; 234-08 и 103-05, а отбор устойчивых к фитофторозу гибридов в этих семьях составил 36,4–71,9 %.

В результате изучения полученных гибридных популяций выделены перспективные образцы (табл. 8).

Среди полученных гибридов были выделены не только позднеспелые формы, но и образцы с более ранним сроком созревания. Образцы характеризуются как средней, так и относительно высокой полевой устойчивостью листьев

Таблица 5 – Характеристика гибридных популяций картофеля по признаку устойчивости к фитофторозу листьев, 2004–2016 гг.

Гибридная популяция	Происхождение	Среднее арифметическое (X), балл	Среднее квадратическое отклонение (σ), балл	Коэффициент вариации (CV), %	Минимальный – максимальный балл устойчивости (Lim)	Гибриды с устойчивостью 7–8 баллов, %
159-99	89-98-4 × Лазарь	7,4	0,9	12,2	5-8	92,3
43-12	308-03-13 × 032532-7	4,8	2,2	45,8	1-7	35,0
260-03	192-99-2 × 92.7-26	4,8	2,7	56,5	1-7	50,0
259-03	73-99-6 × 92.7-26	4,7	2,4	50,4	1-7	41,7
76-12	308-03-13 × 36хх05-6	4,6	2,5	54,3	1-7	40,0
36-09	191-03-5 × Конго	4,6	2,6	56,5	1-7	40,0
56-12	191-03-10 × 032532-7	4,6	2,6	56,5	1-7	40,0
68-10	308-03-20 × 5-02-42	4,6	2,6	56,5	1-7	44,4
141-07	191-03-8 × 2246-13	4,5	2,8	62,0	1-8	42,6
258-03	192-99-4 × 92.7-26	4,4	2,4	59,5	1-7	42,4
73-10	73-99-6 × 2246-13	4,4	2,3	47,9	1-7	44,4
182-03	14-00-3 × 92.7-26	4,3	2,6	60,5	1-7	37,5
3-09	308-03-13 × 032535-3	4,3	2,5	58,1	1-7	36,8
238-11	308-03-13 × 191-03-5	4,3	2,3	53,5	1-7	32,0
149-09	308-03-13 × 191-03-5	4,2	2,2	53,2	1-7	27,3
66-06	73-99-6 × 118хх98-4	4,2	2,5	60,0	1-8	29,1
55-10	73-99-6 × 5-02-42	4,2	2,8	66,7	1-7	41,7
37-09	308-03-13 × 106-04-17	4,1	2,3	56,1	1-7	30,8
26-09	191-03-5 × 162хх04-13	4,1	2,5	60,9	1-7	36,0
53-09	308-03-13 × Лилея	3,9	2,3	58,9	1-7	26,7
114-07	308-03-20 × 5-02-42	3,6	2,4	66,7	1-7	26,8
181-03	89-98-4 × 92.7-26	3,5	2,6	73,2	1-7	25,0
109-07	191-03-8 × 159-99-4	3,4	2,7	79,0	1-8	26,5

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 5

Гибридная популяция	Происхождение	Среднее арифметическое (X), балл	Среднее квадратическое отклонение (σ), балл	Коэффициент вариации (CV), %	Минимальный – макимальный балл устойчивости (L _{1m})	Гибриды с устойчивостью 7-8 баллов, %
8-08	308-03-21 × 1/4/13-2	3,2	2,4	75,0	1-7	18,9
140-07	73-99-6 × 2246-13	3,7	2,8	88,0	1-8	34,2
148-11	216-03-2 × к 27147-4	3,2	2,6	81,3	1-7	20,0
22-07	165-02-1 × 8ху02-30	3,1	2,5	80,6	1-7	22,2
31-06	73-99-6 × 2104-11	3,1	2,3	74,2	1-8	13,7
168-07	73-99-6 × Янка	3,1	2,5	81,3	1-7	23,3
140-08	191-03-8 × 1/2/5-2	3,1	2,6	83,9	1-7	25,0
16-07	73-99-6 × 5-02-42	2,9	2,3	79,0	1-8	15,3
139-08	191-03-8 × 1/4/13-2	2,9	2,5	86,2	1-7	21,3
45-11	191-03-10 × Бриз	2,9	2,3	79,3	1-7	13,3
181-11	216-03-2 × Талисман	2,9	2,5	86,2	1-7	20,0
24-06	192-99-2 × 2104-11	2,8	1,8	64,3	1-7	8,0
141-06	165-02-1 × к 225678-5	2,7	2,4	88,9	1-7	14,3
17-11	216-03-2 × 32ху05-15	2,6	2,4	92,3	1-7	20,0
132-08	308-03-21 × 1/2/5-2	2,5	2,3	92,0	1-7	15,4
14-06	192-99-2 × 982208-14	2,5	2,3	92,0	1-8	15,6
228-06	216-03-2 × Бриз	2,4	2,1	87,5	1-7	10,0
215-06	71-99-4 × 118ху98-4	2,3	1,8	78,3	1-7	6,3
219-06	216-03-2 × 118ху98-4	2,2	1,9	86,4	1-7	8,3

Таблица 6 – Характеристика межвидовых гибридов картофеля, выделенных по устойчивости к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, 2010–2016 гг.

Селекционный номер	Происхождение	Группа спелости	Устойчивость к фитофторозу, балл		Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %
			листья	клубни		
159-99-2	89-98-4 × Лазарь	Поздний	7,0	5,1	1060	20,8
159-99-53	89-98-4 × Лазарь	Поздний	7,0	8,2	1190	17,8
159-99-59	89-98-4 × Лазарь	Поздний	7,0	5,4	880	16,1
66-06-12	73-99-6 × 118ху98-4	Поздний	7,0	8,4	1240	14,4
66-06-7	73-99-6 × 118ху98-4	Поздний	7,0	8,3	1400	14,6
228-06-2	216-03-3 × Брыз	Поздний	7,0	8,0	1150	13,3
114-07-7	308-03-20 × 5-02-42	Поздний	7,0	6,6	1050	16,6
68-10-4	308-03-20 × 5-02-42	Поздний	7,0	6,3	970	21,4
73-10-3	73-99-6 × 2246-13	Поздний	7,0	8,1	1190	13,9
238-11-7	308-03-13 × 191-03-5	Поздний	7,0	5,0	850	18,7
17-11-4	216-03-2 × 32ху05-15	Поздний	7,0	4,1	980	21,6
43-12-5	308-03-13 × 032532-7	Поздний	7,0	4,5	1600	21,3
76-12-2	308-03-13 × 36ху05-6	Поздний	7,0	5,9	1500	19,4
159-99-4	89-98-4 × Лазарь	Среднепоздний	5,0	6,6	860	20,0
159-99-6	89-98-4 × Лазарь	Среднепоздний	5,0	7,0	1060	15,5
31-06-11	73-99-6 × 2104-11	Среднепоздний	5,0	7,9	1240	13,8
31-06-22	73-99-6 × 2104-11	Поздний	5,0	7,3	1000	13,6
140-07-18	73-99-6 × 2246-13	Среднепоздний	5,0	9,0	1290	13,8
55-10-38	73-99-6 × 5-02-42	Поздний	5,0	8,6	1080	17,5
43-12-8	308-03-13 × 032532-7	Среднепоздний	5,0	7,5	1200	23,0
259-03-17	73-99-6 × 92.7-26	Среднепоздний	5,0	9,0	520	13,0

Таблица 7 – Характеристика гибридных популяций картофеля по признаку устойчивости к фитофторозу листьев, 2007–2016 гг.

Гибридная популяция	Происхождение	Среднее арифметическое (X), балл	Среднее квадратическое отклонение (σ), балл	Коэффициент вариации (CV), %	Минимальный – максимальный балл устойчивости (Lim)	Гибриды с устойчивостью 7–8 баллов, %
264-05	159-99-6 × 200.79-25	5,4	2,7	49,3	1–8	71,9
273-05	159-99-6 × 200.79-43	5,4	2,5	46,3	1–8	67,8
104-05	159-99-6 × 39ху00-2	5,2	2,6	49,5	1–7	60,0
234-08	159-99-53 × к 15313-4	5,0	2,0	40,0	1–7	36,4
103-05	159-99-6 × Белуга	5,0	2,6	52,6	1–7	61,2
227-08	159-99-2 × к 15313-4	4,8	2,3	47,9	1–7	37,5
233-08	159-99-4 × к 15313-4	4,8	2,3	47,9	1–7	37,5
106-05	159-99-59 × 92ху00-2	4,5	2,7	60,9	1–7	50,7
212-08	159-99-4 × 5-02-42	4,5	2,1	46,7	1–7	30,0
38-12	159-99-2 × 032532-7	4,2	2,6	61,9	1–7	37,5
74-12	159-99-2 × 36ху05-6	4,0	2,6	65,0	1–7	25,0
91-12	159-99-59 × 8492-1	4,2	2,6	61,9	1–7	38,1
20-12	159-99-59 × 032532-7	3,9	2,7	69,2	1–7	34,5
201-08	259-03-17 × к 15313-4	3,7	2,3	60,9	1–7	20,0
105-05	159-99-59 × Белуга	3,7	2,6	70,9	1–7	33,3
107-05	159-99-59 × 6856-1	3,7	2,7	73,0	1–7	34,5
143-08	159-99-4 × 1/2/5-2	3,3	2,6	78,7	1–7	26,3
142-08	159-99-2 × 1/4/13-2	2,8	2,4	85,7	1–7	19,0
141-08	159-99-4 × 1/4/13-2	2,7	2,5	92,5	1–7	20,8
111-08	159-99-2 × Любава	2,7	2,3	85,2	1–7	15,2
144-08	159-99-2 × 1/2/5-2	2,5	2,3	92,0	1–7	14,5
153-08	159-99-47 × 1/4/13-2	2,3	2,2	96,9	1–7	13,0

Таблица 8 – Характеристика межвидовых гибридов картофеля, выделенных по устойчивости к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, 2008–2016 гг.

Селекционный номер	Происхождение	Группа спелости	Устойчивость к фитофторозу, балл		Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %
			листья	клубни		
273-05-7	159-99-6 × 200.79-43	Поздний	7,0	7,4	1230	18,6
104-05-2	159-99-6 × 39ху00-2	Поздний	7,0	5,6	1100	16,7
106-05-11	159-99-59 × 92ху00-2	Поздний	7,0	8,3	1430	18,9
107-05-35	159-99-59 × 6856-1	Поздний	7,0	8,7	1180	19,6
107-05-33	159-99-59 × 6856-1	Поздний	7,0	6,5	1020	18,3
107-05-32	159-99-59 × 6856-1	Поздний	7,0	7,7	1000	20,0
107-05-13	159-99-59 × 6856-1	Средне-поздний	5,0	6,9	1050	20,3
143-08-13	159-99-4 × 1/2/5-2	Средне-спелый	5,0	5,9	1250	18,4

и клубней к фитофторозу. Комплексная устойчивость к фитофторозу по листьям и клубням отмечена у гибридов 273-05-7, 106-05-11, 107-05-32 и 107-05-35. У всех выделенных гибридов продуктивность превысила 1000 г/куст. По содержанию крахмала выделились образцы 107-05-32 (20,0 %), 107-05-13 (20,3 %). Гибриды обладают хорошими морфологическими признаками клубней.

По результатам многолетних исследований в качестве исходных форм для селекции картофеля на фитофтороустойчивость рекомендуются гибриды 273-05-7, 106-05-11, 107-05-32 и 107-05-35, обладающие относительно высокой устойчивостью к фитофторозу по листьям и клубням, продуктивностью 1000–1430 г/куст и содержанием крахмала 18,3–20,0 %. Данные образцы получены на основе межвидовых гибридов, имеющих в своем генотипе гены видов *S. demissum* и *S. andigenum*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании видов *S. demissum*, *S. verrucosum*, *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. microdontum* получены перспективные межвидовые гибриды для селекции на фитофтороустойчивость.

2. В качестве исходных форм для селекции на фитофтороустойчивость рекомендуются гибриды: F₁ – 66-06-7, 66-06-12, 73-10-3, 228-06-2, 31-06-11, 31-06-22, 140-07-18 и 55-10-38; F₂ – 273-05-7, 104-05-2, 107-05-35, 107-05-33, 107-05-32, 107-05-13 и 143-08-13.

Список литературы

1. Иванюк, В.Г. Защита картофеля от вредителей, болезней и сорняков / В.Г. Иванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский. – Минск: Политкрафт. – 500 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. Дьяков, Ю.Т. Фитофтороз – глобальные и внутрисоссийские проблемы / Ю.Т. Дьяков // Природа. – 2002. – № 1. – С. 33–39.
5. Пестициды: опасность или необходимость? [Электронный ресурс] // Белорусская думка. – Режим доступа: http://beldumka.belta.by/isfiles/000167_120794.pdf. – Дата доступа: 20.02.2014.
6. Подгаецкий, А.А. Генетические ресурсы картофеля / А.А. Подгаецкий // Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства НАН Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 108–190.
7. 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 НАН Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 200–206.
8. Будин, К.З. Значение диплоидных видов картофеля и пути использования их в селекции / К.З. Будин, Н.Ф. Бывако, Л.М. Турулева // Науч.-техн. бюл. ВИР. – Л., 1984. – Вып. 145. – С. 175–182.
9. Колобаев, В.А. Межвидовые гибриды картофеля, подавляющие размножение фитофтороза / В.А. Колобаев // Материалы Всерос. науч.-координац. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. К.З. Будина, С.-Петербург, 28–29 июля 2009 г. / Всерос. ин-т растениеводства. – СПб., 2009. – С. 50–58.
10. 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. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск, 2013. – Т. 21. – С. 93–103.
11. Родионова, З.П. Гибридизация картофеля на срезанных стеблях / З.П. Родионова // С.-х. информация. – Киев, 1971. – № 2. – С. 35–36.
12. Методические указания по фитопатологическим работам при селекции картофеля на устойчивость к фитофторозу / ВИЗР; сост. М.В. Патрикеева. – Л., 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 видов картофеля секции *Tuberaium* (Dun.) Buk. рода *Solanum* L. / Науч.-техн. совет стран-членов СЭВ по коллекциям диких и культурных видов растений, Всесоюз. науч.-исслед.

ин-т растениеводства им. Н.И. Вавилова; сост. Н. Задина [и др.]. – Л.: [б. и.], 1984. – 43 с.

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 / Отд. растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина, НИИ картофельного хозяйства; редкол.: Н.А. Андрияшина [и др.]. – М., 1967. – 225 с.

17. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. шк., 1973. – 320 с.

18. Козлов, В.А. Дикие и культурные виды картофеля как источники хозяйственно ценных признаков / В.А. Козлов, Н.В. Русецкий, А.В. Чашинский // Материалы Всерос. науч.-координац. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. К.З. Будина, С.-Петербург, 28–29 июля 2009 г. / Всерос. ин-т растениеводства. – СПб., 2009. – С. 94–103.

19. Изучение диких видов картофеля и выделение источников устойчивости к патогенам / В.А. Козлов [и др.] // Материалы Междунар. конф., посвящ. 120-летию основания ВИР, С.-Петербург, 6–8 окт. 2014 г. – СПб., 2014. – С. 132.

Поступила в редакцию 15.11.2016 г.

A.V. CHASHINSKIY

USE OF WILD POTATOES TYPES FROM THE NORTH AND SOUTH AMERICA DURING INITIAL MATERIAL CREATION RESISTANT TO BUCK EYE ROT

SUMMARY

*On the basis of the following types of *S. demissum*, *S. verrucosum*, *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. microdontum* and *S. andigenum* perspective interspecies hybrids for selection on buck eye rot resistance are received. The following hybrids are recommended for buck eye rot resistance as initial forms for selection: F_1 – 66-06-7, 66-06-12, 73-10-3, 228-06-2, 31-06-11, 31-06-22, 140-07-18 and 55-10-38; F_2 – 273-05-7, 104-05-2, 107-05-35, 107-05-33, 107-05-32, 107-05-13 and 143-08-13.*

Key words: potatoes, breeding, wild species, hardiness, buck eye rot, interspecies hybrids.

УДК 635.21:631.527(571.13)

А.И. Черемисин, Н.В. Дергачева

ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г. Омск, Россия

E-mail: biocentr@bk.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВУ В УСЛОВИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

РЕЗЮМЕ

На основании изучения коллекции сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции в условиях Омской области проведена комплексная оценка сортов по следующим критериям: урожайность, устойчивость к болезням, столовые качества и пригодность к переработке на чипсы через 5 месяцев хранения.

Ключевые слова: картофель, сорта, устойчивость к болезням, столовые качества.

ВВЕДЕНИЕ

Основными причинами низких урожаев и высоких трудозатрат в производстве картофеля являются низкое качество семенного материала как по репродукционным, так и посевным качествам, отсутствие пластичных высокопродуктивных сортов, нарушение основных элементов агротехники выращивания, размещение значительной части картофеля на непригодных для механизированного возделывания и уборки тяжелых почвах. Большими недостатками отечественного картофелеводства являются зависимость от импорта семенного материала и повсеместное распространение зарубежных сортов.

В Омской области практически во всех сельхозорганизациях и фермерских хозяйствах выращиваются в основном сорта немецких и голландских селекционеров, в частном секторе предпочтение отдается сортам сибирской селекции с более высокими вкусовыми качествами. В связи с этим оценка коллекции сортов картофеля на продуктивность и пригодность для переработки является актуальным направлением исследований. Изучение коллекции сортов картофеля в различных почвенно-климатических зонах позволяет объективно оценить их по уровню устойчивости к распространенным в регионе болезням: альтернариозу, фитофторозу и вирусам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на черноземной среднесуглинистой почве в условиях орошения во ФГУП «Омское» в соответствии с выполнением программы

Союзного государства «Инновационное развитие картофеля и топинамбура». Предшественник – яровая пшеница; основная обработка – зяблевая вспашка; дата посадки – 17–22 мая. Для борьбы с колорадским жуком проводили обработку инсектицидом «Актара». Для профилактики грибных болезней во время посадки и перед закладкой на хранение клубни обрабатывались препаратом «Престиж» (0,6 л/га). По вегетирующим растениям проводилась обработка фунгицидами «Кагатник, ВРК» (0,8 л/га), «Ридомил, МЦ» (1,5 л/га). Для борьбы с сорняками использовались гербициды «Агритокс» (1,4 л/га), «Титтус ВРП» (0,03 л/га). Для десикации применялся Реглон (2 л/га).

В качестве материала для исследований были выбраны сорта картофеля российской, белорусской и зарубежной селекции. Оценка столовых качеств и пригодности сортов для переработки на чипсы проводилась в соответствии с Методическим указанием по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению [1]. Оценка устойчивости к болезням осуществлялась в соответствии с Методикой проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного картофеля [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Агроклиматические условия Омской области характеризуются большим разнообразием по составу и плодородию почв, количеству и равномерности распределения осадков за период вегетации, сумме эффективных температур, продолжительности безморозного периода и другим параметрам [3]. Подбор сортов для каждой природно-климатической зоны является одним из основополагающих элементов современных технологий производства картофеля. В условиях современного рынка для сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств все более остро ощущается дефицит высокопродуктивных столовых сортов с повышенными качественными характеристиками, сортов, пригодных к переработке, а для частного сектора (ЛПХ) – в первую очередь скороспелых, фитофторо- и нематодоустойчивых сортов.

Визуальный поделяночный осмотр растений свидетельствует о достаточно высокой устойчивости сортов коллекции к вирусным болезням: средний балл оценки 6,8. Максимальной оценкой 8–9 баллов выделились сорта: Янка, Манifest, Хозяюшка и новые сорта из Германии – Эволюшен и Верди (табл. 1).

Ранние сухие пятнистости, вызываемые грибными болезнями довольно распространены в условиях континентального климата Сибири. В период раннелетней засухи в июне отмечалось усиление распространения альтернариоза на ботве картофеля. Высокую устойчивость к альтернариозу показали сорта Кортни, Волат, Эрроу, Верди, несколько ниже – сорта Каратоп, Санте, Импа-ла, Розалинд.

Профилактическая обработка опытного участка фунгицидом Менамилом МЦ (2,5 л/га), проведенная в августе, способствовала замедлению проникновения спор в растения. Фитофтороз отмечался только на необработанном участке.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Сравнительная характеристика сортов картофеля в северной лесостепной зоне Омской области

Сорт	Устойчивость к болезням, балл		Содержание крахмала, %	Урожайность, т/га
	альтернариоз	вирусы		
Метеор	6	7	8,6	38,3
Жуковский ранний	6	7	10,1	27,0
Колобок	7	7	12,8	34,3
Великан	7	7	10,4	31,6
Каменский	7	7	13,4	18,5
Кортни	8	7	16,0	28,3
Любава	6	6	14,7	28,3
Сиреневый туман	7	7	14,1	20,6
Накра	6	6	19,7	21,3
Невский	7	7	14,8	26,5
Валентина	7	6	14,7	20,6
Спиридон	7	7	14,9	18,6
Лилея	7	7	15,4	29,3
Янка	7	8	14,1	33,0
Скарб	7	6	12,2	32,0
Манифест	7	8	12,5	44,6
Волат	8	7	15,8	32,6
Хозяюшка	7	8	18,3	20,9
Соточка	7	7	18,4	15,3
Алена	7	7	16,2	22,3
Витессе	6	5	14,1	35,0
Розара	7	7	12,2	33,3
Ред Скарлет	7	6	12,5	22,0
Верди	8	9	11,8	12,6
Гала	7	7	12,2	31,0
Розалинд	6	7	15,3	30,6
Импала	6	5	10,5	17,3
Музыка	7	6	12,8	32,0
Санте	6	7	12,8	28,7
Эрроу	8	6	10,7	29,0
Уника	7	7	14,1	27,3
Романо	7	7	11,0	15,3
Эволюшен	8	8	12,7	40,5
Каратоп	5	5	15,6	31,0
Среднее	6,6	6,8	13,7	27,6
НСР ₀₅				1,21

Содержание сухих веществ и крахмала в клубнях является одним из главных показателей при выборе сортов для глубокой переработки на различные продукты – крахмал, сухое картофельное пюре, пом-фри, чипсы и т. д. По содержанию крахмала выше 16 % выделились сорта сибирской селекции Накра, Хозяюшка, Соточка.

Оценка столовых качеств и пригодности сортов для переработки на чипсы проводилась через 5 месяцев хранения и прогревания в течение недели при температуре 20–22 °С.

По вкусовым качествам картофеля в вареном виде выделились сорта Манифест, Алена, Хозяюшка, Розалинд, Алая заря, Гала (табл. 2).

В результате испытаний более 30 сортов отечественной и зарубежной селекции, проведенных в лесостепной зоне Западной Сибири, установлено, что при выращивании картофеля в условиях орошения с применением необходимого набора средств интенсификации (удобрений, пестицидов, полива) выделились следующие сорта с урожайностью свыше 30 т/га: российской селекции – Метеор, Колобок, Великан; белорусской селекции – Манифест, Волат, Янка, Скарб; дальнего зарубежья – Эволюшен, Гала, Музыка, Витессе.

По мучнистости мякоти клубней лучшими сортами были Манифест, Хозяюшка, Алена, Скарб, Алая заря.

По цвету чипсов выделились сорта Алая заря, Дитта, Гала, Венди, Родео, Фридора (табл. 3).

Таблица 2 – Дегустационная оценка столовых качеств вареного картофеля, балл

Сорт	Плотность	Водяни- стость	Мучни- стость	Вкус	Потемнение вареной мякоти
Алена	7,3	7,0	6,7	6,8	4,5
Алая заря	7,0	6,5	6,0	6,5	6,5
Валентина	4,7	4,8	4,5	4,3	5,6
Великан	5,8	4,3	4,3	4,8	4,0
Волат	7,0	5,8	6,0	5,8	6,5
Гала	6,8	6,0	5,8	6,6	6,5
Жуковский ранний	5,6	4,5	4,5	3,8	7,5
Каменский	5,8	4,3	3,8	4,8	3,5
Лилея	6,5	5,0	5,3	5,3	8,0
Манифест	7,2	7,6	8,0	7,8	7,0
Метеор	5,2	4,5	4,7	5,0	7,5
Музыка	5,8	5,0	5,2	5,0	8,0
Невский	6,0	5,3	5,2	5,0	6,5
Розалинд	6,8	5,8	5,8	6,3	5,5
Розара	6,8	5,6	5,2	5,2	4,0
Романо	5,6	5,6	6,0	6,2	7,0
Скарб	7,2	6,0	6,2	6,6	7,0
Хозяюшка	6,0	5,6	7,5	7,0	4,0
Янка	6,8	5,5	4,0	5,0	8,0

Таблица 3 – Оценка качества чипсов, балл

Сорт	Цвет	Консистенция	Содержание жира	Вкус
Алена	5,2	5,0	5,0	5,0
Валентина	5,0	5,5	5,5	6,0
Алая заря	7,0	6,0	6,0	6,0
Дигта	7,2	6,0	5,5	6,2
Бонус	7,6	7,6	7,2	7,6
Венди	7,8	6,0	6,0	6,2
Гала	8,5	6,3	5,7	6,2
Жуковский ранний	6,2	6,3	5,8	5,6
Леони	7,0	6,3	6,0	6,3
Флорике	7,0	7,0	6,9	7,3
Зорачка	6,8	7,2	6,8	7,3
Аладин	7,0	5,8	5,5	6,0
Серпанок	6,3	7,0	7,0	6,8
Лилея	5,8	7,5	7,0	7,0
Спарта	7,0	4,8	4,0	4,8
Родео	7,5	6,0	5,5	6,5
Метеор	6,7	4,2	3,5	4,7
Музыка	7,2	6,3	5,3	6,5
Фридора	7,5	7,3	7,0	7,3
Невский	6,6	6,7	7,6	7,0
Розара	6,6	5,6	4,4	6,0
Романо	7,2	7,4	7,2	7,0
Хозяюшка	7,0	7,0	7,0	6,8

По комплексу оцениваемых признаков качества чипсов (цвет готового продукта, консистенция, содержание жира, вкус) среди изученных сортов наиболее пригодными являются Бонус, Флорике, Зорачка, Серпанок, Романо, Хозяюшка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате экологического испытания коллекции сортов отечественной и зарубежной селекции, проведенного в лесостепной зоне Западной Сибири, установлено, что при выращивании картофеля в условиях орошения с применением необходимого набора средств интенсификации (удобрений, пестицидов, полива) выделились следующие сорта с урожайностью свыше 30 т/га: российских селекционеров – Метеор, Колобок, Великан; белорусских – Манифест, Волат, Янка, Скарб; дальнего зарубежья – Эволюшен, Гала, Музыка, Витессе.

Сорта, наиболее пригодные для переработки на крахмалопродукты, с содержанием крахмала свыше 18 % – Хозяюшка, Накра, Соточка.

Наиболее пригодными для изготовления чипсов среди изученных сортов являются Бонус, Флорике, Зорачка, Серпанок, Романо, Хозяюшка.

По вкусовым качествам вареного картофеля выделились сорта Манифест, Алена, Хозяюшка, Розалинд, Алая заря, Гала.

Наиболее мучнистую мякоть клубней имеют сорта Манифест, Хозяюшка, Алена, Скарб, Алая заря.

Список литературы

1. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению / К.А. Пшеченков [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВНИИКХ, 2008. – 38 с.

2. Методика проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного материала картофеля / Б.В. Анисимов [и др.]; Госсеминаспекция РФ. – М.: ИКАР, 2005. – 112 с.

3. Черемисин, А.И. Результаты изучения сортов картофеля в различных почвенно-климатических зонах Омской области / А.И. Черемисин, Н.В. Дергачева // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля: сб. науч. тр. / ФГБНУ ВНИИКХ; под ред. С.В. Жеворы. – М., 2015. – С.93–98.

Поступила в редакцию 09.11.2016 г.

A.I. CHEREMISIN, N.V. DERGACHEVA

COMPARATIVE ASSESSMENT OF POTATOES VARIETIES OF DOMESTIC AND FOREIGN BREEDING ON PRODUCTIVITY AND QUALITY IN THE CONDITIONS OF THE OMSK REGION

SUMMARY

On the basis of collection the potatoes varieties studying of domestic and foreign breeding in the conditions of the Omsk region the complex assessment of varieties according to the following criteria: resistance to diseases, eating quality, chips recyclability after five months storage is carried out.

Key words: potatoes, varieties, resistance to diseases, eating qualities.

УДК 635.21:631.527.5

Е.П. Шанина, Е.М. Клюкина, М.А. Стафеева**АНАЛИЗ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ИСХОДНЫХ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ КАРТОФЕЛЯ ПО ПРИЗНАКУ ПРОДУКТИВНОСТИ**

ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г. Екатеринбург, пос. Исток, Россия

E-mail: shanina08@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Эффективность селекции во многом зависит от того, насколько успешно подобраны родительские формы. Более точно о селекционной ценности исходных форм можно судить, определив их комбинационную способность. В статье представлены результаты оценки гибридов картофеля по признаку продуктивности при различных комбинациях скрещивания за 2013–2015 гг. Проведен анализ корреляционной зависимости между количеством клубней, содержанием крахмала, товарностью, средней массой товарного клубня и продуктивностью. Определена общая и специфическая комбинационная способность (ОКС и СКС) материнских и отцовских форм. Сорта и гибриды с высокой ОКС можно считать лучшими родительскими формами и рекомендовать в качестве исходного материала для создания высокопродуктивных сортов.

Ключевые слова: картофель, гибриды, продуктивность, комбинации скрещиваний, степень доминирования, корреляционная зависимость, комбинационная способность.

ВВЕДЕНИЕ

Сорт, являясь одним из основных элементов инновационной технологии, позволяет совершенствовать всю систему сельскохозяйственного производства и повышать ее рентабельность: на этапе выращивания – за счет более высокой устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды, на этапе реализации – за счет высокой урожайности и качества продукции [1]. Основное требование, предъявляемое к сорту – высокая урожайность. Вновь выведенный сорт может получить распространение в производстве только в том случае, если он дает более высокие и устойчивые урожаи, чем лучшие из существующих сортов данной культуры [2].

Практической селекционной работе предшествуют предварительный этап изучения исходного материала, подбор его для определенного направления селекции и гибридизация с целью создания новых, генетически разнообразных популяций, обеспечивающих отбор ценных гибридов по схеме селекционного

процесса [3]. Подбор пар для гибридизации проводится как по генотипу, так и фенотипу. Учитывая сложный полигенный характер наследования большинства селективируемых признаков у картофеля, отбор только по фенотипу не всегда бывает эффективным. Более надежно о селекционной ценности исходных форм можно судить, определив их комбинационную способность [4]. Экспериментально доказано, что линии с высокой комбинационной способностью дают более урожайные гибриды, чем линии с низкой комбинационной способностью [5, 6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Экспериментальная работа проведена в ФГБНУ «Уральский НИИСХ». Закладка опытов проводилась по Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и в соответствии с Методическими указаниями по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля [7, 8].

За 2013–2015 гг. изучено 2369 гибридов в 52 комбинациях скрещивания в питомнике первой клубневой репродукции. Материал для исследования – сложные межвидовые гибриды селекции ФГБНУ «Уральский НИИСХ» и сорта отечественной и зарубежной селекции. Гибриды высаживали делянками, между популяциями размещали родительские формы. Площадь питания каждого генотипа 75 × 30 см. Погодные условия данных вегетационных периодов оказались весьма контрастными. Температура воздуха и количество осадков на уровне среднеголетних величин в 2013 г. способствовали накоплению урожая. В 2014 и 2015 гг. избыток влаги и недостаток положительных температур отрицательно сказались на продуктивности. Оценка продуктивности в пределах гибридных комбинаций и у родительских форм проводилась поустно. Анализ гибридов проводился в лабораторных условиях по структуре урожайности, содержанию крахмала и гибридологическим характеристикам. Оценка комбинационной способности исходных родительских форм картофеля – в соответствии с методическими рекомендациями [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характеристика изученных комбинаций по степени изменчивости признака продуктивности представлена в таблице 1. С высокой степенью доминирования признака отмечена комбинация 0-8-8 × 08-20-2 (20,2). Несколько ниже данный показатель в комбинациях: 05-21-13 × 08-20-2 (3,7), Gala × 08-12-5 (3,2). Наследование идет по типу гетерозиса. Продуктивность данных популяций была выше, чем в среднем у родительских форм.

Наследование по типу положительного доминирования отмечено в комбинации Nora × 10-18-2 (0,6); по типу отрицательного доминирования – в комбинациях: Одиссей × 05-10-15 (–0,9), Волат × 05-10-15 (–0,8), 03-15-66 × 06-16-6 (–0,6), Ametist × 06-16-6 (–0,6). Наследование носит промежуточный характер в комбинациях: 08-41-7 × Невский (0,4), Bora Valley × Rose Valley (–0,2). В остальных случаях наследование идет по типу депрессии; средняя продуктивность

58 Таблица 1 – Характеристика потомства родительских форм картофеля по продуктивности, 2013–2015 гг.

Происхождение комбинаций	Продуктивность родителей, г/куст		Продуктивность популяций, г/куст $\bar{X} \pm Sx$	V, %	Ширина вариации	Процент гибридов выше 1000 г/куст	Степень доминирования, h_p	Отбор в первой клубневой репродукции, %
	♀	♂						
Nora × 10-18-2	670	500	632,7 ± 1,52	49,1	170–1462	10,6	0,6	34,8
Ласунок × 08-10-1	820	980	708,3 ± 1,18	42,4	171–1792	14,1	-2,4	56,5
Galactica × 08-10-1	880	980	775,1 ± 1,33	48,2	161–1619	28,4	-3,1	61,8
0-8-10 × 08-10-1	905	980	699,7 ± 2,53	54,2	120–1880	18,7	-6,2	62,5
Gala × 08-12-5	620	850	1108,0 ± 2,11	28,3	660–1940	60,0	3,2	80,0
0-8-8 × 08-20-2	780	790	886,2 ± 4,53	43,0	500–1530	37,5	20,2	87,5
05-21-13 × 08-20-2	820	790	860,9 ± 2,59	40,5	500–1900	23,8	3,7	85,7
05-10-15 × 08-20-2	1050	790	700,3 ± 1,65	47,6	160–1810	15,5	-1,7	48,3
Galactica × 08-20-2	880	790	650,2 ± 1,30	49,9	200–2370	11,4	-4,0	34,4
08-41-7 × Манифест	757	750	643,9 ± 1,52	36,9	300–1450	5,3	-31,3	39,5
05-10-15 × Манифест	1300	750	597,9 ± 1,50	35,2	280–1110	3,0	-1,6	54,5
Маяк × Манифест	900	750	621,4 ± 3,15	47,2	220–1180	14,3	-2,7	71,4
05-15-40 × Манифест	1033	750	659,3 ± 1,39	41,9	240–1340	11,7	-1,6	61,7
Башкирский × 05-10-15	1020	1300	685,7 ± 1,40	37,4	330–1340	12,2	-3,4	65,3
Манифест × 05-10-15	750	1300	583,8 ± 2,10	46,8	270 1210	13,8	-1,6	55,2
Янка × 05-10-15	700	1300	625,6 ± 2,11	42,2	230–1190	12,0	-1,2	56,0
Волгар × 05-10-15	520	1300	597,1 ± 2,33	39,3	280–1110	5,9	-0,8	64,7
Вектар × 05-10-15	850	1300	778,1 ± 2,39	39,2	250 – 1550	23,8	-1,3	38,1

Примечание. Значение h_p от $-\infty$ до -1 – депрессия признака; от -1 до $-0,5$ – отрицательное доминирование; от $-0,5$ до $0,5$ – промежуточное наследование; от $0,5$ до 1 – положительное доминирование; от 1 до ∞ – гетерозис признака.

популяций была ниже по сравнению со средними показателями родительских форм.

Данный признак обладает высокой вариабельностью. Коэффициенты вариации находятся в пределах от 28,3 (Gala × 08-12-5) до 54,2 % (0-8-10 × 08-10-1).

Анализ наиболее перспективных материнских и отцовских форм по годам показал следующие результаты. В 2013 г. продуктивность популяций выше продуктивности родительских форм в комбинациях: Gala × 08-12-5, 0-8-8 × 08-20-2, 05-21-13 × 08-20-2 и составляет соответственно 1108,0; 886,2 и 860,9 г/куст. Ширина вариации в указанных комбинациях составляет 660–1940, 500–1530 и 500–1900 г. Процент гибридов с продуктивностью выше 1000 г/куст – 60,0; 37,5 и 23,8 %. Это указывает на возможность результативного отбора по признаку продуктивности в первой клубневой репродукции (80,0; 87,5 и 85,7 % соответственно).

В 2014 г. средняя продуктивность популяций была значительно ниже средней продуктивности родительских форм. Продуктивность популяций варьирует от 208,8 до 631,7 г/куст. Наличие гибридов с продуктивностью выше 1000 г/куст отмечено в комбинациях: Sprint × 03-13-11 (9,8 %), Ласунок × 08-10-1 (6,5 %). Ширина вариации в указанных комбинациях составляет соответственно 250–1500 и 220–1110 г.

В 2015 г. продуктивность популяций – от 486,3 до 814,6 г/куст. Выход гибридов с продуктивностью выше 1000 г/куст – от 3,0 (05-10-15 × Манифест) до 30,8 % (03-15-66 × 06-16-6). Высокий процент отбора в первой клубневой репродукции отмечен в комбинациях: Маяк × Манифест (71,4 %), 03-4-13 × Романзе (71,4 %), Маяк × 08-26-4 (69,0 %), 08-41-7 × Невский (67,3 %), Башкирский × 05-10-15 (65,3 %).

Высокие значения коэффициента корреляционной зависимости между продуктивностью и количеством клубней в популяциях: 0-8-8 × 08-20-2 (0,981), Gala × 08-12-5 (0,884), Galactica × 08-20-2 (0,853), 03-3-1 × 08-26-4 (0,850), Collin × 08-10-1 (0,842), Purple Valley × 05-10-15 (0,824), 0-8-10 × Башкирский (0,818), 0-8-8 × Башкирский (0,807).

При исследовании корреляционной зависимости между продуктивностью и крахмалистостью установлено, что данные признаки могут по-разному сочетаться в гибридных комбинациях. С высокой положительной корреляцией за три года исследований отмечены комбинации: 0-8-8 × 08-20-2 (0,897), Gala × 08-12-5 (0,768), Маг × 05-10-15 (0,674), 05-21-13 × 08-20-2 (0,620).

Аналогичная картина наблюдается в зависимости между продуктивностью и товарностью: 0-8-8 × 08-20-2 (0,894), Gala × 08-12-5 (0,829), 05-21-13 × 08-20-2 (0,693), Маг × 05-10-15 (0,618). Это указывает на возможность у полученных гибридов достигнуть сочетания данных признаков.

Между продуктивностью и средней массой товарного клубня в большинстве случаев отмечена положительная корреляция. Исключение составляют комбинации: Galactica × 08-20-2 (–0,224), Gala × 08-10-1 (–0,183), Gala × 08-12-5 (–0,095). Отрицательная корреляция в данных комбинациях указывает на то, что в потомстве сложно получить желаемый эффект.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

В результате выполненного дисперсионного анализа комбинационной способности сортов и гибридов картофеля по признаку продуктивности была установлена высокая значимость генотипических различий. Большое влияние на общую изменчивость признака оказывает СКС материнских и отцовских форм (табл. 2).

Анализ комбинационной способности проводился по методу для нерегулярных скрещиваний, основанном на многотестерном топкроссе. Общую комбинационную способность определяли по величине оценок эффектов ОКС (табл. 3). Высоким эффектом ОКС среди материнских форм обладает сорт

Таблица 2 – Вклад ОКС и СКС в общую изменчивость признака продуктивности, 2013–2015 гг.

Источник варьирования	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	mS	%	mS	%	mS	%
ОКСi	10 429,7	0,59	1 497,9	0,41	9 479,6	0,53
ОКСj	75 292,9	4,28	8 720,8	2,41	53 721,2	3,00
СКСij	1 650 148,8	93,78	350 057,6	96,83	1 721 757,3	96,29
Случайные отклонения	23 710,6	1,35	1 237,8	0,34	3 143,2	0,18
Итого	1 759 582,0	100	361 514,0	100	1 788 101,4	100

Таблица 3 – Эффекты ОКС сортов и гибридов картофеля по продуктивности, 2013–2015 гг.

Материнские формы	Эффект ОКС	Отцовские формы	Эффект ОКС
Маг	-42,80	10-18-2	-47,87
Ласунок	-1,45	0-8-10	-40,17
Galactica	43,38	05-10-15	16,29
05-15-7	-30,78	08-10-1	51,51
Gala	11,76	08-12-5	-16,98
0-8-8	5,68	08-20-2	46,07
05-21-13	8,97	06-11-1	-11,56
05-10-15	28,06	04-31-11	-40,80
Одиссей	-3,46	Collin	-18,79
Sprint	10,36	03-15-66	-26,19
08-8-28	5,90	06-15-22	-28,01
Bellarosa	44,68	08-23-31	-21,34
05-15-15	-22,38	09-1-11	5,90
08-41-7	46,39	Укр. 03.29/4	-41,18
Маяк	94,79	Невский	-38,90
05-15-40	-11,42	Манифест	92,20
Манифест	-18,80	09-1-12	-9,95
Янка	-14,34	08-26-4	25,53
Волат	-17,28	Башкирский	1,71
03-4-13	-27,32	Romanze	-47,14
Вектар	0,05	06-16-6	9,63

Маяк (94,79), несколько ниже у гибрида 08-41-7 (46,39) и сортов Bellarosa (44,68), Galactica (43,38). Низкий эффект ОКС у сорта Маг (-42,80) и гибридов 05-15-7 (-30,78), 03-4-13 (-27,32), 05-15-15 (-22,38).

Среди тестерных форм высокий эффект ОКС отмечен у сорта Манифест (92,20), несколько ниже у гибридов 08-10-1 (51,51), 08-20-2 (46,07), 08-26-4 (25,53). Низким проявлением признака ОКС характеризовались сорт Romanze (-47,14) и гибриды 10-18-2 (-47,87), Укр. 03.29/4 (-41,18), 04-31-11 (-40,80), 0-8-10 (-40,17).

Для выделения лучших комбинаций были определены значения специфической комбинационной способности. По признаку продуктивности все изучаемые комбинации скрещивания имели достаточно высокий эффект СКС (196,99–1003,02). Это определяет широкую возможность использования их для создания высокоурожайных сортов картофеля. В комбинации Gala × 08-12-5 высокий эффект СКС (1003,02) обусловлен эффектом гетерозиса родительских форм – Gala и 08-12-5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения характера наследования признака продуктивности в различных комбинациях скрещивания выделены популяции: Gala × 08-12-5, 0-8-8 × 08-20-2, 05-21-13 × 08-20-2. В данных комбинациях отмечены гетерозис, высокий процент отбора в первой клубневой репродукции и высокая корреляционная зависимость между продуктивностью и такими признаками, как количество клубней, содержание крахмала и товарность.

Высокая оценка общей комбинационной способности (ОКС) по передаче признака продуктивности среди материнских форм отмечена у сорта Маяк. Среди тестерных форм выделяется сорт Манифест. Данные сорта можно считать лучшими родительскими формами и рекомендовать в качестве исходного материала для создания высокопродуктивных сортов. Все комбинации скрещивания имели высокие показатели по специфической комбинационной способности (СКС).

Список литературы

1. Яшина, И.М. Значение сорта в современных технологиях производства картофеля / И.М. Яшина // Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля. – Чебоксары: КУП ЧР «Агро-Инновации», 2010. – С. 41–44.
2. Корзун, О.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений / О.С. Корзун, А.С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
3. Жарова, В.А. Изучение исходных форм и использование их для селекции картофеля / В.А. Жарова, И.М. Яшина, Г.Л. Белов // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития: материалы VI науч.-практ. конф. «Картофель-2014». – Чебоксары, 2014. – С. 43–50.
4. Яшина, И.М. Оценка родительских форм картофеля по комбинационной способности и эффективность селекционного отбора / И.М. Яшина,

Л.И. Кирсанова, Г.Н. Ужовская // Селекция и биотехнология картофеля. – М., 1990. – С. 14–21.

5. Генетические основы селекции растений: в 4 т. / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Беларус. навука, 2008. – Т. 1: Общая генетика растений / А.В. Кильчевский [и др.]. – 551 с.

6. Шанина, Е.П. Комбинационная способность исходных родительских форм картофеля / Е.П. Шанина // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству; редкол.: С.А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2012. – Т. 20. – С. 63–69.

7. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: картофель, овощные и бахчевые культуры. – М.: Колос, 1964. – 248 с.

8. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля / С.М. Букасов [и др.]; под ред. С.М. Букасова. – Л., 1976. – 27 с.

9. Вольф, В.Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В.Г. Вольф, П.П. Литун. – Харьков, 1980. – 76 с.

Поступила в редакцию 18.11.2016 г.

E.P. SHANINA, E.M. KLYUKINA, M.A. STAFEEVA

COMBINING ABILITY ANALYSIS OF INITIAL PARENTAL FORMS OF POTATOES ON THE BASIS OF PRODUCTIVITY

SUMMARY

The selection efficiency largely depends on how well matched the parent form. More reliable breeding value on the original form can be judged by determining their combining ability. The article presents the results of the evaluation of potatoes hybrids on the basis of productivity with various combinations of crossbreeding for 2013–2015. The analysis of the correlation between number of tubers, starch content, marketability, average weight of marketable tuber and productivity. General and specific combining ability (GCA and SCA) of maternal and paternal forms are defined. Varieties and hybrids with high GCA can be considered the best parent forms and be recommended as initial material for creation of highly productive varieties.

Key words: potatoes, hybrids, productivity, crossing combinations, degree of dominance, correlation dependence, combining ability.

РАЗДЕЛ 2

ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

УДК 631.524.86: 635.21: 632.4: 577.21.08

Е.А. Волуевич, В.С. Борзяк, В.И. Лукша

ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», г. Минск

E-mail: Voluevitch@yandex.ru

АНАЛИЗ АЛЛЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ВИРУСАМ В СОРТАХ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ

РЕЗЮМЕ

На основе применения молекулярных маркеров изучено аллельное состояние генов крайней устойчивости к вирусам X и Y (Rx_{adg} и Ry_{adg} соответственно), а также гена Rm сверхчувствительности к вирусу M в пяти сортах картофеля. Выявлены сорта белорусской селекции с хорошими донорскими свойствами. Так, сорт Дельфин имеет 3–4 копии генов Rx_{adg} и Rm ; сорт Нептун несет по 2 копии генов Rx_{adg} и Ry_{adg} , ген Rm представлен у него 3–4 копиями; Дубрава обладает 2-мя копиями гена Ry_{adg} и по 1 копии генов Rx_{adg} и Rm ; немецкий сорт Albatros несет 1 дозу гена Rx_{adg} и 2 копии гена Rm ; сорт Meridian имеет 1 копию гена Rm .

Ключевые слова: картофель, вирусоустойчивость, аллельное состояние генов, ПЦР-маркеры.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка нового сорта может занять до десяти и более лет от скрещивания до выпуска, поэтому необходимы улучшенные стратегии селекции. Поразительные перспективы в этом отношении предоставляют молекулярные маркеры. Возможность выбрать желательный клон на основе генотипа, а не фенотипа, анализ растений на стадии семян, скрининг нескольких признаков, быстрое восстановление генотипа рекуррентного родителя являются лишь некоторыми из преимуществ MAS (marker assisted selection, маркеропосредованная селекция) [1].

Известно, что MAS для семян F_1 стоит слишком дорого из-за большого количества экстракций ДНК и ПЦР-анализов [2]. В среднем, умножая каждый анализ на 3 евро, стоимость варьирует от 21 900 евро на этапе семян, или 24 000 евро в первый год полевых испытаний, до 675 евро в течение второго года полевых испытаний [3]. Поэтому отбор в F_1 может быть проведен в течение 1–2 лет в полевых условиях по агрономическим признакам и устойчивости по фенотипу, после чего количество клонов значительно сокращается,

и в дальнейшем может быть осуществлен MAS по устойчивости. Таким образом, молекулярные маркеры применяют на подходящем этапе селекционной программы, и они позволяют провести ранний отбор резистентных клонов доступным способом. Кроме того, цена ПЦР-анализов может быть снижена в результате разработки мультиплексной ПЦР.

Использование молекулярных маркеров является альтернативой искусственному заражению с последующим проведением ELISA. На примере оценки популяций, расщепляющихся по гену Ry_{adg} , было показано, что молекулярные маркеры могут быть применены для прогнозирования реакции клонов на болезнь без наличия заболевания [4]. Было выявлено, что маркеры RYSC3 и ADG2BbvI [5, 6] достаточно близки к гену Ry_{adg} , чтобы оправдать их использование для идентификации резистентных клонов к PVY [4]. Кроме того, маркер RYSC3 одновременно подходит как для выявления гена Ry_{adg} , так и гена Na_{adg} сверхчувствительной устойчивости к вирусу A [5].

Определение главных генов устойчивости к вирусам, присутствующих в потенциальных родителях, с помощью молекулярных маркеров должно предотвратить гибридизацию восприимчивых клонов между собой и увеличить количество скрещиваний между устойчивыми клонами. Когда желательные неидентичные гены находятся в разных сортах, их можно объединить в одном генотипе через ряд скрещиваний и отбор. Пирамидированию таких генов также способствует использование молекулярных маркеров к генам устойчивости.

Дополнительное преимущество использования молекулярных маркеров заключается в возможности определения дозы гена устойчивости у резистентного родителя на основе соотношения расщепления маркерных фрагментов в потомстве. Схемы расщепления при анализе донорских свойств источников устойчивости с помощью молекулярных маркеров такие же, как и при анализе устойчивости по фенотипу с применением искусственной инокуляции. Например, при скрещивании источника устойчивости с восприимчивым сортом (нуллиплексом) при случайном хромосомном расщеплении в F_1 ожидаемое теоретическое расщепление составляет 1 : 1, если маркер в симплексной дозе, и 5 : 1, если он находится в дуплексном аллельном состоянии. При случайном хроматидном расщеплении теоретически ожидаемое соотношение составляет 0,86 : 1 для симплексного аллельного состояния маркера, 3,67 : 1 – для дуплексной дозы и 27 : 1 – для триплексной [7, 8]. Считается, что для достижения уровня достоверности более 95 % вероятности при определении генетической конституции изучаемого клона картофеля необходимо оценить в F_1 около 30 потомков. Если использовать тест на инокуляцию прививкой, эта оценка более трудная, более медленная и дорогостоящая [9].

Аллельное состояние гена устойчивости можно определять не только при скрещивании резистентного родителя с восприимчивым образцом (нуллиплексом), но и при самоопылении резистентных клонов. В этом случае при соотношении устойчивых и восприимчивых потомков в S_1 как 3 : 1 исходный устойчивый клон имеет ген резистентности в симплексной дозе, а при 35 : 1 – дуплексной [10].

Если устойчивый сорт триплекс или квадруплекс, то в S_1 все сеянцы устойчивы. Считается, что когда те же аллели существуют в нескольких дозах или являются общими для родителей, двойная редукция с участием этих аллелей вряд ли будет отражена в качестве заметного фенотипа в потомстве [10].

Для определения количества устойчивых аллелей, присутствующих у резистентного родителя, необходимо тестировать потомство потому, что используемые в настоящее время ПЦР-анализы являются нечувствительными к дозе гена. Тестировать потомства с использованием молекулярных маркеров проще, быстрее и дешевле, чем с помощью искусственного заражения. По данным некоторых исследователей, для проведения одного ПЦР-анализа стоимость применения молекулярного маркера RYSC3 к гену Ry_{adg} составляет 2,83 евро; маркера STM0003 к гену Ry_{sto} – 2,88 евро [3]. Стоимость оценки одного клона при искусственной инокуляции выше – 6–12 евро (меньшее количество соответствует одному году оценки, когда выявляются восприимчивые генотипы; более высокие значения соответствуют второму году оценки, чтобы подтвердить, являются ли предполагаемые устойчивые генотипы действительно таковыми). Таким образом, сравнение затрат на использование молекулярных маркеров и проведение искусственных инокуляций показывает, что маркеры обеспечивают более быструю, дешевую и надежную систему скрининга на устойчивость.

Чтобы максимизировать шансы на получение устойчивых генотипов в потомстве, желательно использовать резистентные родительские клоны с несколькими копиями генов устойчивости (дуплекс, триплекс или квадруплекс) с разработанными к этим генам эффективными молекулярными маркерами. Кроме того, использование молекулярных маркеров позволяет создавать более эффективные доноры, например, с триплексной дозой гена. Так, с использованием тесно сцепленного с геном устойчивости Ry_{adg} SCAR-маркера разработали триплексный клон [11]. Это исследование показало, что маркер-опосредованный отбор может быть использован для ускорения обычных селекционных программ путем разработки нужного родительского генотипа.

Целью нашего исследования являлось изучение аллельного состояния генов устойчивости к вирусам в сортах картофеля с помощью молекулярных маркеров к этим генам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования служили самоопыленные потомства пяти сортов зарубежной селекции (Albatros, Meridian) и отечественных сортов (Дельфин, Дубрава, Нептун), созданных в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Выборка по каждому потомству S_1 составляла от 50 до 53 сеянцев. Растения выращивали на световой установке в кюветах с почвой.

Для выделения ДНК использовали ткани свежемороженых молодых растений сеянцев (100–150 мг на одну пробу). Выделение и очистку ДНК

осуществляли с помощью готовых наборов «Genomic DNA Purification Kit» (Thermo scientific, EU) согласно методике, предлагаемой производителем с внесением определенных модификаций. Концентрацию и степень очистки ДНК проверяли на спектрофотометре и с помощью электрофореза в 1 % агарозном геле с использованием стандартного маркера длин фрагментов ДНК на 100–3000 пар нуклеотидов.

Для оценки наличия в экспериментальном материале аллель-специфического маркера 221R к гену Rx_{adg} использовали методику, предложенную Heldak с соавторами [12]. Амплификацию ДНК семян с этим маркером проводили, используя пару праймеров 5' - GCTTACATTTGCTCGAAGAAGCCAC - 3'/F; 5' - CCTTAATAATCAATAGATTCAACTCG - 3'/R. Присутствие гена Rx_{adg} определяли по наличию маркерного фрагмента 221R размером 800 п. н. Для проведения реакции амплификации с аллель-специфическим маркером 221R реакционная смесь для ПЦР-анализа объемом 25 мкл содержала 100 нг тотальной ДНК; 3 mM $MgCl_2$; 0,3 мкМ каждого из пары праймеров; 0,2 mM каждого dNTP (dNTPs премикс для ПЦР, 10Ч – «Праймтех»); 1U *Taq* polymerase («Праймтех») и 2,5 мкл буфера «А» 10Ч без $MgCl_2$ для *Taq* полимеразы («Праймтех») [14]. Реакцию осуществляли при следующем режиме: денатурация 3 минуты при 94 °С, далее 40 циклов по 20 секунд при 94 °С, 25 секунд при 60 °С и 60 секунд при 72 °С, финальная элонгация в течение 5 минут при температуре 72 °С.

Для детекции гена Ry_{adg} использовали пару праймеров 3.3.3s и ADG23R к SCAR-маркеру RYSC3₃₂₁: 3.3.3s (F) 5' - ATACACTCATCTAAATTTGATGG - 3' и ADG23 (R) 5' - AGGATATACGGCATCATTTTTCCGA - 3' согласно Kasai с соавторами [5]. Присутствие гена Ry_{adg} определяли по наличию маркерного фрагмента RYSC3 размером 321 п. н. При проведении амплификации реакционная смесь для ПЦР-анализа объемом 20 мкл содержала 100 нг тотальной ДНК; 2 mM $MgCl_2$; 0,8 мкМ каждого из пары праймеров; 0,1 mM каждого dNTP; 1,25 U *Taq* polymerase («Праймтех») и 2 мкл буфера «А» 10Ч без $MgCl_2$ для *Taq* полимеразы («Праймтех») [14]. Реакцию осуществляли при следующем режиме: денатурация 9 минут при 93 °С, далее 35 циклов по 45 секунд при 94 °С, 45 секунд при 56 °С и 60 секунд при 72 °С, финальная элонгация в течение 5 минут при температуре 72 °С.

Определение гена *Rm* осуществляли с помощью ISSR-маркера UBC822₁₀₇₉, предложенного Marczewski с соавторами [15]. Амплификацию проводили с праймером с последовательностью TCTCTCTCTCTCTCTCA. Образование продукта весом 1079 п. н. указывало на наличие в сорте гена *Rm*. ПЦР с этим праймером осуществляли в объеме 20 мкл. Реакционная смесь содержала 30 нг тотальной ДНК; 2,5 mM $MgCl_2$; 0,125 mM dNTPs; 0,5 мкМ праймера; 1 U *Taq* полимеразы и 2 мкл буфера «А» 10Ч без $MgCl_2$ для *Taq* полимеразы («Праймтех») [16]. Амплификация проходила в режиме: денатурация 1 минута при температуре 94 °С, далее 40 циклов по 20 секунд при 93 °С, 25 секунд при 55 °С и 75 секунд при 72 °С; финальная элонгация в течение 5 минут при температуре 72 °С.

Разделение продуктов амплификации ДНК семян с ISSR-маркером UBC822₁₀₇₉ осуществляли при электрофорезе в 2,5 % агарозном геле в трис-ацетатном буфере (ТАЕ) при напряжении 80 В в течение 1–2 часов.

Анализ полученных продуктов амплификации с маркерами 221R, RYSC3 и UBC822₁₀₇₉ проводили в 1,5 % агарозном геле в трис-боратном буфере (0,089 М Трис, 0,089 М борная кислота, 0,002 М EDTA pH 8,0). Электрофорез осуществляли при комнатной температуре при параметрах тока 80 В в течение 2–4 часов. Для приготовления агарозных гелей использовали агарозу TopVision™ производства Fermentas. В каждую лунку вносили 10 мкл ПЦР смеси и 1,5 мкл буфера для нанесения (раствор в воде 0,25 % бромфенолового синего; 0,25 % ксилонцианола; 30 % глицерина). Гели документировали с помощью фотографирования после окрашивания бромидом этидия. В качестве маркера молекулярного веса использовали GeneRuler™ 100bp Plus DNA Ladder (Fermentas).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аллельное состояние гена устойчивости у анализируемого сорта определяли по соотношению числа семян с маркерной полосой, свидетельствующей о присутствии исследуемого гена, к числу семян без диагностического фрагмента. Как указывалось, при симплексном аллельном состоянии гена устойчивости (*Aaaa*) в S_1 наблюдается расщепление семян с диагностическим фрагментом и без него как 3 : 1. Если ген резистентности представлен в двойной дозе (дуплекс *AAaa*), то расщепление соответствует схеме 35 : 1. Однако если произошло переопыление устойчивых растений с восприимчивыми клонами, то в F_1 соотношение при одной дозе гена резистентности соответствует схеме 1 : 1, а при двойной дозе – 5 : 1, то есть наблюдается такое же расщепление, как и при скрещивании с нуллиплексом по гену устойчивости. Однако если ген устойчивости представлен в триплексе (*AAAa*) или квадруплексе (*AAAA*), то все семена потомства от самоопыления или от опыления нуллиплексом (свободного или принудительного, то есть при скрещивании) несут маркерную полосу, свидетельствующую о присутствии соответствующего гена резистентности.

В результате анализа соотношения семян с маркерной полосой к гену устойчивости и без диагностического фрагмента были получены следующие данные. Ген крайней устойчивости к вирусу X Rx_{adg} у сорта Дельфин представлен тремя или четырьмя копиями, поскольку все 53 семени несли маркерный фрагмент (табл. 1).

Такое же аллельное состояние у сорта Дельфин определено и для гена сверхчувствительной устойчивости *Rm* к вирусу М (табл. 2).

Таким образом, сорт Дельфин является высокоэффективным донором к двум видам вирусов. Сорт Нептун также имеет высокую дозу гена *Rm* (триплекс или квадруплекс) (см. табл. 2, рис. 1).

Сорт Нептун имеет два гена крайней устойчивости Rx_{adg} и Ry_{adg} к вирусам X и Y соответственно в двойной дозе, то есть является дуплексом по этой

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Расщепление в потомстве S₁ сортов картофеля с геном крайней устойчивости *Rx_{adg}* к вирусу X по диагностическому маркеру к этому гену 221R

Сорт	Число сеянцев, шт.	Наличие / отсутствие генотипов с маркером	Аллельное состояние гена	χ^2	При вероятности P
Albatros	50	38 / 12	<i>Aaaa</i>	0,03	0,75 < P < 0,90
Дельфин	53	53 / 0	<i>AAA-</i>	–	–
Дубрава	52	47 / 5	<i>Aaaa</i>	6,56	0,025 < P < 0,01
Нептун	50	43 / 7	<i>AAaa</i>	5,23	0,025 < P < 0,01

Таблица 2 – Расщепление в потомстве S₁ сортов картофеля с геном сверхчувствительной устойчивости *Rm* к вирусу M по диагностическому маркеру к этому гену UBC822₁₀₇₉

Сорт	Число сеянцев, шт.	Наличие / отсутствие генотипов с маркером	Аллельное состояние гена	χ^2	При вероятности P
Albatros	50	47 / 3	<i>AAaa</i>	1,92	0,10 < P < 0,25
Meridian	52	30 / 22	<i>Aaaa</i>	1,23	0,25 < P < 0,50
Дельфин	53	53 / 0	<i>AAA-</i>	–	–
Дубрава	52	35 / 17	<i>Aaaa</i>	1,64	0,10 < P < 0,25
Нептун	50	50 / 0	<i>AAA-</i>	–	–

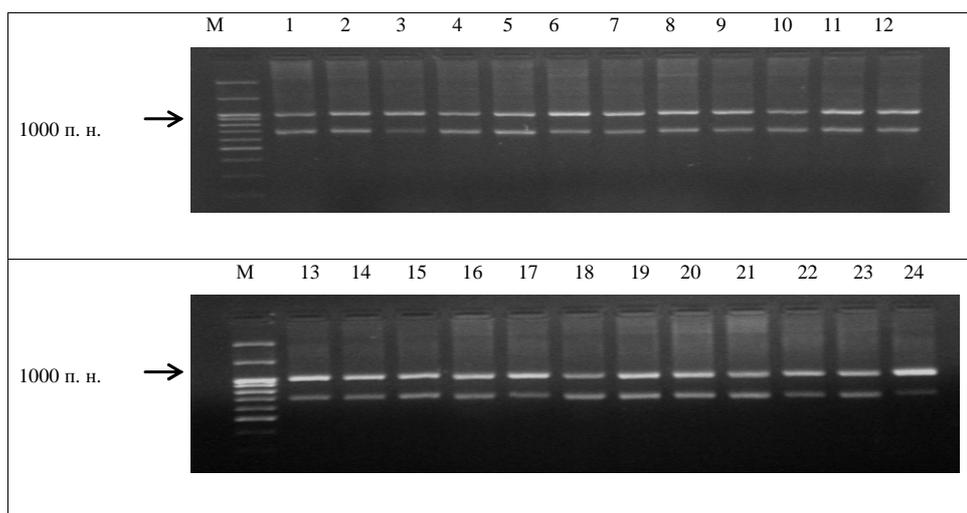


Рисунок 1 – Пример ПЦР-детекции аллельного состояния гена *Rm* с помощью маркера UBC822₁₀₇₉ в потомстве от самоопыления сорта Нептун

Примечание. M – маркер молекулярного веса 100–3000 п. н.;
1, 13 – сорт Нептун, 2–12, 14–24-сеянцы S₁.

паре генов резистентности (см. табл. 1, табл. 3). У сортов Albatros и Дубрава ген Rx_{adg} , а также у сортов Meridian и Дубрава ген Rm представлен одной копией (симплекс) (см. табл. 1, 2, рис. 2, 3). При этом следует отметить, что потомство сорта Meridian, вероятно, было получено в результате свободного опыления с восприимчивым генотипом, поэтому расщепление соответствует схеме 1 : 1, а не 3 : 1 (см. табл. 2).

У сорта Дубрава имеется также двойная доза гена крайней устойчивости Ry_{adg} (см. табл. 3).

Таблица 3 – Расщепление в потомстве S_1 сортов картофеля с геном крайней устойчивости Ry_{adg} к вирусу Y по диагностическому маркеру к этому гену RYSC3

Сорт	Число семянцев, шт.	Наличие / отсутствие генотипов с маркером	Аллельное состояние гена	χ^2	При вероятности P
Дубрава	52	50 / 2	AAaa	0,22	$0,50 < P < 0,75$
Нептун	50	49 / 1	AAaa	0,11	$0,50 < P < 0,75$

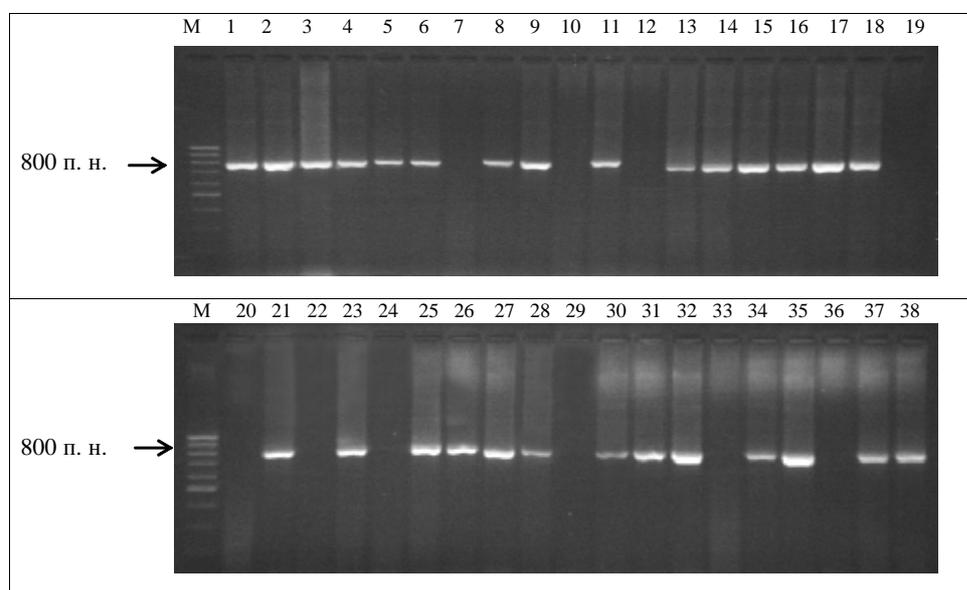


Рисунок 2 – Пример ПЦР-детекции аллельного состояния гена Rx_{adg} с помощью маркера 221R в потомстве от самоопыления сорта Albatros

Примечание. М – маркер молекулярного веса 100–3000 п. н.;
1, 38 – сорт Albatros, 2–19, 20–37 – сеянцы S_1 .

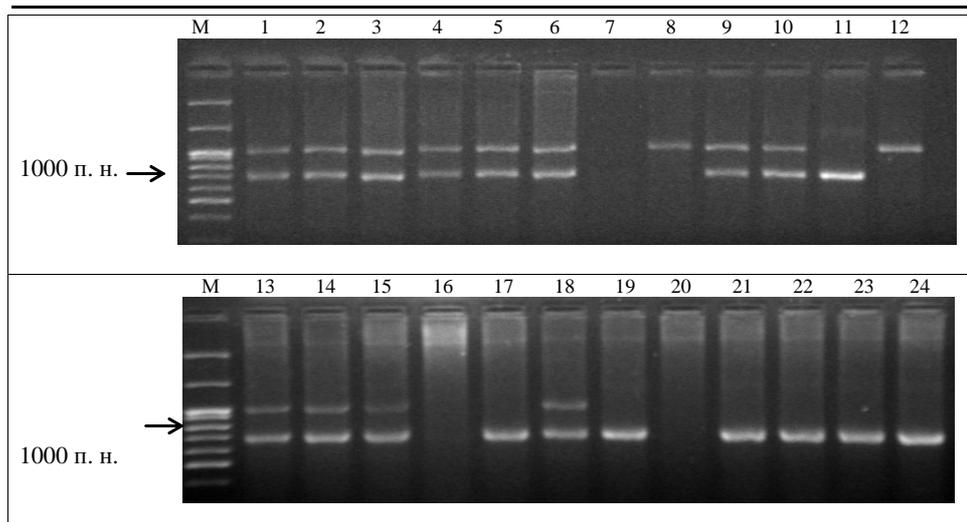


Рисунок 3 – Пример ПЦР-детекции аллельного состояния гена *Rm* с помощью маркера $UBC822_{1079}$ в потомстве от самоопыления сорта Дубрава

Примечание. М – маркер молекулярного веса 100–3000 п. н.;
1, 13 – сорт Дубрава, 2–12, 13–22 – сеянцы S_1 .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучено аллельное состояние генов устойчивости к вирусам X, Y и M у сортов белорусской селекции Дельфин, Дубрава, Нептун и зарубежных сортов Albatros, Meridian посредством анализа расщепления по маркерным локусам к этим генам в потомстве от самоопыления. Для анализа S_1 использовали молекулярные маркеры к генам устойчивости: аллель-специфический маркер к гену крайней устойчивости к вирусу X Rx_{adg} , SCAR-маркер $RYSC3_{321}$ к гену крайней устойчивости к вирусу Y Ry_{adg} , ISSR-маркер $UBC822_{1079}$ к гену сверхчувствительной устойчивости к вирусу M *Rm*.

Изученные белорусские сорта характеризуются хорошими донорскими свойствами. Так, сорт Дельфин имеет по 3–4 копии генов Rx_{adg} и *Rm*. Сорт Нептун несет по 2 копии генов Rx_{adg} и Ry_{adg} (расщепление по маркерным локусам в S_1 соответствовало схеме 35 : 1). Ген *Rm* представлен у него 3–4 копиями. Сорт Дубрава обладает 2-мя копиями гена Ry_{adg} . Он также несет по 1 копии генов Rx_{adg} и *Rm* (расщепление 3 : 1). Немецкий сорт Albatros несет 1 дозу гена Rx_{adg} и 2 копии гена *Rm*. Сорт Meridian имеет 1 копию гена *Rm*, его потомство, по-видимому, было получено в результате свободного опыления восприимчивым генотипом (расщепление 1 : 1). Более предпочтительными для использования в селекции являются доноры устойчивости с большим числом копий генов резистентности.

Список литературы

1. Collard, B.C.Y. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century / B.C.Y. Collard, D.J. Mackill // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. – 2008. – Vol. 12, № 363 (1491). – P. 557–572.

2. Marker-assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato / C. Gebhardt [et al.] // *Theor. Appl. Genet.* – 2006. – Vol. 112. – P. 1458–1464.
3. Ortega, F. Application of molecular marker-assisted selection (MAS) for disease resistance in a practical potato breeding programme / F. Ortega, C. Lopez-Vizcon // *Potato Research.* – 2012. – Vol. 55. – P. 1–13.
4. Validation and implementation of marker-assisted selection (MAS) for PVY resistance (Ry_{adg} gene) in a tetraploid potato breeding program / R.J. Ottoman [et al.] // *Am. J. Pot. Res.* – 2009. – Vol. 86. – P. 304–314.
5. Development of SCAR markers to the PVY resistance gene Ry_{adg} based on a common feature of plant disease resistance genes / K. Kasai [et al.] // *Genome.* – 2000. – Vol. 43. – P. 1–8.
6. Sorri, V.A. Predicted kinase-3 a motif of a resistance gene analogue as a unique marker for virus resistance / V.A. Sorri, K.N. Watanabe, J.P.T. Valkonen // *Theor. Appl. Genet.* – 1999. – Vol. 99. – P. 164–170.
7. Velasquez, A.C. Genetic characterization and mapping of major gene resistance to *Potato leafroll virus* in *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* / A.C. Velasquez, E. Mihovilovich, M. Bonierbale // *Theor. Appl. Genet.* – 2007. – Vol. 114. – P. 1051–1058.
8. Bradshaw, J.E. Quantitative genetics theory for tetrasomic inheritance / J.E. Bradshaw // *Potato genetics*; eds: J.E. Bradshaw, G.R. Mackay. – Wallingford: CAB International, 1994. – P. 71–100.
9. SCAR marker for the selection of Ry -duplex potato clones immune to *Potato virus Y* / A.M. Ribeiro [et al.] // *Crop Breeding and Applied Biotechnology.* – 2006. – Vol. 6. – P. 1–8.
10. Predicting parental genotypes and gene segregation for tetrasomic inheritance / Z.W. Luo [et al.] // *Theor. Appl. Genet.* – 2000. – Vol. 100. – P. 1067–1073.
11. Kaushik, S.K. Development of a triplex ($YYYy$) parental potato line with extreme resistance to *Potato virus Y* using marker assisted selection / S.K. Kaushik [et al.] // *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology.* – 2013. – Vol. 88, № 5. – P. 580–584.
12. Heldak, J. Selection of valuable potato genotypes with introduced resistance genes derived from wild species / J. Heldak, E. Brutovska, A. Gallikova // *Agriculture (Polnohospodarstvo).* – 2009. – Vol. 55, № 3. – P. 133–139.
13. Павлючук, Н.В. Отбор устойчивых к X-вирусу генотипов картофеля с использованием ПЦР-маркеров / Н.В. Павлючук, И.М. Казючиц, Е.А. Волюевич // *Картофелеводство: сб. науч. тр.* – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 245–253.
14. Оценка исходного материала картофеля для селекции на устойчивость к болезням и вредителям с помощью специфических ПЦР-маркеров: метод. рекомендации / А.П. Ермишин [и др.]. – Минск: Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси, 2010. – 60 с.
15. Potato chromosomes IX and XI carry genes for resistance to *Potato virus M* / W. Marczewski [et al.] // *Theor. Appl. Genet.* – 2006. – Vol. 112. – P. 1232–1238.

16. Волуевич, Е.А. Отбор устойчивых к М-вирусу генотипов картофеля (*Solanum tuberosum*) с помощью ПЦР / Е.А. Волуевич, Н.В. Павлючук // Доклады НАН Беларуси. – 2014. – Т. 58, № 2. – С. 93–96.

Поступила в редакцию 21.11.2016 г.

E.A. VOLUEVICH, V.S. BORZYAK, V.I. LUKSHA

ANALYSIS OF ALLELIC STATE OF GENES RESISTANCE TO VIRUS IN POTATOES VARIETIES USING MOLECULAR MARKERS

SUMMARY

The allelic state of resistance genes for X and Y viruses (Rx_{adg} and Ry_{adg} respectively) as well as the hypersensitivity gene Rm to virus M was studied on the basis of the molecular markers application in five potatoes varieties. Belarusian varieties with good donor properties were found. So, Delphin has 3–4 copies of the genes Rx_{adg} and Rm ; variety Neptune carries 2 copies of the genes Rx_{adg} and Ry_{adg} , the gene Rm presented in 3–4 copies; Dubrava has two copies of the gene Ry_{adg} and one copy of the genes Rx_{adg} and Rm ; german variety Albatros carries one dose of the gene Rx_{adg} and two copies of the gene Rm ; variety Meridian has one copy of the gene Rm .

Key words: potatoes, virus resistance, allelic state of genes, PCR-markers.

УДК 577.21:577.182.99

**И. Донская, Т.А. Гапеева, Е.М. Кабачевская, Н.А. Радцевич,
Т.Г. Третьякова, И.Д. Вологовский**

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,
г. Минск

E-mail: gapееva@ibp.org.by

ОЦЕНКА ТРАНСКРИПТОМОВ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ, ЭКСПРЕССИРУЮЩИХ ГЕНЫ АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ

РЕЗЮМЕ

Оптимизирован метод микроэврэй-анализа транскриптома клеток листьев и клубней растений картофеля. Получены микроэврэй-имиджи транскриптомов клеток контрольных и трансгенных растений картофеля с генами антимикробных пептидов. В результате широкоформатной оценки транскрипции обнаружены гены, экспрессирующиеся исключительно в трансгенных образцах.

Ключевые слова: микроэврэй-анализ, антимикробные пептиды, цекропин-мелиттиновые молекулы, трансгенные растения *Solanum tuberosum*.

ВВЕДЕНИЕ

Микроэврэй – технология, представляющая собой совокупность методических молекулярно-биологических приемов, обеспечивающих проведение одновременного параллельного гибридизационного анализа большого числа макромолекул (нуклеиновых кислот, белков) с помощью зондов, иммобилизованных на микрочипах [1]. Слово «микроэврэй» употребляется также в более узком смысле для обозначения микрочипа. Наибольшее развитие в последнее десятилетие получила технология ДНК-микроэврэй, которая позволяет изучать целые геномы и транскриптомы организмов: отслеживать экспрессионный профиль тысяч мРНК транскриптома клетки, проводить сравнительный анализ индивидуальных геномов по хромосомным абберациям, сайтам метилирования ДНК, осуществлять детекцию альтернативного сплайсинга, изучать взаимодействие нуклеиновых кислот с транскрипционными факторами, обнаруживать трансгены, SNP и т. п. Классические методы, такие как ДНК и РНК-блот-гибридизация, кДНК-ПЦР позволяют анализировать одновременно лишь ограниченное число генов в клетке, что сильно замедляет процесс накопления знаний о функциях генов. Поэтому микроэврэй-анализ с его возможностями быстрого широкомасштабного анализа оказался незаменимым средством для изучения особенностей функционирования геномов.

В основе технологии ДНК-микроэкрэи заложены те же самые принципы, которые используются в ДНК- и РНК-блоттинге, а именно способность комплементарных нуклеиновых кислот к гибридизации. Однако в отличие от этих методов, в микроэкрэи технологии нуклеиновые кислоты с известной последовательностью нуклеотидов (их называют зондами) присоединены к твердому субстрату (например, стеклянному слайду) и формируют микрочип, в то время как нуклеиновые кислоты (их называют мишенями), выделенные из биологических образцов, метятся флуоресцентными красками или гаптенами, добавляются к микрочипу и гибридизируются с ним.

Микроэкрэи – технология, основанная на использовании пяти основных компонентов: твердая подложка-субстрат (в его роли может выступать слайд, чип или микросфера), на которой печатается микрочип, роботизированный нанопринтер для печати микрочипа, система для гибридизации чипа и мишени и их промывки, сканер для чтения микрочипа и, что особенно важно, совершенная программа для расчета и интерпретации результатов микроэкрэи-эксперимента. Основные этапы проведения микроэкрэи-анализа следующие: получение мишени (РНК или ДНК) из биологического образца и ее мечение, гибридизация микрочипа и меченой мишени, сканирование микрочипа, анализ данных.

В Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси на основе сортов картофеля белорусской селекции были созданы трансгенные формы с экспрессируемыми генами антимикробных пептидов (АП) цекропин-мелиттинового типа [2]. Показано, что ряд линий растений данной трансгенной формы *ex vitro* обладает повышенной устойчивостью к фитопатогенным организмам, поражающим картофель, в частности, к заражению оомицетом *Phytophthora infestans* [3]. Для практического использования данных генномодифицированных растений необходимо провести, в частности, оценку их транскриптомов. Данная оценка важна как для выявления нежелательных эффектов плейотропного действия трансгенных вставок на транскриптом, так и для выяснения механизмов действия чужеродных антимикробных пептидов, приводящих к повышенной устойчивости к фитопатогенным микроорганизмам. Целью данной работы была сравнительная оценка транскриптомов трансгенных линий картофеля и контрольных растений белорусских сортов, использованных в качестве реципиентных при проведении генетической трансформации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В работе использовались растения картофеля белорусских сортов Скарб и Одиссей, а также полученные на их основе трансгенные растения с генами антимикробных пептидов цекропин-мелиттинового типа (линии Скарб N и Одиссей A). Исходные реципиентные растения сортов картофеля *Solanum tuberosum* L., регенерированных из меристемной ткани, были получены из РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по

картофелеводству и плодоовощеводству». Растения *in vitro* культивировали в пробирках при температуре 20–22 °С с 16-часовым фото периодом (200 мкм/м² × с, лампы LF 35W/54-765, Philips, Польша). Растения размножали черенкованием каждые три недели. Клубневое потомство получали в условиях специального тепличного блока с мая по октябрь.

Суммарную РНК для микроэлектронного анализа выделяли из тканей листьев картофеля с помощью набора «*Agilent Plant RNA Isolation Mini Kit Two-Color*» («Agilent», США) и из клубней растений по методу Kumar et al. [4]. Концентрация РНК в препаратах составляла не менее 500 нг/мкл. Если исходный препарат содержал РНК в меньшей концентрации, то проводили концентрирование образца с использованием центрифуги «ScanVac» («LaboGene», Дания).

Меченые пробы кРНК для микроэлектронного анализа получали с помощью набора «*Agilent quick Amp Kit*» по протоколу фирмы-производителя в 3 этапа: 1) синтез кДНК с использованием олиго(dT)-праймера, содержащего также последовательность Т7-промотора (хранение кДНК при –20 °С); 2) синтез меченой кРНК с использованием красителя Су5 (синий, $I_{\text{поглощения}} = 635$ нм) для трансгенных и Су3 (красный, $I_{\text{поглощения}} = 532$ нм) для контрольных образцов (хранение меченой РНК при –80 °С); 3) очистка меченой РНК с использованием колонок «NucleoSpin RNA clean-up» (хранение полученных препаратов в течение нескольких дней при –20 °С).

Определение количественного выхода и специфической активности меченых проб проводили с использованием прибора «Nanodrop 2000» («Thermo Scientific, Fermentas», Литва). Для дальнейшей работы использовали пробы с содержанием красителей не менее 6 пмоль на мкг кРНК.

При проведении микроэлектронного анализа транскриптома растений картофеля использовали микрочип РОСІ (*Potato Oligo Chip Initiative*), номер AMADID 015425 («Agilent Express», США).

Для подготовки образцов меченой кРНК к гибридизации с микромассивами олигонуклеотидных зондов на микрочипе использовали набор реагентов «*Agilent Gene Expression Hybridization Kit*». Пробы кРНК смешивали с гибридизационным раствором из вышеупомянутого набора и загружали их на микромассивы микрочипа. Микрочип с нанесенными пробами, закрытыми покровным стеклом, заключали в специальную стальную камеру и помещали в штатив гибридизационной печи с ротационным типом двигателя штатива. Данный тип двигателя повышает эффективность взаимодействия комплекментарных нуклеотидных взаимодействий молекул в растворе с зондами, иммобилизованными на поверхности микрочипа. Гибридизацию проводили при 65 °С в течение 17 часов со скоростью вращения штатива 10 об/мин. После серии промывок микрочипы высушивали на мини-центрифуге с ротором для микроскопических слайдов («BioTray», Франция).

Микрочип сканировали на сканере микрочипов «GenePix 4100A» («Molecular Devices», Великобритания) с обработкой изображения на микрочипе с

помощью специализированной программы «GenePix Pro 7» («Molecular Devices», Великобритания).

Выделение суммарной растительной ДНК для ПЦР-анализа из листьев растений картофеля проводили с помощью набора реагентов «NucleoSpin® Plant II» («Macherey-Nagel», Германия).

Суммарную РНК для кДНК-ПЦР из листьев растений, выращенных *in vitro*, получали с использованием реагента «TRIreagent» («Sigma Aldrich», США) по протоколу фирмы-производителя. Синтез кДНК проводили на матрице суммарной растительной РНК с использованием праймеров oligo-dT₁₈ и AMV-обратной транскриптазы производства «Thermo Scientific, Fermentas» (Литва).

Содержание нуклеиновых кислот в препаратах оценивали спектрометрическим методом на спектрофотометре «Nanodrop 2000» («Thermo Scientific») путем измерения поглощения при 260, 280 и 320 нм. Измерения проводились по специальной программе «Microarray Measurment», RNA-40. Степень чистоты препарата определяется величиной отношения оптической плотности при 260 и 280 нм. Для чистых образцов РНК показатель A260/280 составляет 2,0–2,2 [5].

ПЦР проводили в термоциклере «My cycler» (Био-Рад, США). Для идентификации встроенного фрагмента ДНК в геноме исследуемых линий картофеля использовали метод ДНК-ПЦР со специфическими праймерами к кодирующим последовательностям пептидов MsrA1 и СЕМА (MC2S, MC2A) и к последовательностям Т-ДНК, граничащим с кассетой для экспрессии в клетках растений (PBIS, BINS) (табл.). Олигонуклеотидные праймеры были синтезированы в ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси».

Наличие экспрессии трансогенов определяли методом кДНК-ПЦР: для целевого гена – с праймерами MC2S, MC2A, для гена *nptII* – с праймерами NPTS (5' – ctgtctcctgccgagaaagtatcc), NPTA (5' – cggcaagcaggcatgccatgtgtc). Для праймеров NPTS, NPTA размер ПЦР-продукта составляет 264 пн [6].

Продукты ПЦР определяли методом горизонтального гель-электрофореза. Гели анализировали с помощью прибора «ГельДок 2000» ($I_{детекции} = 520$ нм). Размеры ПЦР-продуктов определяли путем сравнения с маркерными линейными фрагментами ДНК. В качестве стандартов использовали наборы маркеров «GeneRuler DNA Ladder» «Thermo Scientific, Fermentas» (Литва).

Таблица – Праймеры для определения встроенного фрагмента ДНК

Наименование пары праймеров	Смысловый праймер 5'-3'	Антисмысловый праймер 5'-3'	Размер ПЦР-продукта, пн	
			MsrA1	CEMA
MC2S, MC2A	tggaagcttttaagaagattgg	aagcttaagagcaggaagtcaag	76	76
PBIS, MC2A	catttcattggagagaacacg	aagcttaagagcaggaagtcaag	128	113
PBIS, BINS	catttcattggagagaacacg	aaacagctatgacatgatt	465	450

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования были созданные ранее линии трансгенных растений картофеля Скарб N и Одиссей A, экспрессирующие гены антимикробных пептидов (АП) цекропин-мелиттинового типа СЕМА и MsrA1 соответственно [7, 8]. Антимикробные пептиды СЕМА и MsrA1 являются искусственными рекомбинантными молекулами, полученными на основе пептидов двух донорных организмов – личинки североамериканского шелкопряда (8 N-концевых аминокислот цекропина A) и пчелы медоносной (18 C-концевых аминокислот мелиттина). В качестве реципиентных растений при получении исследуемых трансгенных линий были использованы интактные немодифицированные растения картофеля сортов Скарб и Одиссей. В генетическом отношении исследуемые трансгенные линии отличаются от реципиентного организма по двум генам, привнесенным в их геном в процессе трансформации. Соответственно, у исследуемых трансгенных линий имеется два новых признака, связанных с экспрессией встроенных генов для синтеза АП и гена *nptII*: устойчивость к фитопатогенным микроорганизмам и устойчивость к антибиотику канамицину, обусловленные синтезом фермента неомицинфосфотрансферазы. Каких-либо морфологических изменений у трансгенных линий не наблюдается. Объектом исследования в данной работе были как растения картофеля, выращенные в пробирках, так и клубневое потомство 4-го вегетативного поколения. Трансгенный статус исследуемых растений был подтвержден методами ДНК и кДНК-ПЦР (результаты не приведены).

Целевые гены АП цекропин-мелиттинового типа в анализируемых трансгенных растениях находятся под контролем конститутивного промотора, поэтому антимикробные пептиды образуются во всех частях растения. Однако рекомбинантные гены для синтеза антимикробных пептидов не содержат последовательности, кодирующей сигнальный пептид для экскреции АП в межклеточное пространство. Таким образом, значительный вклад в формирование повышенной устойчивости созданной трансгенной формы картофеля к неблагоприятным биотическим, а также, возможно, к абиотическим факторам окружающей среды может вносить эффект активации защитных систем растительной клетки, вызванный синтезом АП внутри клетки [9]. Эффект активации сопровождается изменением профиля экспрессии генов хозяина трансгенных растений по сравнению с контрольными, в частности обнаруживается сверхэкспрессия генов защиты от окислительного стресса, при этом растения приводятся в состояние предварительной адаптации и приобретают устойчивость к окислительному стрессу. Так трансгенная экспрессия цекропина A в клетках риса приводила к перепрограммированию транскрипционного статуса клетки, что сопровождалось адаптацией к заражению грибным фитопатогеном [9].

В данной работе для микроэкрэй-анализа транскриптомов клеток растений картофеля был использован микрочип РОСІ (*Potato Oligo Chip Initiative*), № AMADID 015425 («Agilent Express», США). Данный микрочип соответствует

профилю основных генов, регулирующих деление и рост клеток. Анализ сравнительной экспрессии генов проводился по двухцветной схеме так, что зеленый цвет пятен на микроэкрэе-изображении (краситель Cy3) соответствовал экспрессии генов контрольного растения, красный – экспрессии генов трансгенного растения (краситель Cy5), желтый цвет – синхронной экспрессии генов трансгенного и контрольного растения.

На рисунках 1, 2 приведены микроэкрэе-изображения микрочипов после гибридизации с пробами, представляющими собой смесь меченой кРНК, полученной из листьев трансгенного образца линии Скарб N и контрольного растения сорта Скарб, а также из клубней трансгенного образца линии Одиссей A и контрольного растения сорта Одиссей.

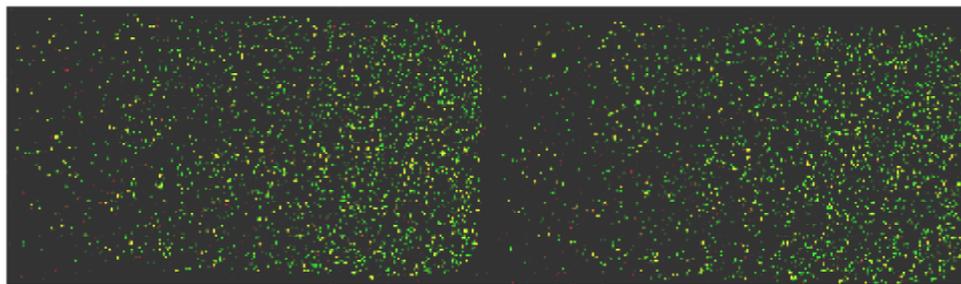


Рисунок 1 – Микроэкрэе транскриптомов трансгенного растения картофеля Скарб N и контрольного растения Скарб

Примечание. А, Б – результаты двух повторов гибридизации с микрочипами пробы, представляющей собой смесь меченой кРНК, полученной из листьев Скарб N и контрольных растений Скарб.

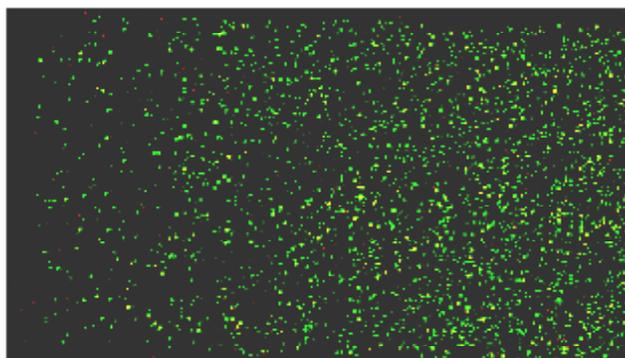


Рисунок 2 – Микроэкрэе транскриптомов трансгенного растения картофеля Одиссей A и контрольного растения Одиссей

Примечание. Результаты гибридизации с микрочипами пробы, представляющей собой смесь меченой кРНК, полученной из клубней трансгенного растения Одиссей A и контрольных растений Одиссей. Зеленый цвет пятен соответствует экспрессии генов контрольного растения, красный – экспрессии генов трансгенного растения, желтый цвет – синхронной экспрессии генов трансгенного и контрольного растения.

Из обоих рисунков видно, что получены картины микроэлектронной фотографии удовлетворительного качества, а также с хорошей воспроизводимостью (см. рис. 1). Важно, что несмотря на большее количество генов, проявившихся для контрольных образцов (точки зеленого цвета), в обоих случаях имеются пятна, светящиеся красным цветом, то есть обнаруживаются гены, экспрессируемые только в трансгенном образце. Данные гены будут идентифицированы в дальнейшей работе с целью изучения механизмов действия чужеродных антимикробных пептидов в клетках растений картофеля, а также оценки биобезопасности трансгенных линий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимизирован метод микроэлектронной фотографии-анализа транскриптома клеток листьев и клубней растений картофеля. Получены микроэлектронной фотографии-анализа транскриптомов клеток контрольных и трансгенных растений картофеля, экспрессирующих гены антимикробных пептидов. Обнаружены гены, экспрессирующиеся только в трансгенных образцах, полученных как из клубней, так и из листьев растений картофеля. Анализ выявленных генов в дальнейшем будет способствовать выяснению механизмов устойчивости трансгенных растений картофеля к фитопатогенным микроорганизмам, опосредованных чужеродной экспрессией генов антимикробных пептидов, а также будет использован при оценке биобезопасности трансгенных линий.

Список литературы

1. Кабачевская, Е.М. Анализ геномов и транскриптомов. Метод ДНК-микроэлектронной фотографии // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2013. – № 1. – С. 109–117.
2. Трансгенные растения картофеля белорусских сортов, экспрессирующие гены антимикробных пептидов цекропин-мелиттинового типа / Н.Л. Вутто [и др.] // Генетика. – 2010. – Т. 46. – № 9. – С. 1–9.
3. Оценка устойчивости трансгенных растений картофеля белорусских сортов с генами антимикробных пептидов цекропин-мелиттинового типа к заражению *Phytophthora infestans* / Н.Л. Вутто [и др.] // Изв. НАН Беларусі. Сер. биол. наук. – 2012. – № 2. – С. 69–73.
4. Extraction of RNA from fresh, frozen, and lyophilized tuber and root tissues / G.N.M. Kumar [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2007. – V. 55. – P. 1674–1678.
5. Sambrook, J. W. Molecular cloning: A Laboratory manual / J. W. Sambrook // N.Y: Cold Spring Harb. Lab.Press. – 1989.
6. Efficacy of an intron-containing kanamycin resistance gene as a selectable marker in plant transformation / G. Libiakova [et al.] // Plant Cell Rep. – 2001. – V. 20. – P. 610–615.
7. US patent application serial № 07.913.492 / R.E.W. Hancock [et al.] // Field August 21. – 1992.

8. Transgenic plants expressing cationic peptide chimeras exhibit broad-spectrum resistance to phytopathogens / M. Osusky [et al.] // Nat. Biotech. – 2000. – V. 18. – P. 1162–1166.

9 Production of cecropin A in transgenic rice plants has an impact on host gene expression / S. Campo [et al.] // Plant Biotech. J. – 2008. – V. 6. – P. 585–608.

Поступила в редакцию 18.11.2016 г.

I. DONSKAYA, T.A. GAPEEVA, E.M. KABACHEVSKAYA,
N.A. RADTSEVICH, T.G. TRETYAKOVA, I.D. VOLOTOVSKIY

**ESTIMATION OF TRANSCRIPTOMES OF TRANSGENIC
POTATOES PLANTS EXPRESSING THE GENES OF
ANTIMICROBIAL PEPTIDES**

SUMMARY

The microarray technique is optimized for analysis of transcriptomes of cells of potatoes leaves and tubers. The microarray images of the transcriptomes for cells of control and transgenic plants with genes of antimicrobial peptides are obtained. The genes with the exclusive expression in transgenic samples are detected as a result of the wide-frame transcription estimation.

Key words: microarray analysis, antimicrobial peptides, cecropin-melittin molecules, transgenic plants of *Solanum tuberosum*.

УДК 581.1

**Т.М. Кирпа-Несмиян¹, В.А. Рудас¹, В.А. Осипенко², М.А. Хархота³,
Н.В. Кучук¹**¹Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, г. Киев, Украина²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина³Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, г. Киев, Украина

E-mail: t-kirpa@ukr.net

**РАСТЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ *SOLANUM TUBEROSUM*,
ЭКСПРЕССИРУЮЩИЕ ГЕН D12-АЦИЛ-ЛИПИДНОЙ
ДЕСАТУРАЗЫ ЦИАНОБАКТЕРИИ****РЕЗЮМЕ**

*В условиях климатических перемен растения страдают от температурных колебаний. Благодаря изменениям жирно-кислотного состава мембранных липидов в сторону увеличения доли ненасыщенных жирных кислот можно снизить температуру перехода с фазы геля в жидкокристаллическую. Десатуразы – это ферменты, которые способствуют образованию двойных связей в жирных кислотах. В работе использовали ген *desA*, кодирующий D12-ацил-липидную десатуразу цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC 6803. Получены растения картофеля *Solanum tuberosum* украинских сортов, которые экспрессируют данный ген. В этих растениях были доказаны вставка гибридных генов и экспрессия репортерного белка. У трансгенов исследовали спектр жирных кислот методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии. Выяснили, что растения, которые экспрессируют ген *desA*, отличаются повышенным содержанием линолевой кислоты по сравнению с контролем.*

Ключевые слова: Δ12-ацил-липидная десатураза, *Solanum tuberosum*, абиотический стресс.

ВВЕДЕНИЕ

В наше время наблюдаются довольно значительные климатические изменения, в частности температурные колебания, которые не свойственны для умеренных климатических зон. Прежде всего от этого страдают растения, особенно важные сельскохозяйственные культуры. С развитием генетической инженерии появилась возможность сократить время выведения сортов, устойчивых к температурным стрессам. Меньше времени займет перенос интересующих нас генов, которые благодаря своей экспрессии продукта

будут в дальнейшем улучшать адаптационные возможности растений и уменьшать потери урожайности.

Одним из таких направлений является перенос дополнительных генов десатураз цианобактерий в растения. Десатуразы – это ферменты, которые способствуют образованию двойных связей в жирных кислотах (далее – ЖК) в соответствующих положениях и тем самым превращают их из насыщенных в ненасыщенные. Благодаря увеличению доли ненасыщенных ЖК в составе мембранных липидов снижается температура перехода с фазы геля в жидкокристаллическую фазу. Существует три вида десатураз: ацил-АПБ-десатуразы (связанные с ацил-переносящим белком), ацил-КоА-десатуразы (десатуразы используют ЖК, присоединенные к коферменту А) и ацил-липидные десатуразы (используют в качестве субстрата ЖК) [1]. В растительном организме функционирует два вида десатураз: ацил-АПБ-десатуразы и ацил-липидные десатуразы. В работе мы использовали ген *desA* Δ 12-ацил-липидной десатуразы цианобактерии *Synechocystis sp.* PCC 6803. Цианобактерии являются достаточно древними организмами, а также выживают в экстремальных температурных условиях и существуют уже 2 млрд лет почти без мутационных изменений. В литературе встречается много данных, подтверждающих положительный эффект перенесенных гибридных генов и их влияние на адаптацию растений в условиях высоких или пониженных температур, а также в условиях осмотического стресса. Исследуемые гены методом *Agrobacterium*-опосредованной трансформации переносили в растения *Solanum tuberosum*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Генетическая конструкция. В работе использовали ген *desA*, кодирующий Δ 12-ацил-липидную десатуразу цианобактерии *Synechocystis sp.* PCC 6803. Бинарный вектор был создан на основе pBISN с селективным геном *nptII*, под контролем промотора 35S РНК вируса мозаики цветной капусты (35S РНК CaMV). Ген *desA* был слит в одной рамке считывания с геном *licBM3* репортерного белка термостабильной лихеназы *Clostridium thermocellum*.

Генетическая трансформация растений картофеля. В работе использовались асептические выращенные растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сортов Луговская, Славянка, Серпанок. Растения выращивали в пробирках на среде МС [2] и размножали черенкованием. Трансгенные растения картофеля получали методом листовых дисков. Селекцию трансгенных побегов проводили на среде МС, дополненной 1 мг/л зеатина, 2 – гибберелловой кислоты, 500 – цефотаксима и 100 мг/л канамицина.

Выделение ДНК и ПЦР-анализ. Выделение ДНК производили по следующей методике: растирали 200 мг материала в ступке с песком, добавив 500 мкл ЦТАБ-буфера (цетилтриметиламмоний бромид) для экстракции, инкубировали 60 мин в пробирке Эппендорф при 65 °С и центрифугировали 10 мин (16000 g) [3]. Супернатант смешивали с 500 мкл хлороформа и центрифугировали 10 мин (16000 g). Водную фазу переносили в новую пробирку и смешивали

с двойным объемом ЦТАБ-буфера для осаждения. Оставляли на ночь при комнатной температуре, затем центрифугировали 5 мин (16000 g), осадок растворяли в 350 мкл 1,2 М NaCl с РНКазой А (1 мкл/пробу), добавляли 350 мкл хлороформа и центрифугировали 10 мин (16000 g). Водную фазу переносили в новую пробирку и смешивали с 210 мкл изопропанола, центрифугировали 10 мин (16000 g). Удаляли супернатант, осадок перемешивали с 500 мкл 70 %-го этанола и центрифугировали 10 мин (16000 g), затем тщательно высушивали осадок на воздухе и растворяли в воде.

ПЦР проводили по методике [4] в 2720 Thermal Cycler (Applied Biosystems, США).

Реакционная смесь содержала 1 мкл буфера Dream Taq (с 20 mM MgCl₂); 0,5 мкл dNTP; 0,1 мкл Dream Taq ДНК-полимеразы; по 0,5 мкл праймеров: *desA*, *licB*M3, *virD*(ДНК GV3101), *actin*; 6,5 мкл проб ДНК растворенной в воде. ПЦР проводили при следующих условиях: начальная денатурация при 94 °С в течение 5 мин, далее 30 циклов, которые включают денатурацию при 94 °С в течение 30 с, отжиг при 61 °С в течение 45 с и удлинении при 72 °С в течение 45 с, конечное удлинение при 72 °С в течение 5 мин.

Продукты амплификации анализировали с помощью электрофореза в агарозном геле: агарозу растворяли в 1 М ТАЕ-буфере (40 mM Tris-ацетат, 1 mM ЭДТА) до концентрации агарозы 1 %, добавляли бромистый этидий. В качестве маркеров размера ДНК использовали 100 bp DNA маркер. Электрофореграмму визуализировали с помощью ультрафиолетовой лампы.

Определение активности термостабильной лихеназы. Экстракцию белков производили в следующем порядке: 100 мг растительного материала растирали в ступке с 200 мкл 50 mM Tris-HCl буфером, центрифугировали 5 мин (10 000 g) и отбирали надосадочную жидкость для анализа.

Качественное определение активности лихеназы проводили методом чашечного теста [5].

В чашки Петри заливали раствор 2 % агарозы, содержащую 0,05 % лихенана в 50 mM Tris-HCl (pH 8,0), и формировали лунки объемом 60–80 мкл.

Анализ спектра жирных кислот. Анализ спектра ЖК проводили методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии. Выделение ЖК и образование их метиловых эфиров для проведения газо-хроматографических анализов проводили одноэтапно по следующей методике: навеску листьев (200 мг) нарезали обезжиренными ножницами и переносили в стеклянные пробирки с закручивающимися крышками, готовили реакционную смесь А из метанола, толуола, серной кислоты в объемном соотношении 44 : 20 : 2 [6].

Реакционная смесь Б содержала раствор внутреннего стандарта гексадекановой кислоты в гептане 10 мг/мл и гептан в соотношении 1 : 84.

В каждую пробирку добавляли 3,3 мл реакционной смеси А, затем добавляли 1,7 мл реакционной смеси Б. Пробирки плотно закрывали крышками с тефлоновой прокладкой, выдерживали их на водяной бане при 80 °С в течение 2 часов. Охлаждали при комнатной температуре. Происходило разделение смеси

на две фазы. Отбирали верхнюю фазу, в которой концентрируются образовавшиеся метиловые эфиры ЖК. Отобранные 300 мкл верхней фазы переносили в виалу, плотно закрыв крышкой. Проводили исследование спектра ЖК методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

После *Agrobacterium*-опосредованной трансформации были получены регенеранты растений сортов Луговская, Славянка, Серпанок (рис. 1). Регенерация растений наблюдалась через 3–4 месяца. Частота трансформации составляла 15–20 %.

Вставку гибридных генов определяли с помощью мультиплексной полимеразной цепной реакции. Использовали праймеры, специфические к генам *desA*, *licBM3*, *actin*, *virD* (GV3101). Обнаружили вставку исследуемых генов у растений сортов Луговская № 2, Славянка № 1, Серпанок № 2 (рис. 2). Длина ампликонов: *desA* – 949 п. н., *licBM3* – 642, *virD*(ДНК GV3101) – 432, *actin* – 351 п. н.

Анализ экспрессии гибридных генов по репортерному белку показал активность фермента лихеназы с помощью чашечного лихеназного метода. Данный метод основан на том, что в чашки заливается смесь, которая содержит 0,05 % лихенана. Лихеназа расщепляет лихенан до простых сахаров. Вокруг лунок, содержащих активную лихеназу, наблюдали неокрашенные зоны,

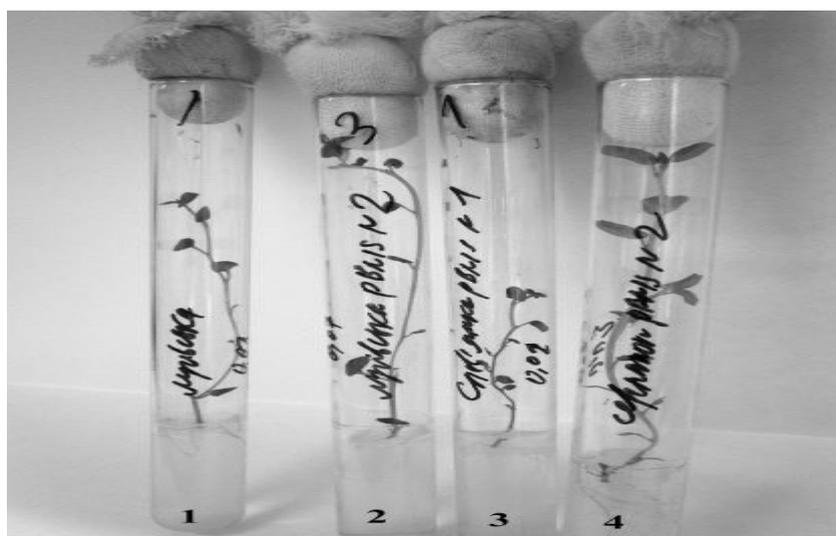


Рисунок 1 – Растения, которые использовались в в последующих анализах:
 1 – растение картофеля сорта Луговская; 2 – трансгенное растение картофеля сорта Луговская № 2, экспрессирующее гибридный ген *desA* : *licBM3*; 3 – трансгенное растение картофеля сорта Славянка № 1, экспрессирующее гибридный ген *desA* : *licBM3*; 4 – трансгенное растение картофеля сорта Серпанок № 2, экспрессирующее гибридный ген *desA* : *licBM3*

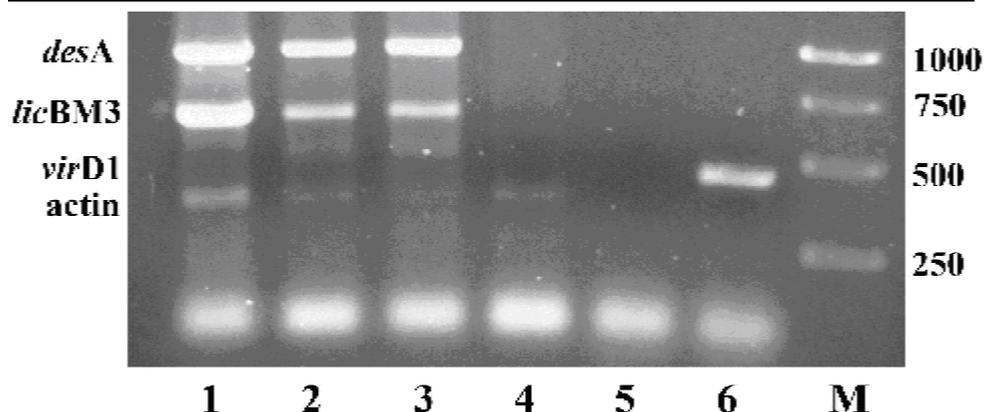


Рисунок 2 – Анализ трансгенных растений *S. tuberosum* L. для определения гибридных генов *desA* и *licBM3* методом мультиплексной ПЦР: 1 – ДНК трансгенного картофеля сорта Серпанок № 2; 2 – ДНК трансгенного картофеля сорта Славянка № 1; 3 – ДНК трансгенного картофеля сорта Луговская № 2; 4 – нетрансформированное растение; 5 – контроль H_2O ; 6 – ДНК *A. tumefaciens*; М – 100 bp DNA маркер

свидетельствующие о прошедшем гидролизе лихенана, так как краситель связывается только с негидролизированным лихенаном (рис. 3).

Анализ спектра ЖК проводили методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии. Для анализа отбирались растения возрастом 1,0–1,5 мес. Отбирали как листья, так и стебли. В каждой линии анализировали три биологические повторности (табл.).

В трансгенных линиях растений картофеля было обнаружено увеличение доли линолевой кислоты. Это объясняется тем, что фермент перенесенного гена образует двойную связь в положении $\Delta 12$. Также было обнаружено уменьшение доли триненасыщенной линоленовой кислоты по сравнению с контрольной нетрансформированной линией, что еще раз свидетельствует о работе продукта перенесенного гена десатуразы.

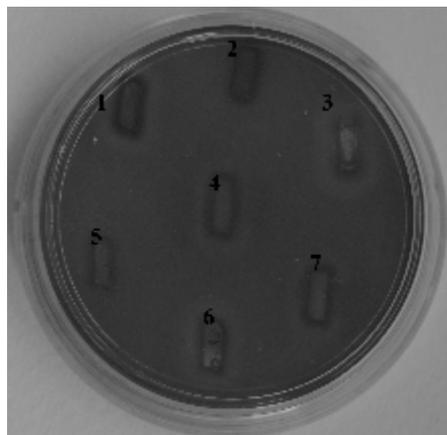


Рисунок 3 – Качественный анализ активности термостабильной лихеназы: 1 – позитивный контроль, растение *Nicotiana tabacum*, экспрессирует ген *gfp : licBM3*; 2 – негативный контроль, растение *Solanum tuberosum*; 3 – экстракт растения *Solanum tuberosum* сорт Серпанок № 2, экспрессирует ген *desA : licBM3*; 4 – экстракт растения *Solanum tuberosum* сорт Славянка № 1, экспрессирует ген *desA : licBM3*; 6 – экстракт растения *Solanum tuberosum* сорт Луговская № 2, экспрессирует ген *desA : licBM3*

Таблица – Спектр жирных кислот растений *Solanum tuberosum*

Растения	C16 : 0 (%)	C16 : 1 (%)	C18 : 0 (%)	C18 : 2 (%)	C18 : 3 (%)
Контроль	31,6 ± 2,8	3,7 ± 0,6	3,7 ± 0,3	28,5 ± 3,6	46,9 ± 5,2
Луговская № 1 (<i>desA</i> : <i>licBM3</i>)	31,2 ± 0,8	2,9 ± 0,2	3,2 ± 0,09	35,2 ± 2,2	40,5 ± 1,5
Славянка № 1 (<i>desA</i> : <i>licBM3</i>)	27,6 ± 0,1	1,9 ± 0,04	3,1 ± 0,05	32,06 ± 0,04	26,3 ± 0,2
Серпанок № 1 (<i>desA</i> : <i>licBM3</i>)	35 ± 0,8	2,5 ± 0,2	3,7 ± 0,04	40,5 ± 0,7	41,4 ± 1,7

Примечание. C16 : 0 – пальмитиновая кислота; C16 : 1 – пальмитоолеиновая кислота; C18 : 0 – стеариновая кислота; C18 : 2 – линолевая кислота; C18 : 3 – линоленовая кислота.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время происходят изменения климата, влияющие на окружающую среду и в первую очередь сельскохозяйственные насаждения. Особенно неблагоприятно влияют пониженные температуры, а также заморозки. Адаптационные возможности растений можно усилить, изменяя жирно-кислотный состав их мембран. Трансформация растений генами ацил-липидных десатураз позволяет без излишних изменений фенотипа и дополнительных затрат на создание благоприятных условий увеличить долю ненасыщенных ЖК и тем самым обеспечить трансгенным растениям устойчивость к низким температурам.

В нашем исследовании мы получили растения картофеля сортов украинской селекции, в которых показано наличие и экспрессия гена $\Delta 12$ -ацил-липидной десатуразы. Кроме того, провели исследование, благодаря которому было обнаружено увеличение доли дwonенасыщенной линоленовой кислоты. В дальнейшем планируем исследовать полученные растения картофеля на устойчивость к низким температурам, а также заморозкам.

Работа выполнялась при поддержке гранта УкрИНТЭИ №0115U004171.

Список литературы

1. Los, D.A. Membrane fluidity and its roles in the perception of environmental signals / D.A. Los, N. Murata // *Biochim Biophys Acta*. – 2004. – V. 1666. – P. 142–157.
2. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant*. – 1962. – V. 15, № 3. – P. 473–497.
3. Querci, M. The analysis of food samples for the presence of genetically modified organisms / M. Querci, M. Jermini, G. Van der Fede // Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. – 2006 – P. 229.
4. Multiplex PCR assay for detection of recombinant genes encoding fatty acid desaturases fused with lichenase reporter protein in GM plants / I.N. Berdichevets [et al.] // *Anal. Bioanal. Chem*. – 2010. – V. 397. – P. 2289–2293.

5. A reporter system for prokaryotic and eukaryotic cells based on the thermostable lichenase from *Clostridium thermocellum* / E. Piruzian [et al.] // *Mol. Genet. Genom.* – 2002. – V. 266. – P. 778–786.

6. Garces, R. One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues / R. Garces, M. Mancha // *Analytical Biochemistry.* – 1993. – V. 211. – P. 139–143.

Поступила в редакцию 17.11.2016 г.

T.M. KIRPA-NESMIYAN, V.A. RUDAS, V. A. OSIPENKO,
M.A. KHARHOTA, N.V. KUCHUK

**POTATOES PLANTS SOLANUM TUBEROSUM EXPRESSING
THE GENE Δ 12-ACYL-LIPIDIC DESATURASE
OF CYANOBACTERIA**

SUMMARY

*In the conditions of climatic changes plants suffer from temperature fluctuations. It is possible to reduce temperature of transition from a gel phase to liquid crystal thanks to changes of fat and acid structure of membrane lipids towards increase in the share of nonsaturated fatty acids. Desaturase are enzymes which promote formation of double communications in fatty acids. The *desA* gene coding the Δ 12-acyl-lipidic desaturase of a cyanobacterium of *Synechocystis* sp. PCC 6803 is used in the work. Plants of *Solanum tuberosum* potatoes of the Ukrainian varieties which expressirut this gene are received. In these plants the insert of hybrid genes and an expression of reporterny white were proved. At transgenes investigated a range of fatty acids by method of gas chromatography and mass spectrometry. It is found out that plants which expressirut *desA* gene differ in the increased content of linoleic acid in comparison with control.*

Key words: Δ 12-acyl-lipidic desaturase, *Solanum tuberosum*, abiotic stress.

УДК 631.25:632.411:581.19

В.А. Козлов

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

**СОЗДАНИЕ НА ОСНОВЕ ДИКИХ И КУЛЬТУРНЫХ ВИДОВ
КАРТОФЕЛЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА С ВЫСОКИМ
СОДЕРЖАНИЕМ КРАХМАЛА****РЕЗЮМЕ**

В статье представлены результаты работы по созданию на основе дигамплоидов и диких видов картофеля исходного материала с высоким содержанием крахмала. Выделены дикие виды картофеля, при скрещивании с которыми выделяется наиболее крахмалистое потомство. Изучено наследование признака «содержание крахмала» в тетраплоидных гибридных популяциях. Выделены межвидовые гибриды картофеля, которые рекомендуются в качестве исходных форм в селекции на высокое содержание крахмала в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.

Ключевые слова: картофель, дикий вид, дигамплоид, межвидовой гибрид, содержание крахмала.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее ценным биохимическим компонентом картофеля является крахмал. В Западной Европе около 18 % крахмала получают из картофеля. Его используют для производства более 500 видов продукции в бумажной, текстильной, деревообрабатывающей, строительной, керамической, химической, фармацевтической и пищевой промышленности. Сырой крахмал человеком почти не усваивается. После варки перевариваемость картофельного крахмала достигает 90 %, однако он расщепляется и усваивается довольно медленно, поэтому некоторые картофельные блюда разрешены к употреблению больным сахарным диабетом [1]. Картофельный крахмал снижает содержание холестерина в крови и печени, что указывает на его антисклеротические свойства. Калий, входящий в состав картофельного крахмала, незаменим для больных с почечными заболеваниями. Крахмал картофеля используется и как противоязвенное средство. Это связано с его противовоспалительным и обволакивающим эффектом. Картофельный крахмал способен активизировать синтез витамина В2 или рибофлавина, который необходим человеку для правильного пищеварения и нормализации обмена веществ [2].

Выведение сортов с высоким содержанием крахмала всегда являлось

приоритетным направлением селекции в Республике Беларусь. Сорт Верба, созданный П.И. Альсмиком, является непревзойденным в мире по содержанию крахмала (29 %) [3]. Единственный белорусский сорт – Магнат, районированный в странах Евросоюза для получения крахмала с крахмалистостью 22–24 %, выведен Г.И. Пискуном (в Беларуси зарегистрирован как сорт Здабытак).

Богатейшие возможности в получении новых форм картофеля как по высокому содержанию крахмала, так и по другим селекционным признакам предоставляет межвидовая гибридизация. Создание на основе дикорастущих видов нового исходного материала и сортов с высоким содержанием крахмала в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками является одним из приоритетных направлений в селекции картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований послужили дигамплоиды из Всероссийского института растениеводства, дигамплоиды собственной селекции и селекции Украинского НИИ картофелеводства, дикие виды, полученные из Всероссийского института растениеводства, Немецко-Голландского Центра генетических ресурсов, Немецкого центра генетических ресурсов и Центра генетических ресурсов картофеля США, а также межвидовые гибриды, полученные на их основе.

Гибридизацию проводили в условиях защищенного грунта.

Учет урожая и его структуру, определение содержания крахмала выполняли согласно Методике исследований по культуре картофеля [4]. Для диких видов содержание крахмала определяли только у тех образцов, которые смогли завязать достаточно крупные клубни, необходимые для анализа.

Степень фенотипического доминирования признака «содержание крахмала» определяли согласно методике G.B. Griffing [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа по созданию исходного материала с повышенным содержанием крахмала была начата с изучения коллекций дигамплоидов, диких, примитивных культурных видов картофеля по данному признаку.

В 1991–2015 гг. по содержанию крахмала оценено 2148 образцов 41 дикого вида (табл. 1).

Высокое содержание крахмала показали все проанализированные образцы видов *S. jamesii* и *S. pinnatisectum*. Эти виды характеризуются высоким средневидовым содержанием крахмала (26,6 и 23,4 %) и низкими коэффициентами вариации – 6,6 и 12,4 % соответственно, что указывает на эффективный генетический контроль данного признака. Для вида *S. commersonii* коэффициент вариации составил 16,6 %, а количество форм с крахмалистостью более 20 % – 14 %. Однако виды *S. commersonii*, *S. jamesii* и *S. pinnatisectum* имеют балансовое число эндосперма 1, что существенно снижает результа-

Таблица 1 – Характеристика диких видов картофеля по содержанию крахмала, 1993–2015 гг.

Вид	X, %	σ , %	V, %	Процент образцов с содержанием крахмала более 20 %
<i>S. jamesii</i>	26,1	2,5	9,6	100
<i>S. pinnatisectum</i>	23,4	2,9	12,4	100
<i>S. oplosense</i>	21,7	2,4	11,1	70
<i>S. vernei</i>	22,2	5,4	24,3	45
<i>S. kurtzianum</i>	19,1	4,8	25,1	43
<i>S. verrucosum</i>	18,1	2,5	13,8	39
<i>S. raphanifolium</i>	20,1	5,8	28,8	39
<i>S. hjertingii</i>	17,5	4,7	26,8	34
<i>S. polyadenium</i>	18,9	4,7	24,8	33
<i>S. demissum</i>	19,0	1,71	9,0	30
<i>S. microdontum</i>	17,6	5,7	32,4	29
<i>S. fendleri</i>	18,1	4,2	23,2	29
<i>S. chacoense</i>	17,7	6,61	37,5	25
<i>S. hougasii</i>	16,8	4,8	28,5	23
<i>S. sucrense</i>	18,5	3,4	18,3	21
<i>S. brachycarpum</i>	17,2	3,8	22,1	21
<i>S. stoloniferum</i>	16,8	3,7	22,0	20
<i>S. commersonii</i>	17,4	2,9	16,6	14
<i>S. simplicifolium</i>	16,6	1,9	11,4	13
<i>S. incamayoense</i>	16,2	2,9	17,9	13
<i>S. bulbocastanum</i>	16,8	2,6	15,4	11
<i>S. sparsipilum</i>	16,6	1,9	11,4	10
<i>S. papita</i>	17,1	2,5	14,6	8
<i>S. tarijense</i>	15,7	2,3	14,6	0
<i>S. polytrichon</i>	15,4	1,1	0,7	0
<i>S. berthaultii</i>	14,7	4,3	29,3	0
<i>S. zyhybridum</i>	14,3	3,3	23,0	0
<i>S. gourlayi</i>	13,5	1,8	13,3	0
<i>S. arnezii</i>	13,5	3,8	28,1	0
<i>S. alandiae</i>	13,8	4,2	30,4	0

Примечание. В таблице указаны виды, представленные десятью и более образцами.

тивность гибридизации с 2EBN видами, дигаметами и формами *S. tuberosum*. Для их вовлечения в селекционный процесс необходимо использовать посредников или находить образцы, спонтанно формирующие 2n-гаметы, или образцы с отсутствием пестичных S-РНказ.

Наибольший интерес в селекции на повышенное содержание крахмала представляют диплоидные 2EBN виды *S. vernei*, *S. stoloniferum*, *S. microdontum*, *S. verrucosum*, *S. chacoense*, *S. kurtzianum*, *S. raphanifolium*, а также тетраплоидные виды *S. fendleri*, *S. oplosense*, *S. hjertingii* и *S. sucrense* и гексаплоидные виды *S. demissum* и *S. hougasii*, которые могут скрещиваться как с диплоидными, так и с тетраплоидными образцами. Низким коэффици-

ентом вариации по содержанию крахмала выделяются виды *S. oplosense* и *S. verrucosum*, у которых соответственно 70 и 39 % образцов имели содержание крахмала свыше 20 %. Более высокие коэффициенты вариации у других видов говорят о необходимости предварительного отбора высококрахмалистых форм внутри каждого вида. Среди образцов диких видов *S. polytrichon*, *S. berthaultii*, *S. zyhybridum*, *S. gourlayi*, *S. arnezii*, *S. alandiae*, которые в целом имели низкую крахмалистость, встречаются формы с содержанием крахмала от 17,4 (*S. arnezii*) до 19,7 % (*S. berthaultii*), которые также можно использовать в селекции на повышенное содержание крахмала.

По содержанию крахмала нами также была оценена коллекция дигаплоидов. Дигаплоиды в количестве 86 шт. были получены в 1992 г. из Института генетики и цитологии НАН Беларуси, которому их предоставил для исследований сотрудник УкрНИИ картофельного хозяйства С.И. Лиорек. Коллекция включает в себя первичные дигаплоиды сортов Полесский розовый, Полесский крахмалистый, Юбель, Адретта. В 1993 г. коллекция была пополнена 20 образцами из Всероссийского института растениеводства, а в 2004 г. – дигаплоидами Гранат и Ласунок собственной селекции.

К.З. Будин и Л.В. Андрущенко, изучая дигаплоиды картофеля, отмечали, что по содержанию крахмала они практически не отличались от исходных родительских форм [6]. J.A. Landeo и R.E. Hanneman Jr. обнаружили аддитивную вариацию по продуктивности и неаддитивную – по сухому веществу и содержанию крахмала в клубнях [7].

Изучение дигаплоидов показало, что в целом по содержанию крахмала дигаплоиды сортов Юбель, Полесский розовый, Атцимба, Адретта, Гранат, Ласунок уступали исходным тетраплоидным формам. Дигаплоиды сорта Полесский крахмалистый, Nortena и Iregi имели содержание крахмала на уровне исходного сорта или чуть более высокое. По продуктивности все первичные

Таблица 2 – Характеристика первичных дигаплоидов по содержанию крахмала и продуктивности, 2002–2008 гг.

Первичные дигаплоиды сортов	Содержание крахмала, %				Продуктивность, г/куст			
	min	max	x	родительская форма	min	max	x	родительская форма
Атцимба	16,3	17,8	17,0	17,9	315	584	449	674
Юбель	13,8	16,2	15,0	16,3	302	514	408	523
Полесский крахмалистый	15,0	18,3	16,7	14,9	384	492	402	506
Полесский розовый	9,8	14,6	12,2	13,8	412	482	458	513
Адретта	10,0	15,2	12,6	14,2	215	497	356	612
Iregi	12,3	14,2	13,2	13,0	314	518	416	654
Ласунок	13,4	16,6	15,0	16,7	378	602	490	678
Гранат	10,4	13,6	11,4	11,2	348	594	471	–
Nortena	12,4	15,7	14,0	13,2	297	524	410	607

дигамплоиды уступали исходным родительским формам (табл. 2).

При создании межвидовых диплоидных гибридов с высоким содержанием крахмала использовали образцы диких видов, отобранных по данному признаку, которые скрещивали между собой. Максимальной крахмалистостью характеризовались популяции, где одним из родителей были образцы диких видов *S. pinnatisectum* и *S. jamesii*. Для данных гибридных популяций количество высококрахмалистых форм составило от 12 до 25 %.

В популяциях, полученных на основе диких видов *S. chacoense*, *S. stoloniferum*, *S. commersonii*, *S. vernei*, *S. papita*, *S. microdontum*, *S. brachistotrich* и *S. simplicifolium*, количество высококрахмалистых форм варьировало от 3 до 11 % (табл. 3).

Выделившиеся по крахмалистости гибриды вовлекали в гибридизацию с первичными и вторичными дигамплоидами. В результате селекционного отбора выделены диплоидные гибриды с высоким содержанием крахмала (табл. 4).

Самое высокое содержание крахмала показал межвидовой гибрид 202.704-10, полученный на основе диких видов *S. polytrichon* и *S. chacoense*, у которого среднее содержание крахмала за годы испытаний составило 26,7 %. Несколько ниже (26,6 %) была крахмалистость у гибрида 202.79-3, полученного с участием диких видов *S. chacoense* и *S. demissum*; 25,4 % – у четырехвидового гибрида 99.14-46 (*S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. rybinii*, *S. pinnatisectum*). Еще у 22

Таблица 3 – Диплоидные гибридные популяции, полученные на основе гибридизации с дикими видами, выделившиеся по содержанию крахмала в клубнях картофеля

Гибридная популяция	Происхождение	Распределение гибридов по содержанию крахмала, %		
		8–15 %	15–20 %	свыше 20 %
94.74	jam, sto, ryb	8	67	25
202.84	dms, jam, chc	24	52	24
99.72	chc, pnt	20	57	23
200.36	ver, pnt, chc	17	61	22
211.56	vrn, chc, rub	7	71	22
98.2	pnt, ver	26	54	20
211.5	mcd, dms, pnt, vrn, ryb	2	79	19
96.17	pnt, chc	18	63	19
99.87	sim, sto, ryb	31	55	14
94.14	pnt, sto	17	71	12
94.17	cmm, pnt, ryb	13	76	11
200.17	chc, pta	29	60	11
202.704	plt, chc, ryb,	31	62	7
96.31	ver, sto	41	54	5
93.28	sto, chc	38	58	4
203.7	chc, bcp	35	61	4
203.41	pta, sim	31	66	3
94.4	mcd, chc	37	60	3

Таблица 4 – Межвидовые диплоидные гибриды, характеризующиеся повышенным содержанием крахмала

Дигаплоид	Вид, на основе которого получен гибрид	Содержание крахмала, %
202.704-10	plt, chc	26,7
202.79-3	dms, chc	26,6
99.14-46	dms, sto, ryb, pnt	25,4
202.67-48	chc, pnt, ryb	24,3
204.84-11	dms, jam, ryb	24,2
202.61-26	plt, sto	23,7
202.81-16	chc, brc, ryb, vrn	23,4
202.66-50a	vrn, chc	23,4
93100-42	ryb, pnt	23,2
93.38-3	ryb, chc	23,0
202.60-9	chc, sto	22,8
94.66-20	vrn, chc	22,8
202.79-7	dms, chc	22,7
202.61-21	plt, sto	22,4
202s.ver × Дг-1	plt, sto, bst, chc	22,4
211.5-3	mcd, dms, pnt, vrn, ryb	22,3
202.37-4	ryb, brc, ber	21,4
211.56-2	vrn, chc, ryb	21,4
202.48-6	dms, mcd	21,2
Ber9611925-3 × Дг	ber, sim, pta	21,1
202.48-11	dms, mcd	20,9
99.22-12	ryb, chc	20,7

гибридов содержание крахмала варьировало от 20,4 до 24,3 %.

Отобранные по содержанию крахмала межвидовые диплоидные гибриды переводили на тетраплоидный уровень методами односторонней и двусторонней мейотической полиплоидии.

Большинство ученых считают, что наследование крахмалистости зависит в основном от доминантных генов. И.М. Яшина на основании своих исследований сделала вывод, что данный признак контролируется полигенами с суммарным (аддитивным) эффектом действия, который усиливается в потомстве от насыщающих скрещиваний [8–10].

П.И. Альсмик для получения высококрахмалистого потомства предлагал использовать накапливающие скрещивания и включать в схему гибридизации формы с высоким проявлением признака [11]. Н.Н. Гончарова помимо включения в гибридизацию высококрахмалистых образцов советует использовать формы с повышенным содержанием крахмала и обладающие высокой специфической комбинационной способностью [12].

В проведенных нами исследованиях выявлена достоверно положительная зависимость между средней крахмалистостью потомства и родителей ($r = 0,72$). В исследованиях, выполненных Г.И. Пискуном, взаимосвязь между роди-

тельскими формами и потомством была еще выше и составила в различных комбинациях от $r = 0,83$ до $r = 0,92$ [13]. Несколько ниже коэффициент корреляции был в опытах, проведенных А.А. Осипчуком ($r = 0,6$) [14].

Однако не все высококрахмалистые гибриды были получены от родителей с высоким или повышенным содержанием крахмала. Так, П.И. Альсмик указывал, что от гибридизации низкокрахмалистого сорта Катахдин получается потомство, не уступающее по содержанию крахмала потомству от высококрахмалистых родителей [15]. Похожие результаты были получены W. Borger (и др.), А.А. Осипчуком при гибридизации родительских форм с невысоким содержанием крахмала [16, 17].

Нами также было получено несколько гибридных популяций, не вписывающихся в общепринятую концепцию. Особенно выделяется популяция 204.15, полученная от гибридизации межвидового гибрида, несущего гены диких видов *S. vernei* и *S. berthaultii* (содержание крахмала 15,2 %), и сорта Журавинка (17,6 %). Данная популяция характеризуется гетерозисом по крахмалистости (среднее содержание крахмала 20,4 %, максимальное – 27,4 %) и количеством образцов с содержанием крахмала свыше 20 % – 54 %. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в наследовании признака «содержание крахмала» помимо доминантных генов принимают участие и рецессивные, а также подчеркивают сложный характер наследования признака.

Обратная картина наблюдается при гибридизации высококрахмалистых форм, у которых содержание крахмала превышает 24 %. Из 12 таких проанализированных нами популяций ни в одной не выделено гибридов, превосходящих по содержанию крахмала родительские формы (максимальное превышение составило 0,2–0,4 %, что находится в рамках в НСР₀₅). По степени фенотипического доминирования для большинства гибридных популяций (45 %) было характерно промежуточное наследование, 35 % популяций показали отрицательное доминирование, 15 – имели депрессию и 5 % – положительное доминирование. Гетерозиготных популяций по данному признаку выявлено не было (табл. 5).

По-видимому, использованные в гибридизации формы достигли максимальной гетерозиготности по данному показателю и получить потомство с более высоким содержанием крахмала оказалось невозможным. К тому же крахмалистость в основном прямо пропорционально коррелирует с позднеспелостью, и включение в гибридизацию двух образцов с очень высоким содержанием крахмала способствует значительному увеличению доли позднеспелых гибридов и созданию на их основе сортов, которые практически не востребованы в производстве. Наиболее оптимальным вариантом в селекции крахмалистых сортов является получение среднеспелых и среднепоздних сортов с содержанием крахмала на уровне 19–21 %.

Максимальное количество образцов с содержанием крахмала свыше 20 % было получено при скрещивании высококрахмалистых образцов со среднекрахмалистыми. Причем в данной схеме в качестве опылителя лучше использо-

Таблица 5 – Распределение гибридных комбинаций по степени фенотипического доминирования, 2003–2015 гг.

Тип скрещивания	Степень фенотипического доминирования, %				
	депрессия	отрицательное доминирование	промежуточное доминирование	положительное доминирование	гетерозис
Среднекрахмалистый × среднекрахмалистый	22	28	36	12	2
Высококрахмалистый × среднекрахмалистый	16	18	30	32	4
Среднекрахмалистый × высококрахмалистый	4	16	24	44	12
Высококрахмалистый × высококрахмалистый	15	35	45	5	0

вать высококрахмалистую форму. Если количество популяций с промежуточным и отрицательным доминированием по схеме «среднее содержание крахмала × высокое содержание» и «высокое содержание × среднее содержание» было приблизительно одинаковым, то по первой схеме количество гетерозисных популяций более чем в 3 раза выше, а число популяций с депрессивным проявлением признака в 4 раза меньше, чем по второй. Это подтверждается и результатами дисперсионного анализа, где доля влияния опылителей составила 54 %, а доля влияния материнских форм – 23,1 % (табл. 6).

В скрещиваниях по схеме «среднее содержание крахмала × среднее содержание крахмала» количество комбинаций с депрессивным наследованием признака составило 22 %, с отрицательным доминированием – 28, промежу-

Таблица 6 – Результаты дисперсионного анализа гибридных популяций по содержанию крахмала

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F-критерий	Доля влияния, %
Общее	114,06	55	2,07		
Повторности	2,48	3	0,83		
Случайные отклонения	4,52	39	0,12		
Гибриды	107,06	13	8,24	71,03*	
ОКС-линий	6,45	4	1,61	55,62*	23,1
ОКС-тестеров	15,07	4	3,77	129*	54,0
СКС	5,25	5	1,05	36,19*	18,8
Случайные отклонения	1,13	39	0,03		4,05

* $P < 0,05$.

точным – 36, положительным доминированием – 12, гетерозисом – 2 %.

В результате проведенных исследований выделены перспективные гибридные популяции с гетерозисом и положительным доминированием наследования признака и высоким количеством гибридов, у которых содержание крахмала превысило 20 % (табл. 7).

Максимальное количество гибридов (92 %) с содержанием крахмала выше 20 % отмечено в гибридной популяции 205.136, полученной на основе диких видов *S. berthaultii*, *S. demissum*, *S. microdontum*. В гибридной популяции 205.150, в генотипе которой присутствуют гены видов *S. vernei*, *S. phurea*, *S. andigenum*, количество высококрахмалистых форм составило 85 %. В ней был выделен гибрид 205.150-45 с самым высоким содержанием крахмала за годы исследований – 29,4 %.

В популяции 207.24, созданной с участием видов *S. berthaultii*, *S. andigenum*, *S. demissum*, *S. microdontum*, отобрано 83 % гибридов с высоким содержанием крахмала. В популяциях 204.15 (*S. vernei* и *S. phureja*), 200.79 (*S. demissum*, *S. microdontum*, *S. andigenum*), 205.141 (*S. berthaultii*, *S. andigenum*, *S. demissum*, *S. microdontum*), 213.24 (*S. acaule*, *S. commersonii*, *S. bulbocastanum*, *S. rybinii*, *S. andigenum*), 213.31a (*S. stoloniferum*, *S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. andigenum*) количество высококрахмалистых форм варьировало от 28 до 54 %.

Полученные данные свидетельствуют о том, что подбор компонентов скрещиваний в селекции на крахмалистость по фенотипу не всегда эффективен. Необходимо применять молекулярные методы генетической идентификации родительских форм для выявления аллелей и генов, отвечающих за накопление крахмала.

В результате проделанной работы в качестве исходных форм по крахма-

Таблица 7 – Гибридные популяции картофеля, выделенные по содержанию крахмала

Гибридная популяция	Содержание крахмала, %						h _p	Процент образцов с содержанием крахмала свыше 20 %
	родительская форма			потомство				
	♀	♂	X	min	max	x		
205.136	18,3	19,4	18,9	18,0	28,1	23,1	8,4	92
205.150	22,3	19,2	21,5	17,4	29,4	23,4	2,4	85
207.24	19,7	21,2	20,5	15,9	26,2	22,0	2,1	83
204.15	15,2	17,6	16,4	15,1	27,4	20,4	3,4	54
200.79	18,2	21,4	18,8	16,1	24,8	21,5	1,1	40
205.141	18,2	22,3	20,3	18,0	26,8	22,9	1,3	38
213.31a	15,6	20,2	17,9	13,4	25,9	19,6	0,8	37
213.24	22,1	20,6	21,1	15,7	29,3	22,5	1,4	36
212.216	18,9	21,7	20,3	16,7	28,7	22,6	1,3	31
200.41	16,2	21,4	19,2	15,7	23,2	19,8	0,3	28

Таблица 8 – Характеристика гибридов картофеля, рекомендованных в качестве исходных форм по устойчивости к фитофторозу с повышенным содержанием крахмала, 2001–2016 гг.

Гибрид	Дикорастущий вид, на основе которого получен гибрид	Группа спелости	Содержание крахмала, %	Продуктивность, г/куст
208.59-4	adg	Среднепоздний	23,7	1157
209.79-4	adg, mcd, dms	Среднепоздний	22,7	1100
207.24-17	ryb, vrn, mcd	Среднепоздний	22,5	982
209.8-15	adg, mcd, dms, phu, chc	Среднепоздний	22,3	1210
205.136-12	mcd, dms, ber	Среднепоздний	22,2	987
99.131-68	adg	Поздний	22,2	1267
200.154-13	rub, adg	Среднепоздний	21,3	1038
200.158-3	vrn, phu, adg	Среднепоздний	21,1	958
203.40-21	adg, mcd, dms	Среднепоздний	21,0	1110
206.161-11	phu, ber, vrn	Среднепоздний	20,2	1883
200.79-43	dms, mcd, adg	Поздний	20,1	1248
205.150-21	vrn, phu, adg	Поздний	20,1	1216
201.197-83	adg, mcd, dms	Поздний	19,7	1234
204.13-22	adg	Поздний	19,4	1468

листоги рекомендовано 14 гибридов (табл. 8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокое содержание крахмала показали все проанализированные образцы видов *S. jamesii* и *S. pinnatisectum*. Образцы с высоким содержанием крахмала также были выделены у видов *S. commersonii*, *S. vernei*, *S. stoloniferum*, *S. microdontum*, *S. verrucosum*, *S. chacoense*, *S. kurtzianum*, *S. raphanifolium*, *S. fendleri*, *S. oplosense*, *S. hjertingii*, *S. sucrense*, *S. demissum*, *S. hougasii*, *S. neocardimasii*, *S. pamiricum*, *S. soetense*, *S. vallis-mexici*, *S. neoantipoviczii*, *S. trifidum*, *S. parodii*, *S. abancayense* и *S. guerrorense*.

Изучение дигамплоидов показало, что в целом по содержанию крахмала они уступают или находятся на уровне исходного родительского сорта.

При гибридизации дигамплоидов с дикими видами наиболее высококрахмалистые гибриды получаются с участием видов *S. polytrichon*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. rybinii* и *S. pinnatisectum*.

При создании тетраплоидных форм с высоким содержанием крахмала наиболее высококрахмалистое потомство получается при использовании в скрещивании в качестве материнской формы образца со средним содержанием крахмала, а в качестве отцовской формы – с высоким.

Проведенные исследования показали, что подбор компонентов скрещиваний в селекции на крахмалистость по фенотипу не всегда эффективен. Необходимо применять молекулярные методы генетической идентификации

родительских форм для выявления аллелей и генов, отвечающих за накопление крахмала.

В результате проделанной работы выделено 13 межвидовых гибридов картофеля, которые рекомендуются в качестве исходного материала в селекции на крахмалистость в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.

Список литературы

1. Эвенштейн, З.М. Популярная диетология / З.М. Эвенштейн. – М.: Экономика, 1990. – 319 с.
2. Картофельный крахмал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vkusnoblog.net/products/kartofelnyu-krahmal>. – Дата доступа: 25.01.2016.
3. Колядко, И.И. Основные направления и стратегия развития селекции в Беларуси / И.И. Колядко // Вопросы картофелеводства. Актуальные проблемы науки и практики: науч. тр. ВНИИКХ. – М., 2006. – С. 327–332.
4. Методика исследования по культуре картофеля. – М.: Колос, 1967. – 225 с.
5. Griffing, G.B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques / G.B. Griffing // Genetics. – 1950. – Vol. 35, № 3. – P. 303–321.
6. Будин, К.З. Характеристика межвидовых гибридов / К.З. Будин, Л.Н. Андрущенко // Картофель и овощи. – 1974. – № 3. – С. 24–27.
7. Landeo, J.A. Heterosis and combining ability of *Solanum tuberosum* Group Andigena haploids / J.A. Landeo, R.E. Jr. Hanneman // Potato Res. – 1982. – Vol. 25. – P. 227–237.
8. Яшина, И.М. Генетические предпосылки выведения высококрахмалистых сортов картофеля / И.М. Яшина // Генетика. – 1982. – Т. 18. – № 7. – С. 1135–1143.
9. Яшина, И.М. Генетические основы крахмалистости и полевой устойчивости картофеля к фитофторозу / И.М. Яшина // Культура картофеля в различных почвенно-климатических зонах: науч. тр. – М., 1976. – С. 45–59.
10. Яшина, И.М. Генетический контроль крахмалистости картофеля / И.М. Яшина // Селекция и семеноводство картофеля. – М., 1976. – Вып. 27. – С. 3–13.
11. Альсмик, П.И. Селекция на повышенное содержание крахмала / П.И. Альсмик // Картофель. – Минск, 1972. – С. 48–60.
12. Гончарова, Н.Н. Сравнение эффективности различных методов оценки комбинационной способности по признаку «содержание крахмала» у картофеля / Н.Н. Гончарова // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 21–32.
13. Пискун, Г.И. Научные принципы и результаты селекции пригодных к промышленной переработке адаптивных сортов картофеля: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Г.И. Пискун; БГСХА. – Горки, 2006. – 44 с.
14. Осипчук, А.А. Батьківські пари для селекції картоплі на підвишену

крахмалістість в комплексі з іншими ознаками / А.А. Осипчук // Картоплярство. – 1978. – Вип. 9. – С. 3–8.

15. Альсмик, П.И. Селекция картофеля в Белоруссии / П.И. Альсмик. – Минск: Ураджай, 1979. – 126 с.

16. Borger, H. Untersuchungen uber die Zuchtung von Kartoffel mit hohem Starkeertrag / H. Borger, D. Kochler, R. Sengsbush // Zuchter. – 1954. – Vol. 24. – S. 273–278.

17. Осипчук, А.А. Селекция картоплі на крахмалістість / А.А. Осипчук // Картоплярство. – 1982. – Вип. 13. – С. 31–33.

Поступила в редакцию 03.11.2016 г.

V.A. KOZLOV

STARTING MATERIAL CREATION BASED ON WILD AND ARABLE POTATOES TYPES WITH HIGH STARCH LEVEL

SUMMARY

The results of starting material creation based on dihaploids and wild potatoes species with high starch level are presented in the article. Types with the highest starch level after hybridization are identified. Additionally, the article analyses «starch level» trait inheritance in tetraploid hybrid populations as well as identifies potatoes interspecific hybrids that are recommended as starting material in selection producing high starch level in combination with other commercially valuable traits.

Key words: potatoes, wild type, dihaploids, interspecific hybrids, starch level.

УДК 635.21:631.527.7

В.А. Козлов

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

СХЕМА СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДИГАПЛОИДОВ И ДИКИХ ВИДОВ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В статье представлен анализ существующих схем создания исходного материала картофеля на диплоидном уровне и аргументирован выбор схемы Чейза с некоторыми изменениями и дополнениями.

Ключевые слова: картофель, дикий вид, дигаплоид, полиплоидия, схема селекции.

В 1963 г. S.C. Chase разработал схему аналитической селекции на диплоидном уровне для создания тетраплоидов с максимальной гетерозиготностью [1]. Она включает в себя: получение дигаплоидов; скрещивание дигаплоидов с дикими и культурными диплоидными видами, носителями ценных признаков для получения популяций с дивергентным генетическим составом; самоопыление и скрещивание внутри популяций, отбор ценных форм и скрещивание их друг с другом; митотическое удвоение хромосом при помощи колхицина или мейотическое удвоение за счет действия диплогамет у одного или обоих родителей. Тетраплоиды, полученные методом митотической полиплоидии, для повышения уровня гетерозиготности скрещиваются между собой.

В дальнейшем многие исследователи предложили свои схемы получения селекционного материала на основе дигаплоидов, диких и культурных видов картофеля.

M.J. De Maine советует использовать относительно гомозиготный исходный материал для достижения комплексной устойчивости сорта при удовлетворительной продуктивности. В этом случае в качестве компонентов для скрещиваний используют дигаплоид, устойчивый к фитофторозу, и тетраплоидный сорт с высокой ОКС по другому признаку [2]. Полученные гибриды скрещиваются с тетраплоидами, дигаплоидами, отселектированными по другим ценным признакам, или используются для получения дигаплоидов с двойной устойчивостью.

Схема M.J. De Maine и L. Jervis основана на циклических переходах с 2х на 4х уровень и обратно, в результате чего получают гомозиготные тетраплоидные формы, которые при скрещивании с сортами хорошо передают свои ценные признаки [3]. H. Uhrig и D. Bartels и др. рекомендуют для получения дигаплоидов использовать андрогенез [4, 5].

В схеме К. Watanabe и др. для гибридизации предлагается подбирать родителей с полезными признаками и гомозиготных по генам *ps* (параллельные веретена), способных при скрещивании давать фертильное потомство, образующее достаточно крупные клубни хорошей формы с неглубокими глазками [6, 7]. Селекционная ценность полученных гибридов оценивается либо двутестерным по S.H. Schroder и S.J. Peloguin, либо одностестерным топкросом по R. Ortiz и др. [8, 9]. Лучшие формы скрещиваются с тетраплоидами или с дигаплоидами, формирующими нередуцированные яйцеклетки.

Е. Zimnoch-Guzowska и М.А. Dziejowska, обосновывая свою схему необходимостью комбинации ценных генов от диких видов, предлагают включать в гибридизацию дигаплоиды только для избавления от дикарских признаков на заключительном этапе селекции на диплоидном уровне [10].

Однако приведенные выше схемы селекции имеют ряд недостатков.

В предложенной Е. Zimnoch-Guzowska и М.А. Dziejowska использование дигаплоидов на последнем этапе для преодоления дикарских признаков вызывает определенные сомнения, поскольку при переходе на диплоидный уровень у растений картофеля часто проявляются нежелательные признаки, такие как удлиненные столоны, невыровненное гнездо, многоклубневость, глубокие глазки, плохая форма клубня и т. д.

В схеме М.Ж. De Maine из селекции выпадает большая часть дигаплоидов, не способных формировать нередуцированные гаметы. Кроме того, на практике возникают определенные трудности в выявлении женских $2n$ -гамет.

Схема М.Ж. De Maine и L. Jervis имеет также ряд существенных недостатков. Для получения дигаплоидов необходимо, чтобы тетраплоидные сорта и гибриды отличались высокой фертильностью и хорошо цвели. Кроме того, цитологические процессы, ведущие к образованию дигаплоидов, весьма чувствительны к условиям внешней среды (температура, влажность и др.) и их не всегда можно получить [11]. Первичные дигаплоиды в основном стерильны, что также усложняет использование данной схемы. Применение андрогенетических дигаплоидов, предложенное Н. Uhrig и D. Bartels и др., ограничивается их крайней нестабильностью [12–14].

Применение схемы К. Watanabe и др. сдерживается наличием форм, гомозиготных по генам *ps* (параллельные веретена). При гибридизации они должны давать потомство с крупными клубнями, хорошей формой и неглубокими глазками, чего в реальности добиться очень трудно.

А.П. Ермишин из Института генетики и цитологии НАН Беларуси предложил свою схему. Она включает:

- предварительную селекцию с целью повышения общей скрещиваемости исходного диплоидного материала, создание эффективных доноров мейотических мутаций, формирование гибридных популяций;
- комбинацию и аккумуляцию ценных генов у исходного диплоидного материала;

– выделение лучших гибридных комбинаций диплоидного и тетраплоидного родителей;

– рекуррентный отбор на комбинационную способность.

Предварительная селекция подразумевает подбор диплоидных видов – доноров ценных признаков, негативный отбор по доминантным генам, приводящим к ЦМС при гибридизации с дигаплоидами, гибридизацию перспективных форм и доноров генов совместимости. Далее ведется отбор по освобождению от «генетического груза» с помощью регулярного использования инбридинга, проводится улучшение показателей продуктивности, устойчивости к болезням и вредителям.

Доноры мейотической мутации создают на основе дигаплоидов, прошедших предварительную селекцию на фертильность, и на основе диких видов. Программа предварительной селекции завершается созданием исходных диплоидных популяций, основываясь на концепции «колонн», в связи с чем предварительную селекцию проводят одновременно на нескольких видах, различающихся по происхождению. Каждая из полученных популяций представляет собой «колонну» устойчивости, которая определяется предположительно разными генами. В две «колонны» включают материал с мутацией *fs* («слияние веретен»), а в две другие – с мутацией *os* (отсутствие второго деления мейоза). Гибридизация форм из разных «колонн» позволяет достичь высокого уровня устойчивости, гетерозиготности с достаточным уровнем гомозигот по *os* и *fs* мутациям [15].

Использование данной схемы, по нашему мнению, имеет ограничения в связи со сложностью, как уже указывалось выше, предварительной селекции и отбора диких видов. В то же время трудно добиться сочетания в предполагаемых популяциях мутаций *fs* и *os* с устойчивостью к болезням и качественным показателям клубней, исключив при этом нежелательные дикарские признаки. Кроме того, возникают определенные сложности в выделении форм, передающих потомству высокий уровень FDR 2n-пыльцы, поскольку чаще всего у дигаплоидов формируются как FDR, так и SDR гаметы [16].

Дальнейшее сокращение числа хромосом в результате партеногенеза или андрогенеза ведет к получению моногаплоидов $2x = 12$. Впервые моногаплоид получил N.O. Frandsen, опыляя дигаплоид пыльцой *S. phureja* [17].

G. Wenzel и др. предложили «аналитико-синтетическую» схему селекции, основанную на получении дигаплоидов и моногаплоидов, несущих важные гены устойчивости к четырем патогенам [18]. После удвоения хромосом получают линии, гомозиготные по рассматриваемым генам, которые скрещиваются между собой для получения гетерозигот и комбинирования других ценных признаков. Тетраплоидные растения получают путем соматической гибридизации двух гетерозиготных дигаплоидов, в которых комбинируются отобранные генотипы дигаплоидов с сохранением внутри- и межлокусных взаимосвязей.

Однако при реализации «аналитико-синтетической» схемы необходимо учитывать ряд предпосылок, связанных с регенерационной способностью

дигаплоидов и стерильностью, которая часто возникает при переходе на диплоидный и особенно на моноплоидный уровень.

В нашей работе по созданию исходного материала на основе дигаплоидов, диких и культурных видов за основу была принята схема S.C. Chase с некоторыми изменениями и дополнениями. Основными недостатками данной схемы, по нашему мнению и мнению ряда ученых, являются самоопыление и митотическое удвоение хромосом при ресинтезе тетраплоидов. Н.А. Mendosa и F.L. Nauns раскритиковали самоопыление и митотическое удвоение, обратив внимание на неблагоприятный эффект инбридинга [19]. К такому же выводу пришла в своих исследованиях И.М. Яшина. А.П. Ермишин и др. отмечали значительное снижение фертильности при самоопылении первичных дигаплоидов, хотя при самоопылении вторичных дигаплоидов уровень фертильных форм значительно возрастал [20, 21].

Все другие схемы (за исключением «аналитико-синтетической») предполагают для ресинтеза тетраплоидов мейотическую полиплоидию.

S.C. Chase предлагает для достижения максимальной гетерозиготности скрещивать между собой митотически удвоенные с использованием колхицина ценные генотипы, не формирующие $2n$ -гаметы. Однако обработка колхицином и его производными приводит к ослаблению мужской фертильности и образованию большого количества химерных растений, для расхимеривания которых потребуется 3–5 лет, что значительно усложняет селекционный процесс. В своей работе, проработав несколько способов использования колхицина для перевода перспективных диплоидных образцов на тетраплоидный уровень, мы также отдаем предпочтение мейотической полиплоидии. Наиболее ценные диплоидные гибриды, не способные формировать редуцируемые $2n$ -гаметы, необходимо включать в скрещивания с диплоидными гибридами, их формирующими и отселектированными по этому и другим хозяйственно ценным признакам.

Еще одним способом вовлечения в селекцию ценных диплоидных образцов, не способных к мейотической полиплоидии, несмотря на материальные затраты и определенные трудности в получении, идентификации и дальнейшем использовании созданных гибридов, является метод слияния протопластов, поскольку все доминантно наследуемые признаки проявляются в одном гибриде.

Для проявления гетерозиса в селекции выделяют три основных направления: использование диких видов, способных к гибридизации с тетраплоидами, самоопыленных тетраплоидных линий культурного вида *S. tuberosum* и использование дигаплоидов картофеля [21].

Для достижения высокого уровня гетерозиготности и, как следствие, проявления гетерозиса мы предлагаем следующий подход: любое скрещивание дигаплоидов с дикими видами способствует увеличению гетерозиготности. Использование в гибридизации географически отдаленных видов, перевод межвидовых диплоидных гибридов на тетраплоидный уровень за счет действия $2n$ -гамет, широкое использование форм культурного вида *S. andigenum*

в диплоидной селекции и при беккроссировании тетраплоидных образцов позволяют получать высокопродуктивные, гетерозисные гибриды картофеля.

Исходя из проведенного анализа литературы и результатов собственных исследований, нами предложена следующая схема создания исходного материала, основанная на использовании дигаплоидов, диких и культурных видов картофеля:

1. Получение дигаплоидов от сортов и гибридов *S. tuberosum*.
2. Оценка дигаплоидов, диких и примитивных культурных видов по хозяйственно ценным признакам.
3. Гибридизация диких видов и дигаплоидов, отбор ценных генотипов.
4. Скрещивание диплоидных гибридов между собой.
5. Перевод отобранных по хозяйственно ценным признакам диплоидных гибридов на тетраплоидный уровень при помощи мейотической полиплоидии или методом слияния протопластов.
6. Беккроссирование полученного материала.
7. Выделение исходных форм для различных направлений селекции картофеля.

Основными отличиями предлагаемой схемы от схемы S.C. Chase являются отказ от самоопыления и митотической полиплоидии, а также использование метода слияния протопластов.

Реализация данной схемы начинается с получения дигаплоидов от сортов и гибридов, отобранных по хозяйственным признакам (устойчивость к фитофторозу, вирусным, бактериальным болезням, повышенное содержание крахмала, низкое содержание редуцирующих сахаров и т. д.) с использованием индукторов гаплогенеза IVP35, IVP48 и M 101.

Полученные дигаплоиды в течение трех лет проходят комплексную оценку и скрещиваются с отобранными по хозяйственным признакам дикими и культурными диплоидными видами с последующим отбором перспективных форм.

На третьем этапе диплоидные гибриды скрещиваются между собой для достижения максимальной гетерозиготности и получения гибридов с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Затем диплоидные гибриды, формирующие нередуцированные гаметы, переводятся на тетраплоидный уровень методами двусторонней ($2x \times 2x$) или односторонней ($2x \times 4x$, $4x \times 2x$) полиплоидии. Для ценных гибридов, не способных формировать нередуцируемые $2n$ -гаметы, используют слияние протопластов.

Полученные тетраплоидные гибриды не менее трех лет оценивают по селекционно ценным признакам и используют как исходные формы, что бывает крайне редко, или беккроссируются сортами и отселектированными тетраплоидными гибридами для устранения нежелательных признаков от диких видов, таких как раскидистая форма гнезда, глубокие глазки, удлиненные столоны, плохая форма клубня, большое количество гликоалколоидов в клубнях и т. д. В дальнейшем беккроссы используются как ценный исходный

материал для получения сортов картофеля различного народнохозяйственного назначения.

Работа с дикими видами – сложный и кропотливый процесс. Полная реализация данной схемы потребует не менее 25 лет. Однако на современном этапе развития картофелеводства без участия диких видов и межвидовых гибридов практически невозможно создавать высокопродуктивные, устойчивые к болезням и вредителям, с высокими качественными показателями клубней сорта картофеля.

Список литературы

1. Chase, S.C. Analytical breeding of *Solanum tuberosum* L. / S.C. Chase // *Can. J. Genet. Cytol.* – 1963. – Vol. 5. – P. 359–363.
2. De Maine, M.J. An evaluation of the use of dihaploids and unreduced gametes in breeding for quantitative resistance to plant pathogens / M.J. De Maine // *J. Agric. Sci.* – 1982. – Vol. 99. – P. 78–83.
3. De Maine, M.J. The use of dihaploids in increasing the homozygosity of tetraploid potatoes / M.J. De Maine, L. Jervis // *Euphytica.* – 1989. – Vol. 44, № 1–2. – P. 37–42.
4. Uhrig, H. Breeding potatoes with dihaploids / H. Uhrig // *Bull. OEPP* 1985. – T. 15, № 2. – P. 185–191.
5. Combining conventional plant breeding procedures with molecular based approaches / D. Bartels [et al.] // *Genome.* – 1988. – Vol. 31. – P. 1014–1026.
6. Watanabe, K. Transmission of bacterial wilt resistance by first division restitution (FDR) $2n$ pollen via $4x-2x$ crosses in potatoes / K. Watanabe, H.M. El-Nashaar, M. Iwanaga // *Euphytica.* – 1992. – Vol. 60, № 1. – P. 21–26.
7. Selection of diploid potato clones from diploid (haploid x wild species) F_1 hybrid families for short day condition / K. Watanabe [et al.] // *Breeding Science.* – 1995. – Vol. 45. – P. 341–347.
8. Schroeder, S.H. Parent-offspring correlation for vine maturity following $4x-2x$ crosses / S.H. Schroeder, S.J. Peloguin // *Am. Potato J.* – 1983. – Vol. 60. – P. 810–820.
9. Ortiz, R. Combining ability and parental effects in $4x-2x$ crosses for potato breeding / R. Ortiz, M. Iwanaga, H.A. Mendoza // *Potato Res.* – 1988. – Vol. 31. – P. 643–650.
10. Zimnoch-Guzowska, E. Breeding potato at diploid level / E. Zimnoch-Guzowska, M.A. Dziewonska // *Parental line breeding and selection in potato breeding.* – Wageningen: PUDOC, 1989. – P. 163–171.
11. Frandsen, N.O. Haploid Produktion aus einem Kartoffelzuchtmaterial mit intensiver Wildarten-kreuzung / N.O. Frandsen // *Zuchter.* – 1967. – Bd. 37. – S. 120–134.
12. Ермишин, А.П. Получение дигаплоидов в культуре пыльников: прививка на томаты / А.П. Ермишин, Е.В. Воронкова // *Вес. АН Беларусі. Сер. біял. навук.* – 1986. – № 2. – С. 63–66.

13. Маруненко, И.М. Изучение влияния генеративных органов на процесс каллусо и эмбриогенеза в культуре пыльников картофеля / И.М. Маруненко, А.А. Кучко // Культура клеток растений и биотехнология. – М.: Наука, 1986. – С. 184–187.
14. Воронкова, Е.В. Регенерация растений в культуре пыльников сортов картофеля *Solanum tuberosum* (4x) / Е.В. Воронкова // Малекулярная генетика и биотехнология: тез. докл. / НАН Беларуси. Ин-т. генетики и цитологии, Ин-т эксперимент. ботаники. – Минск, 1998. – С. 158–159.
15. Ермишин, А.П. Генетические основы селекции картофеля на гетерозис / А.П. Ермишин. – Минск: Тэхналогія, 1998. – 183 с.
16. Ramanna, M.C. A re-examination of 2n-gamete formation in potato and its implications for breeding / M.C. Ramanna // Euphytica. – 1979. – Vol. 28. – P. 537–561.
17. Frandsen, N.O. Die Plastidenzahl als Merkmal bei der Kartoffel / N.O. Frandsen, G. Wenzel // Theor. Appl. Genet. – 1968. – Vol. 38. – P. 153–167.
18. Comparison of single cell culture derived *Solanum tuberosum* L. plants and a model for their application in breeding programmes / G.Wenzel [et al.] // Theor. Appl. Genet. – 1979. – Vol. 55, № 1. – P. 49–55.
19. Mendosa, H.A. Genetic basis of heterosis for yield in the atotetraploid potato / H.A. Mendosa, F.L. Hauns // Theor. Appl. Gen. – 1974. – Vol. 45. – P. 21–25.
20. Генетические особенности диплоидных видов картофеля / И.М. Яшина // Сб. науч. тр. НИИ картоф. хоз-ва. – М., 1985. – С. 8–17.
21. Создание исходного материала *S. tuberosum* для отбора на диплоидном уровне: Проблемы производства продукции растениеводства и пути их решения / А.П. Ермишин [и др.]: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию БГСХА / БГСХА. – Горки, 2000. – С. 195–198.
22. Gorea, T. Consideratii si rezultate privind elaborarea de noi ideotipuride productie in ameliorarea cartofului / T. Gorea, H. Groza, G. Olteanu // Probleme Genet. teored. apl. Bucuresti. – 1984. – T. 16, № 1. – P. 43–50.

Поступила в редакцию 03.11.2016 г.

V.A. KOZLOV

CREATION SCHEME OF STARTING MATERIAL ON THE BASIS OF DIHAPLOIDS AND WILD POTATOES TYPES

SUMMARY

The analysis of existing creation schemes of starting potatoes material on diploids level is presented in the article and the reasons for the choice of Chase scheme with some changes and additions are given.

Key words: potatoes, wild type, dihaploids, polyploidy, selection scheme.

УДК 635.21:027.34

А.А. Подгаецкий, Н.В. Кравченко, Ю.М. Падалка

Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

E-mail: podgaje@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СЕМЯН
КАРТОФЕЛЯ НА ИХ ПРОРАСТАНИЕ, ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ****РЕЗЮМЕ**

Изложены результаты исследований по влиянию гамма-облучения семян на жизнеспособность сеянцев первого года от насыщающих межвидовых скрещиваний. Доказано влияние на прорастание семян, потери материала при выращивании в посевных ящиках, парнике, поле как дозы облучения и наследственности сеянцев, так и взаимного воздействия факторов. Некоторые комбинации характеризовались низким процентом прорастания семян независимо от вариантов. При благоприятном сочетании влияния факторов часть проросших семян достигала 98,6 %. Аналогичное относится к количеству материала, выпавшего в посевных ящиках. Очень небольшие потери растений выявлены во время их произрастания в парнике, чего, за редким исключением, нельзя отметить относительно приживаемости рассады в поле и дальнейшего ее роста. Минимальными общими потерями сеянцев первого года характеризовалось потомство комбинаций 10.6Г38 × Летана и 08.195/73 × Межиричка в контроле, а также последней комбинации после облучения дозой 200 Гр.

Ключевые слова: картофель, беккроссы межвидовых гибридов, ионизирующее облучение, первое гибридное поколение, жизнеспособность сеянцев первого года.

ВВЕДЕНИЕ

По мнению многих ученых-картофелеводов, основу селекции картофеля начиная со середины предыдущего столетия составляет межвидовая гибридизация [1, 2]. Благодаря применению метода удалось решить множество проблем, отдельные из которых ставили под сомнение возможность выращивания картофеля как сельскохозяйственной культуры, например эпифитотия фитофтороза в Ирландии в 1845, 1846 и 1848 гг., значительное распространение рака картофеля, золотистой цистообразующей картофельной нематоды и т. п. [3, 4]. Кроме этого, вовлечение в создание исходного селекционного материала сортов картофеля диких, культурных видов значительно расширило генетическую основу компонентов скрещивания, что способствовало выделению гетерозиготных форм, которым свойственен гетерозис по многим агрономическим признакам [5, 6].

Вместе с тем гибридизация сопровождается рекомбинацией наследственных факторов родительских форм в целом, что зависит главным образом от их специфической комбинационной способности. Проявление признаков среди потомства при использовании скрещивая трудно предсказуемо, поэтому для успешного отбора ценного потомства необходимо иметь большие по объему комбинации, проводить оценку материала в клубневых поколениях и т. п.

Особенность метода мутагенеза – в изменении не всего генотипа, а отдельных или нескольких генов, что по сравнению с гибридизацией сужает изменчивость потомства и тем самым дает возможность получить формы, отличающиеся по отдельным признакам. Изменения наследственности и в случае с использованием мутагенеза также трудно предсказуемы, однако спектр ее ограничивается, как правило, отдельными признаками.

В зарубежной и отечественной литературе отсутствуют сведения о возможности объединения методов межвидовой гибридизации и мутагенеза, хотя имеются данные о перспективности такого направления исследований [7]. Поэтому целью нашего исследования явилось изучение влияния обработки гамма-лучами материала от насыщающих скрещиваний многовидовых гибридов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве исходного материала в исследовании использовали беккроссы вторичных межвидовых гибридов с происхождением $\{[(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}] \times S. \text{demissum}\} \times S. \text{andigenum} / \times S. \text{tuberosum}$ [8]. У беккросса 10.6Г38 компонентами скрещивания использованы сорта Зарево и Адретта (происхождение гибрида на первом этапе скрещивания), Синюха, Гранола, Омега, Оксамыт, а на последнем этапе еще раз сорт Гранола, в беккроссе 08.195/73 – межсортовой гибриды 77.277/3 и сорта Адретта, Зарево, Либелла, Жеран. Первый из гибридов является пятикратным беккроссом, а последний – четырехкратным. Еще одним отличием между ними было использование при создании гибрида 08.195/73 скрещивания двух беккроссов.

Для обработки сухих гибридных семян использовали гамма-лучи, источником которых был ^{60}Co , на установке «Theratron Elit-80». Доза облучения составляла 100 Гр – второй вариант, 150 – третий вариант и 200 Гр – четвертый вариант. Контролем (первый вариант) были семена без облучения. Для прорастания семян в чашках Петри создавались оптимальные условия: температура 18–20 °С, высокая влажность. Согласно общепринятой методике, этапы выращивания сеянцев первого года включали: размещение наклонных семян в посевных ящиках, последующую пересадку их в парник и высадку рассады в поле [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полученные данные свидетельствуют о значительном влиянии на прорастание семян дозы облучения, комбинации скрещивания и взаимодействия

факторов (табл.). Наименьшим процентом прорастания характеризовался материал третьего варианта с дозой облучения 150 Гр. Это относится к четырём комбинациям из пяти, за исключением потомства от скрещивания бек-кросса 10.6Г38 и сорта Летана. Вместе с тем выявлена специфическая реакция семян комбинаций на облучение. Например, максимальная разница в относительном количестве проросших семян при облучении дозой 150 Гр составила 59,2 % между комбинациями 10.6Г38 × Летана и 08.195/73 × Подолия, что, по нашему мнению, существенно.

Противоположная ситуация имела место в варианте с дозой облучения 200 Гр. В трех комбинациях этого варианта отмечено максимальное прорастание семян, в одной – 08.195/73 × Подолия – получены одинаковые результаты в контроле и четвертом варианте, а в популяции 10.6Г38 × Тырас наибольшее количество проросших семян выявлено в контроле.

В целом по вариантам максимальное прорастание семян отмечено в комбинации 08.195/73 × Межиричка – 84,2 %. Минимальное значение показателя (60,5 %) имела комбинация 08.195/73 × Подолия. Обе они характеризуются одинаковой материнской формой, но разными опылителями, от чего, вероятно, и зависело различие в величине показателя.

Считаем, что процент всхожести семян определяется специфической реакцией потомства комбинаций скрещивания и облучения. Это проявляется в различии величины показателя как в пределах комбинаций, так и доз облучения. Именно комбинирование влияния обоих факторов реализуется в прорастании семян. Изменение одного из них обуславливает отличие в величине показателя. Например, в комбинации 08.195/73 × Подолия дозы облучения в 100 и 150 Гр очень снижали прорастание семян, а в варианте с дозой 200 Гр получены результаты аналогичные контролю. В сочетании комбинации 10.6Г38 × Тырас и облучения дозой 150 Гр проросло только 39,4 % семян, хотя в других вариантах, в том числе в контроле, данный показатель находился в пределах 91,4–97,9 %, то есть был очень высокий. Аналогичное можно наблюдать и в ином сочетании взаимодействия факторов.

Несмотря на то что в посевные ящики переносили только семена, которые имели первичный корешок, как свидетельствуют полученные данные, количество не взошедших семян было различным под влиянием доз облучения и наследственности потомства комбинаций.

Минимальное количество потерянных растений (до 10 шт.) имело место при облучении дозой 100 Гр, отсутствие таковых в контроле отмечено в комбинации 10.6Г38 × Летана. То же наблюдалось в варианте с дозой 100 Гр в комбинации 08.195/73 × Подолия, а также при облучении дозой 150 Гр в комбинациях 10.6Г38 × Тырас и 08.195/73 × Подолия.

Противоположная ситуация наблюдалась во всех вариантах комбинации 08.195/73 × Летана. В каждом из них процент выпавших растений был наибольшим в опыте и составлял по вариантам 42,8 (контроль) – 62,3 % при облучении дозой 150 Гр. Это обусловило наибольшее значение среднего по

Таблица – Потери материала на этапах выращивания семян первого года в зависимости от доз гамма-облучения и комбинаций скрещивания, 2015 г.

Вариант	Комбинация	Заложено семян для проращивания, шт.	Проросло		Выпало в посевах ящиках		Выпало в парнике			Выпало в поле, %*			Потери материала от проросших семян, %
			шт.	%	шт.	%	шт.	%*	1 учет	2 учет	всего		
1	10.6 Г 38 × Летана	350	260	74,3	0	0	45	17,3/17,3	5,0/6,0	5,0/6,0	10,0/12,0	27,3	
2		350	185	52,9	7	3,8	47	25,4/26,4	3,8/5,4	19,5/27,5	23,2/32,8	52,5	
3		350	292	83,4	46	15,7	89	30,5/36,2	1,4/2,6	2,7/5,1	4,1/7,6	50,5	
4		350	345	98,6	42	12,2	23	6,7/7,6	1,0/11,0	32,8/29,4	32,8/40,4	51,6	
Всего по вариантам		1400	1082	77,3	95	8,8	204	18,9/20,7	5,1/7,0	12,8/17,8	17,9/24,8	45,6	
1	10.6 Г 38 × Тырас	338	331	97,9	29	8,8	85	25,7/28,2	9,4/14,3	36,8/56,2	46,2/70,5	80,7	
2		338	320	94,7	40	12,5	28	8,8/10,0	9,7/12,3	22,5/28,6	32,2/40,9	53,5	
3		338	133	39,4	5	3,8	24	18,1/18,8	23,3/29,8	15,0/19,2	38,4/49,0	60,2	
4		338	309	91,4	23	7,4	36	11,7/12,6	17,2/21,2	46,3/57,2	63,4/78,4	82,5	
Всего по вариантам		1352	1093	80,8	97	8,9	173	15,8/17,4	13,3/17,7	32,7/43,3	46,0/61,1	70,7	
1	08.195/73 × Мел-жиричка	314	292	93,0	62	21,2	0	0/0	1,3/1,7	10,3/13,1	11,6/14,8	32,9	
2		314	245	78,0	27	11,0	48	19,6/22,0	7,0/10	18,5/26,5	25,3/36,5	55,9	
3		314	224	71,3	12	5,4	16	7,1/7,6	5,4/6,2	32,5/37,2	38,0/43,4	50,5	
4		314	296	94,3	33	11,1	3	1,0/1,1	4,7/5,4	13,2/15,0	17,9/20,4	30,0	
Всего по вариантам		1256	1057	84,2	134	12,7	67	6,4/7,3	4,3/5,5	17,7/21,8	22,1/27,3	41,1	
1	08.195/73 × Полония	430	367	85,4	141	38,4	21	5,7/9,3	4,1/7,1	24,0/43,0	28,1/50,0	72,2	
2		430	202	47,0	2	1,0	0	0/0	20,3/20,5	18,8/19,0	39,1/39,5	40,1	
3		430	104	24,2	3	2,9	14	13,5/13,9	13,5/16,1	15,5/18,4	28,9/34,5	45,2	
4		430	367	85,4	118	32,2	52	14,2/20,9	5,5/10,2	24,5/45,7	30,0/55,8	76,3	
Всего по вариантам		1720	1040	60,5	264	25,4	87	8,4/11,2	8,7/13,0	22,3/33,7	31,0/46,7	64,7	
1	08.195/73 × Летана	379	255	67,0	109	42,8	6	2,4/4,1	3,0/7,2	14,5/26,3	18,4/33,5	63,5	
2		379	246	64,9	106	43,1	16	6,5/11,4	2,0/4,0	24,8/49,2	26,8/53,2	76,4	
3		379	236	62,3	147	62,3	8	3,4/9,0	3,8/11	8,5/24,8	12,3/35,8	78,0	
4		379	267	70,5	146	54,7	42	15,7/34,7	3,0/10,2	15,0/50,6	18,0/60,8	88,4	
Всего по вариантам		1516	1004	66,2	508	50,6	72	7,2/14,5	3,2/7,5	15,7/37,3	18,9/44,8	76,7	
Всего по опыту		7244	5276	72,8	1098	20,8	603	11,4/14,4	7,0/10,4	20,3/30,0	27,4/34,5	59,6	

* В числителе представлена часть растений от количества проросших, а в знаменателе – от проращиваемых на предыдущем этапе.

комбинации – 50,6 %, что, например, в 5,7–5,8 раза больше, чем в вариантах комбинаций 10.6Г38 × Летана и 10.6Г38 × Тырас. То есть на количество выпавших растений в посевных ящиках оказывает влияние не только доза облучения, но и происхождение материала. Особенно это относится к материнской форме двух комбинаций – беккросу 10.6Г38, с участием которого величина показателя была наименьшей, а также опылителю сорта Летана, потомство которого с беккросом 08.195/73 имело наибольшее количество выпавших растений. Следует отметить, что потомство этого сорта с другим беккросом – 10.6Г38 – характеризовалось очень небольшими потерями растений на данном этапе. Считаем, что это свидетельствует о различии взаимовлияния доз облучения и наследственности семян первого года.

Следующим этапом выращивания материала была высадка растений из посевных ящиков в парник. Возможно, нахождение материала в более поздних фазах развития или потеря менее жизнеспособных форм на предыдущем этапе способствовали лучшему сохранению материала по сравнению с произрастанием в посевных ящиках.

В каждой комбинации выделены варианты с минимальными потерями материала – до 10 %. Однако их количество зависело от происхождения семян. Например, в комбинации 10.6Г38 × Летана это отмечено лишь в четвертом варианте, 10.6Г38 × Тырас – во втором, 08.195/73 × Подолия – в двух, а в комбинациях 08.195/73 × Межиричка и 08.195/73 × Летана – в трех.

Положительное влияние на сохранность растений, произрастающих в парнике, оказывало облучение семян дозой 100 Гр. В трех комбинациях из пяти потери растений в этом варианте были минимальными. Аналогичное относится к контролю. В двух – комбинациях 08.195/73 × Межиричка и 08.195/73 × Летана – относительно небольшое количество семян выпало при облучении семян дозой 150 Гр.

За исключением четвертого варианта очень много семян выпало на данном этапе выращивания в комбинации 10.6Г38 × Летана. В среднем это составило 18,9 % по отношению к проросшим и 20,7 % – к количеству семян, высаженных в парник. Минимальные потери наблюдались в среднем в вариантах комбинации 08.195/73 × Межиричка – 6,4 и 7,3 % соответственно.

В период выращивания семян в поле проводили два учета: первый – через пять дней после посадки, а второй – перед уборкой. Во время первого из них определялась приживаемость рассады, а данные второго свидетельствуют о жизнеспособности растений.

В большинстве вариантов и комбинаций отмечена высокая приживаемость рассады. Например, в третьем и четвертом вариантах комбинации 10.6Г38 × Летана, а также в контроле популяции 08.195/73 × Межиричка часть выпавших растений не превышала 1,4 % от проросших семян. В то же время в четвертом варианте относительно количества семян, которые произрастали в парнике, она была значительной и составляла 11,0 %.

Относительно много выпало семян на этом этапе в третьем и четвертом вариантах комбинации 10.6Г38 × Тырас и втором и третьем вариантах популяции 08.195/73 × Подолия. Причиной этого считаем неблагоприятное для приживания рассады в поле сочетание доз облучения и наследственности материала.

В целом по вариантам наименьшее относительное количество выпавшей рассады по сравнению с числом проросших семян в процессе высадки в поле отмечено в комбинации 08.195/73 × Летана – 3,2 %. Близкое значение показателя имели популяции 08.195/73 × Межиричка и 10.6Г38 × Летана. Противоположное относится ко всем вариантам комбинации 10.6Г38 × Тырас: в третьем и четвертом вариантах потери составляли соответственно 23,3 и 17,2 % от проросших семян и 29,8 и 21,2 % от количества растений, выращиваемых в парнике. Близкие к изложенным данные получены во втором и третьем вариантах комбинации 08.195/73 × Подолия.

В среднем по всем вариантам наименьшие потери семян первого года на этапе приживания рассады отмечены в комбинации 08.195/73 × Летана. Примерно такие же данные получены в комбинации с участием в качестве опылителя сорта Летана и беккрасса 10.6Г38. Замена сорта Летана на Тырас значительно увеличила потери материала: в 2,6 раза относительно числа проросших семян и 2,5 раза по сравнению с количеством растений, произрастающих в парнике.

Во многих вариантах иные данные получены на этапе созревания семян. Минимальное количество потерянного материала отмечено в контроле и при облучении дозой в 150 Гр в комбинации 10.6Г38 × Летана, а также в третьем варианте популяции 08.195/73 × Летана. Аналогичные данные имели место при первом учете приживания рассады. То есть в этих вариантах и комбинациях выявлена как высокая приживаемость рассады, так и жизнеспособность.

В четвертом варианте комбинации 10.6Г38 × Летана, третьем варианте популяции 08.195/73 × Межиричка, контроле комбинации 10.6Г38 × Тырас, контроле и четвертом варианте комбинации 08.195/73 × Подолия и втором варианте популяции 08.195/73 × Летана, несмотря на небольшие потери в период приживаемости рассады, при втором учете созревания семян они оказались большими. Максимальное количество растений выпало в варианте с облучением семян дозой 200 Гр в комбинации 10.6Г38 × Тырас: 46,3 % от проросших семян и 56,2 % по сравнению с высаженными в поле.

Среди всех этапов получения семян первого года (выращивание в посевных ящиках, парниках, поле) наибольшие потери материала отмечены в последнем случае. Только в отдельных сочетаниях облучения и наследственности семян они были относительно небольшими. Прежде всего, это относится к контролю и третьему варианту комбинации 10.6Г38 × Летана, контролю популяции 08.195/73 × Межиричка и третьему варианту комбинации 08.195/73 × Летана. Повторяемостью характеризуются контроль и третий вариант, хотя в популяции 08.195/73 × Межиричка в последнем случае потери были большими.

Противоположное относилось к контролю и четвертому варианту комбинации 10.6Г38 × Тырас, в которой при выращивании в поле выпало 63,4 % растений от проросших семян и 74,8 % по сравнению с количеством растений, которые росли в парнике.

Как свидетельствуют полученные данные, больше 80 % общих потерь материала отмечено в контроле и четвертом варианте комбинации 10.6Г38 × Тырас и четвертом варианте популяции 08.195/73 × Летана. Вместе с тем наименьшее выпадение растений было в контроле комбинации 10.6Г38 × Летана и четвертом варианте популяции 08.195/73 × Межиричка. То есть проявление показателя зависит от сочетания дозы облучения и наследственности материала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено влияние гамма-облучения на прорастание гибридных семян, полученных в результате беккроссирования сложных межвидовых гибридов картофеля, сохранность выросших из них сеянцев первого года на разных этапах выращивания. Полученные данные свидетельствуют о влиянии на сохранность материала не только доз облучения, генетических особенностей материала, но и их взаимодействия. Наименьшее количество проросших семян отмечено в комбинации 08.195/73 × Подолия за счет отрицательного влияния на способность к прорастанию облучения дозой 100 и 150 Гр. Противоположное относилось к комбинации 08.195/73 × Межиричка, что больше, чем в упомянутой выше, на 23,7 %. Наивысший процент прорастания (97,9 %) отмечен в комбинации 10.6Г38 × Тырас в контроле. Наибольшее отрицательное влияние на жизнеспособность исследуемого материала в посевных ящиках независимо от вариантов опыта отмечено в комбинации 08.195/73 × Летана – 50,6 %. Очень небольшие потери растений выявлены во время их произрастания в парнике, чего, за редким исключением, нельзя отметить относительно приживаемости рассады в поле и дальнейшего ее роста. Минимальными общими потерями сеянцев первого года характеризовалось потомство комбинаций 10.6Г38 × Летана и 08.195/73 × Межиричка в контроле, а также последней комбинации после облучения дозой 200 Гр.

Список литературы

1. Букасов, С.М. Межвидовая гибридизация картофеля / С.М. Букасов // Изв. Акад. наук СССР. Сер. биол. – М., 1938. – № 3. – С. 711–722.
2. Камераз, А.Я. Межвидовая гибридизация в селекции картофеля / А.Я. Камераз // Отдаленная гибридизация растений и животных. – М.: Колос, 1970. – С. 219–228.
3. Росс, Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы / Х. Росс; пер. с англ. В.А. Лебедева; под ред. И.М. Яшиной. – М.: Агропромиздат, 1989. – 184 с.
4. Букасов, С.М. Селекция и семеноводство картофеля / С.М. Букасов, А.Я. Камераз. – Л.: Колос, 1972. – 358 с.

5. Sanford, J.C. Large yield differences between reciprocal families of *Solanum tuberosum* / J.C. Sanford, R.E. Hanneman // *Euphytica*. – 1982. – V. 31. – P. 1–12.

6. Подгаецкий, А.А. Использование генофонда картофеля для интрогрессии ценных генов при создании исходного селекционного материала: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05/ А.А. Подгаецкий; Ин-т земледелия Укр. ААН. – Киев, 1993. – 44 с.

7. Козаченко, М.Р. Експериментальний мутагенез в селекції ячменю / М.Р. Козаченко. – Харків, 2010. – 296 с.

8. Подгаецкий, А.А. Генофонд картоплі, його складові, характеристика і стратегія використання / А.А. Подгаецкий // *Картопля*. – Київ, 2002. – Т. 1. – С. 156–198.

9. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В.С. Куценко [та ін.]; УААН, Ін-т картоплярства. – Немішаєве, 2002. – 183 с.

Поступила в редакцію 08.11.2016 г.

A.A. PODGAETSKIY, N.V. KRAVCHENKO, YU.M. PADALKA
**EFFECT OF GAMMA-IRRADIATION HYBRID POTATOES
SEEDS ON THEIR GERMINATION ABILITY**

SUMMARY

The research results on the effect of gamma irradiation on the seeds viability of the seedlings first year of saturating interspecific crosses are given. It is proven to impact on germination of seeds, material loss of crop when grown in boxes, greenhouse, field as the radiation dose and the inheritance of the seedlings and the mutual factors influence. Some combinations were characterized by low percentage of germination regardless of the options. At a favorable combination of influence of factors a part of the sprouted seeds reached 98.6 %. The same applies to the amount of precipitated material in sowing boxes. Very small loss of plants found during their growing in the greenhouse with few exceptions can not be mentioned regarding the survival rate of seedlings in the field and its further growth. Minimum total loss of seedlings the first year was characterized by combinations of offspring 10.6G38 × Letana and 08.195/73 × Mezhyrichka in control, as well as the latest combination after irradiation with 200 Gy.

Key words: potatoes, backcrossing of interspecific hybrids, ionizing radiation, the first hybrid generation, viability of first-year seedlings.

УДК 635.21:631.52:632.38

Н.В. Русецкий

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

ИСПЫТАНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ НА ПОЛЕВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ К ВИРУСНЫМ БОЛЕЗНЯМ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты оценки селекционного материала картофеля на полевую устойчивость к вирусам в условиях искусственно созданного инфекционного фона. Установлена степень полевой устойчивости изучаемых перспективных селекционных образцов картофеля к вирусам. По результатам трехлетних испытаний выделены образцы с очень высокой, высокой и средней степенью полевой устойчивости к X-, Y-, S-, M-, L-вирусам картофеля. С учетом других хозяйственно ценных признаков в госсортоиспытание селекционерами передано шесть сортообразцов картофеля.

Ключевые слова: картофель, вирусные болезни, гибрид, сорт, полевая устойчивость, ИФА.

ВВЕДЕНИЕ

Вирусные болезни картофеля представлены большим видовым разнообразием и при этом имеют широкий повсеместный ареал распространения. Патогены вирусной этиологии наносят культуре картофеля значительный урон во всех регионах его возделывания, снижая продуктивность посадок картофеля на 5–90 % и содержание крахмала в клубнях на 0,8–4,6 %, в нашем опыте на 5,1 % абсолютных единиц [1, 2]. Устойчивость картофеля к отдельным вирусам является генетически детерминированным признаком.

Потенциальная урожайность большинства современных сортов картофеля при соблюдении интенсивных технологий возделывания достигает 50,0–70,0 т/га и более, но в то же время средняя ее величина в сельскохозяйственных организациях, по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, составляет за последние пять лет 20,3–25,0 т/га. Одним из важнейших факторов резкого снижения потенциального уровня урожайности сортов является отсутствие у них достаточного уровня устойчивости к основным наиболее вредоносным вирусам и высокая степень их распространенности. Даже оздоровленный биотехнологическими методами семенной материал восприимчивых сортов подвергается быстрой реинфекции в полевых условиях. Поэтому долговечность сорта в производстве во многом зависит

от его устойчивости к вирусным болезням. В то же время затраты на производство качественного семенного материала восприимчивых сортов гораздо выше, чем устойчивых.

Важным отличием сортов нового поколения, помимо их высокой продуктивности, хороших кулинарных качеств и пригодности к промпереработке, должно быть наличие надежного уровня устойчивости к целому ряду патогенов различной этиологии.

Известно, что картофель может поражаться более чем 30 вирусами, обладающими множеством штаммов, которые вызывают различные патологические изменения всех органов растения (виروзы). Как правило, вирусы, однажды попав в растение, накапливаются из года в год в клубневом потомстве.

Результаты наших последних исследований по проведенному мониторингу распространения в посадках картофеля вирусных болезней в Минской области Республики Беларусь показывают, что вирусы X (ХВК), Y (YBK), S (SBK), M (MBK), L (BSLK), A (ABK) имеют широкий повсеместный ареал. Из них наибольшее распространение отмечено для вирусов: S – 47,6 %, M – 38,1, Y – 26,3, X – 19,3 %. Вирусы L и A распространены в несколько меньшей мере – 8,5 и 9,9 % соответственно [3]. Все это видовое разнообразие чаще всего присутствует в растениях картофеля в смешанной форме, что в большинстве случаев приводит к синергетической реакции, а соответственно, и к усилению их вредоносности, сказывающейся на товарном урожае.

Цель нашей работы заключалась в определении на завершающих этапах селекционного процесса степени полевой устойчивости перспективного селекционного материала картофеля к вирусным болезням.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве материала для проводимых исследований послужили перспективные образцы, находящиеся на заключительном этапе селекционного процесса создания сортов картофеля.

Опыты по испытанию селекционного материала картофеля закладывали на полях селекционного севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2011–2015 гг.

Оценку селекционных образцов проводили начиная с питомника конкурсного испытания 2-го года согласно схеме селекционного процесса. Степень полевой устойчивости к вирусным болезням определяли согласно методическим указаниям А.Л. Амбросова и др. [4]. Селекционный материал высаживали вблизи кустарников, где больше всего скапливается тли, которая является основным переносчиком вирусов картофеля. Повторность четырехкратная. Инфекционный фон создавали путем размещения одного ряда растений-инфекторов между двух рядов испытуемых гибридов таким образом, чтобы каждый образец контактировал с инфектором [5]. В качестве инфектора ис-

пользовали клубневой материал сортов Журавушка, Темп и Комсомолец, инфицированных X-, S-, M-, Y-, L-, A-вирусами картофеля.

Период проведения испытания устойчивости к вирусам составляет три года полевых опытов. В первый год заражение вирусами происходит на инфекционном фоне контактно и тлями. Для усиления инфекционной нагрузки испытуемый материал дополнительно исхлестывали ботвой больных растений. Оценка вирусостойчивости образцов картофеля проводили по визуальным симптомам вирусных болезней 2–3 раза в период полных всходов – бутонизации или цветения. Во второй и третий годы испытаний контроль за вирусами осуществляли визуально по симптомам вирусных болезней, серодиагностике и методом иммуноферментного анализа (ELISA). Погодные условия в годы проведения исследований благоприятствовали распространению и проявлению вирусных болезней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2011–2015 гг. проводили оценку 145 селекционных образцов в условиях искусственно созданного инфекционного фона. Одни и те же образцы картофеля испытывали в полевом опыте в течение трех лет. В первый год испытания за период выполненных исследований проведено изучение 82 перспективных селекционных гибридов картофеля и пяти сортов-стандартов (Лилея, Фальварак, Универсал, Рагнеда и Атлант), во второй год – 39 гибридов и 5 стандартов. После выбраковки, проводимых селекционерами, на третий заключительный год испытание проходили 24 образца картофеля.

В период полных всходов – бутонизации или цветения учитывали визуальные симптомы вирусных болезней.

В результате визуальной оценки образцов по внешним симптомам проявления вирусных болезней было установлено, что основными в их структуре являлись: мозаичное закручивание листьев, обыкновенная и крапчатая мозаики, вызываемые вирусами M, S, X и Y. Симптомы мозаичного закручивания листьев выявлялись почти у всех образцов картофеля, за исключением гибридов 052772-5 и 3048-18, при этом количество пораженных растений на образец составляло 2,7–58,4 %. Симптомы тяжелой формы вирусных болезней – морщинистой мозаики у 2,7–5,0 % пораженных растений отмечены у образцов 29-06-10, 55-06-21 и 117-06-7. Сорт-стандарт Лилея был поражен этой болезнью на 5,4–15,0 %; Фальварак – 2,5–10,0; Универсал – 5,4; Атлант – 10,3 %.

Во второй и третий год испытаний происходит накопление вирусной инфекции. Оценка образцов картофеля по вирусостойчивости осуществляли как визуально по симптомам вирусных болезней, так и с помощью инструментальных методов: серодиагностики и метода иммуноферментного анализа.

По результатам двухлетних полевых испытаний (данные капельного серологического теста), низкая устойчивость к вирусу Y (пораженность составляла 60,0 %) была выявлена у образца 8502-104 и у сорта-стандарта Лилея (71,4 %), восприимчивыми к вирусу S (55,0–100,0 %) оказались гибриды

2978-10, 3051-41, 3048-18, 2872-18, 55-07-48, 8502-104, 29-08-7, 39-08-5, 50-08-6, 115-08-7, 3142-01, 3169-19, 2918-13, 3079-3, 76-09-2, 71-09-3 и 35-09-15, у сорта-стандарта Универсал количество пораженных вирусом S растений составляло 85,7 %. Пораженность образцов картофеля 8502-104, 29-08-7, 8572-8, 3142-1 и сорта-стандарта Рагнеда вирусом M составляла 55,5–60,0 %. По отношению к вирусу X все исследуемые образцы обладали высокой степенью полевой устойчивости, за исключением гибрида 3079-3 (средняя полевая устойчивость). Образцов, не содержащих инфекции ни одного из вирусов (X, Y, S, M), выявлено не было, однако с относительно невысоким уровнем поражения выделены гибриды: 062769-1, 22-07-45, 55-07-27, 20-08-36, 8545-3, 8605-18, 8597-13, 072822-3, 8662-13, 8662-3, 8662-17 и 27-09-10.

В результате трехлетнего изучения перспективного селекционного материала на искусственно созданном инфекционном фоне установлена степень его полевой (относительной) устойчивости к вирусным болезням.

Так, по данным тестирования методом иммуноферментного анализа у испытываемых гибридов установлены различия по уровню накопления отдельных вирусов в зависимости от их генотипа. Данные ELISA-теста указывают на то, что почти все представленные на испытание гибриды являются очень высокоустойчивыми и высокоустойчивыми (7–9 баллов) к вирусам X и L (табл. 1). Исключение составляют данные, полученные в 2014 г.: образцы 55-07-48 и 052672-31N имели низкий балл устойчивости к вирусу X, а образцы 2872-18 N и 3051-41 – средний.

Однако по отношению к вирусу S большинство исследуемых образцов имели очень низкий и низкий уровень полевой устойчивости (1–3 балла). Наи-

Таблица 1 – Характеристика питомника третьего (заключительного) года испытания перспективного селекционного материала картофеля по устойчивости к вирусам, 2011–2015 гг.

Степень полевой устойчивости к вирусам, балл	Оценено образцов, шт.	Количество образцов с устойчивостью, шт.					
		ХВК	УВК	SBK	МВК	ВСЛК	комплекс X-, Y-, M-, L-вирусов картофеля
2011–2013 гг.							
9–7	12	12	2	1	0	12	0
5		0	2	4	7	0	2
3–1		0	8	7	5	0	10
2012–2014 гг.							
9–7	5	1	2	0	1	5	0
5		2	3	1	2	0	1
3–1		2	0	4	2	0	4
2013–2015 гг.							
9–7	7	7	4	1	1	7	1
5		0	1	2	1	0	1
3–1		0	2	4	5	0	5

большее количество (76,5–100,0 %) пораженных этим вирусом растений среди оцениваемых гибридов отмечено у следующих образцов: 55-06-21 (76,5 %), 2872-18 (88,9), 2978-10 (90,0), 115-08-7 (94,9), 99-08-6 (100,0) и сорт-стандарт Универсал (85,0–100,0 %). С высокой степенью полевой устойчивости (7 баллов) выделено два гибрида – 052672-14 и 078822-36/п и сорт-стандарт Рагнеда. Средний уровень устойчивости к данному вирусу (5 баллов) имеют образцы: 052672-31N, 2794-6N, 8371-12, 117-06-7, 052772-5, 8605-18, 8597-13 и сорт-стандарт Фальварак.

Все исследуемые образцы показали средний и низкий уровень полевой устойчивости к вирусу М. Исключение составили гибриды 8597-13 и 55-07-48, которые обладают высокой устойчивостью (7 баллов) к этому патогену.

Установлено, что пораженность образцов Y-вирусом картофеля варьировала от 0 до 66,7 %. Среди исследуемого селекционного материала самое большое количество пораженных вирусом Y растений (66,7 %, что соответствует 1 баллу – очень низкая полевая устойчивость) отмечено у гибрида 29-06-10. Также следует отметить и наличие 33,3 % образцов, обладающих высокой степенью относительной устойчивости к этому наиболее вредоносному вирусу из числа изученных, причем три гибрида – 8605-18, 052672-31N и 8597-13 имеют наивысший балл устойчивости – 9. Количество среднеустойчивых образцов составляет 25,0 %, с низкой устойчивостью – 41,6 %.

Ввиду невысокого уровня устойчивости большинства исследуемого материала картофеля к вирусам М и S в селекции на вирусоустойчивость следует уделить большее внимание вовлечению в гибридизацию исходных родительских форм, высокоустойчивых к этим патогенам. Однако следует учитывать определенную сложность получения сортов картофеля, высокоустойчивых к вирусам М и S, которая в первую очередь лимитируется отсутствием надежных генетических источников этого признака среди культурных и диких форм картофеля, а у имеющегося немногочисленного числа устойчивых образцов – еще зачастую и сложным полигенным характером его наследования, особенно при совмещении в одном генотипе большого числа других хозяйственно полезных признаков.

Результаты вирусологической оценки перспективных селекционных гибридов, переданных в госсортоиспытание, представлены в таблице 2. По данным визуальных учетов внешних симптомов вирусных болезней отмечено, что тяжелые их формы, такие как морщинистая и полосчатая мозаики и скручивание листьев картофеля имели незначительное распространение у исследуемых образцов (0,0–10,0 %). Симптомы полосчатой мозаики отмечены только у 2,7 % растений образца 2872-18N и сортов-стандартов Лилея и Фальварак (по 2,5 %). Отсутствовали также у выделенных образцов и симптомы поражения морщинистой мозаикой.

Среди изученных образцов, по данным трехлетнего испытания, с высокой комплексной устойчивостью к вирусным болезням выделено три гибрида: *ранней группы созревания* – образец 078822-36/п, характеризующийся очень

Таблица 2 – Степень полевой устойчивости перспективного селекционного материала картофеля к вирусным болезням, 2013–2015 гг.

Гибриды, сорта-стандарты	Поражено растений вирусными болезнями, %						Содержание вирусов, ИФА, %										Балл устойчивости					
	Mo	M	LrM	RuM	StM	Lr	X	Y	S	M	L	A	X	Y	S	M	L	A				
052672-31N	0	20,0	46,0	0	0	10,0	54,1	0	40	48,7	0	0	3	9	5	5	9	9				
Першацвет																						
2872-18 N	0	22,3	46,0	0	2,7	0	46	5,4	88,9	51,4	0	0	5	7	1	3	9	9				
Нара																						
2794-6N																						
Лель	0	32,5	15,0	0	0	0	0	45,0	47,5	37,5	2,5	–	9	3	5	5	9	–				
052672-14	35,8	7,2	25,0	0	0	0	3,6	26,4	14,3	60,7	0	–	9	5	7	3	9	9				
Палац																						
8597-13	0	2,5	5,0	0	0	0	0	0	48,8	19,5	0	–	9	9	5	7	9	–				
Гармония																						
078822-36/п	0	5,0	45,0	0	0	0	5,3	5,0	21,1	45,0	0	–	9	7	7	5	9	–				
Галацкий																						
Лилия st	20,0	20,0	0	5,0	2,5	0	0	91,7	28,6	42,9	0	0	9	1	5	5	9	9				
Фальварак st	15,0	5,0	40,0	2,5	2,5	0	88,1	25,0	42,9	50,0	0	–	1	5	5	5	9	–				
Универсал st	7,5	10,0	35,0	0	0	0	10,0	28,6	85,7	47,5	0	–	9	5	1	5	9	–				
Рагнеда st	0	30,0	7,5	0	0	0	33,3	11,1	22,2	55,5	0	0	5	5	7	3	9	9				
Атлант st	2,5	20,0	20,0	0	10,0	7,5	28,6	14,3	57,1	42,9	0	–	5	5	3	5	9	–				

Примечание. Mo – крапчатость, M – мозаика, LrM – мозаичное закручивание листьев, RuM – морщинистая мозаика, StM – морщинистая мозаика, Lr – скручивание листьев.

высокой степенью полевой устойчивости к вирусам X и L (9 баллов), высокой (7 баллов) – к вирусам Y и S, средней устойчивостью (5 баллов) к вирусу M; гибрид 052672-31N с очень высокой степенью полевой устойчивости к вирусам Y, A и L (9 баллов), средней устойчивостью (5 баллов) – к вирусам S и M; *среднепоздней группы созревания* – 8597-13, обладающий очень высокой степенью полевой устойчивости к вирусам X, Y, и L, высокой – к вирусу M и средней – к вирусу S.

С учетом других хозяйственно ценных признаков в госсортоиспытание из числа изученных гибридов селекционерами передано шесть сортообразцов картофеля, которым авторами даны следующие названия: гибрид 052672-31N – Першацвет, 2872-18 N – Нара, 2794-6N – Лель, 052672-14 – Палац, 8597-13 – Гармония, 078822-3б/п – Талачынскі.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных за 2011–2015 гг. исследований по испытанию на полевую устойчивость к вирусам выделено два гибрида ранней группы созревания: образец 078822-3б/п, характеризующийся очень высокой степенью полевой устойчивости к вирусам X и L (9 баллов), высокой (7 баллов) – к вирусам Y и S, средней (5 баллов) – к вирусу M; гибрид 052672-31N с очень высокой степенью полевой устойчивости к вирусам Y, A и L (9 баллов), средней (5 баллов) – к вирусам S и M, а также образец среднепоздней группы созревания 8597-13, обладающий очень высокой степенью полевой устойчивости к вирусам X, Y, и L, высокой – к вирусу M и средней – к вирусу S.

В селекции на вирусоустойчивость ввиду невысокого уровня устойчивости следует уделять большее внимание вовлечению в гибридизацию исходных родительских форм, высокоустойчивых к S- и M-вирусам картофеля.

Список литературы

1. Блоцкая, Ж.В. Вирусные, виroidные и фитоплазменные болезни картофеля / Ж.В. Блоцкая. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 120 с.
2. Русецкий, Н.В. Зависимость проявления хозяйственных признаков картофеля от вирусной инфекции / Н.В. Русецкий // Изв. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – Минск, 2006. – № 5. – С. 146–148.
3. 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.
4. Методические указания по созданию и оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к штаммам вирусов / А.Л. Амбросов [и др.]. – М., 1983. – 16 с.
5. Чесноков, П.Г. Болезни вырождения картофеля в СССР и борьба с ними / П.Г. Чесноков. – Л.– М.: Сельхозиздат, 1961. – 213 с.

Поступила в редакцию 09.11.2016 г.

N. V. RUSSETSKI

BREEDING MATERIAL POTATOES TESTING FOR FIELD RESISTANCE TO VIRAL DISEASES

SUMMARY

The evaluation results of potatoes breeding material for field resistance to viruses in artificially created infectious background are presented in the article. Degree of field resistance of the studied perspective selection samples of potatoes to viruses is established. As the results of three years testing the samples with very high, high and medium degree of field resistance to PVX, PVY, PVS, PVM and PLRV were selected. After complex evaluation to other economically important traits six new varieties were released.

Key words: potatoes, viral diseases, hybrid, variety, field resistance, ELISA.

УДК 635.21:631.52:635.96

Н.А. Чалая, Е.В. Рогозина

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР), г. Санкт-Петербург, Россия

E-mail: spb.chalaya@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДНЫХ КЛОНОВ КАРТОФЕЛЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ КЛУБНЕЙ

РЕЗЮМЕ

Проведена оценка селекционного материала из коллекции гибридов картофеля ВИР по технологическим, биохимическим и морфологическим показателям клубней. Большинство гибридных клонов имеют клубни округло-овальной формы с высокими потребительскими качествами: хорошим вкусом, высоким содержанием крахмала, нетемнеющей сырой и после отваривания мякотью. Лучшие гибридные клоны сочетают высокие потребительские качества с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам.

Ключевые слова: картофель, гибридные клоны, технологические качества, вкус, крахмал, потемнение мякоти, форма клубней.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях формирующегося рынка продовольственного картофеля высокие требования предъявляются к потребительским качествам клубней столовых сортов, среди которых привлекательный внешний вид (окраска и форма клубней, глубина глазков), дегустационные показатели, нетемнеющая мякоть в сыром и вареном виде [1].

В коллекции ВИР представлено более 100 гибридных клонов картофеля, сочетающих хорошие агрономические качества и устойчивость к болезням (фитофторозу, глободерозу, вирусным заболеваниям и раку).

Гибридные клоны получены в результате скрещиваний образцов диких видов с культурным картофелем и последующего отбора селекционно ценных форм [2, 3]. В сотрудничестве со специалистами ВНИИ фитопатологии, ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии и ВИЗР среди гибридных клонов выделены источники и доноры устойчивости картофеля к патогенам [4, 5]. Межвидовые гибриды – доноры устойчивости картофеля к фитофторозу, вирусу Y, нематоды патотипа Ro1 переданы в селекционные учреждения России и Беларуси, где проходят тщательную оценку по комплексу признаков, в том числе имеющих особую значимость для конкретного региона [6, 7].

Для практической селекции картофеля важное значение имеет всесторонняя характеристика исходного материала не только по иммунологическим свойствам, но и по другим хозяйственно ценным признакам. Нами впервые проведено изучение гибридных клонов картофеля из коллекции ВИР по технологическим свойствам клубней. Оценены показатели, важные для разных направлений использования картофеля (внешний вид клубней, вкусовые качества, биохимические показатели, изменение окраски в сыром и вареном состоянии). Полученные результаты позволят более точно рекомендовать гибридные клоны в качестве родительских форм при создании сортов продовольственного назначения или для промышленной переработки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в Пушкинском филиале ВИР в 2013–2015 гг. Проведена оценка 63 гибридных клонов из коллекции картофеля ВИР по технологическим, биохимическим и морфологическим показателям. По срокам созревания гибридные клоны относятся к ранней (7 клонов), среднеранней (19), среднеспелой (18), среднепоздней (7) и поздней (12) группам спелости. В качестве стандартов использованы районированные сорта Удача (ранний), Елизавета (среднеранний), Наяда и Петербургский (среднеспелые).

Оценивали потребительские качества клубней. Каждый гибридный клон оценивали в течение не менее трех лет. Для определения вкусовых качеств клубней их отваривали на пару в кожуре без добавления соли. Вкус охарактеризован по 9-балльной шкале, где 9 – отличный вкус.

Содержание крахмала в клубнях определяли по удельному весу путем взвешивания клубней в воздухе и в воде.

Потемнение мякоти определяли у свежих и отварных клубней на срезах. Для анализа отбирали не менее трех (мелкий, средний и крупный) здоровых клубней, разрезали в продольном направлении и раскладывали срезами вверх. Через 5–8 минут визуально определяли скорость потемнения. По данному показателю образцы классифицируют: очень медленно темнеющие (9 баллов); медленно темнеющие (7); среднетемнеющие (5); быстро темнеющие (3); очень быстро темнеющие (1).

Интенсивность потемнения определяли визуально по истечении 2 часов. По данному признаку картофель классифицируют: нетемнеющий (9 баллов); слабо темнеющий (7); умеренно темнеющий (5); сильно темнеющий (3); очень сильно темнеющий (1).

Для определения формы клубней производили измерения в трех взаимно перпендикулярных плоскостях с помощью штангенциркуля. Определяли длину (L), измеряя от верхушечных почек до столонного следа, ширину (S) и толщину (h). Отношение длины к ширине (L/S) характеризует округлость клубней, а отношение ширины к толщине (S/h) – уплощенность клубней. Различают следующие соотношения длины и ширины в зависимости от формы клубней: 1,0 – округлая; 1,3 – округло-овальная; 1,6 – овальная; 1,9 – удлиненно-овальная;

2,5 – длинная. По соотношению ширины и толщины различают форму клубней: 1 – поперечно-округлая; 1,5 – уплощенная; более 1,5 – плоская [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Российское население предпочитает традиционный способ потребления картофеля и кулинарные качества являются важным показателем при выборе сорта, особенно при его выращивании в личных подсобных хозяйствах. В этой связи в описание материала, предоставляемого российским селекционерам из коллекции картофеля ВИР, включена характеристика вкусовых качеств. Проведена сравнительная оценка потребительских качеств клубней 63 гибридных клонов и трех сортов картофеля. В состав оценочной комиссии каждого теста входило не менее 5 дегустаторов (обычно 6–7). Вкусовые качества клубней у 3 гибридных клонов (122-29, 138-3-2006, 117-2) оценены как отличные (9 баллов), 49 клонов имеют клубни хорошего вкуса (7 баллов) и у 11 клонов клубни удовлетворительного вкуса (табл. 1). Вкусовые качества клубней сортов: Удача – удовлетворительные, Елизавета и Петербургский – хорошие, Няда – отличные.

Сравнение результатов дегустации клубней сортового картофеля в разные годы выявило зависимость их вкусовых качеств от года проведения дегустации. Вероятно, почва и погодные условия вегетационного периода оказывают влияние на биохимический состав клубней. Выявлена несогласованность оценок сортов картофеля разными дегустаторами, что, по-видимому, отражает субъективное мнение и индивидуальные предпочтения членов оценочной комиссии.

Вкусовые качества клубней гибридных клонов изменяются в разной степени. Наиболее стабильны оценки клонов 122-29, 117-2 (8–9 баллов) и клона 52-8 (6–7 баллов). Высокая степень изменчивости вкусовых качеств клубней отмечена у всех среднеспелых гибридных клонов (117-1, 135-3-2005 и 134-2-2006). В разные годы вкус клубней каждого из этих клонов оценивался как пресный (неприятный), удовлетворительный, хороший или отличный (от 2 до 9 баллов соответственно). Возможно, различия погодных условий на стадии

Таблица 1– Распределение гибридных клонов картофеля по показателям технологических свойств клубней

Технологические свойства	Оценено – всего, шт.	Из них имеют балл, %			
		9	7	5	3
Вкус	63	4,7	77,7	17,5	0
Содержание крахмала в клубнях	63	0	65,1	33,3	1,6
Скорость потемнения мякоти клубней	61	85,3	8,2	4,9	1,6
Интенсивность потемнения мякоти клубней	61	34,4	34,4	27,9	3,3

формирования или в период созревания клубней среднеспелых гибридных клонов в отдельные годы оказали влияние на их качественные характеристики и привели к нестабильности показателей вкуса.

В целом наши результаты свидетельствуют о хороших и стабильных вкусовых качествах клубней большинства гибридных клонов, равно как и сортового картофеля. Лучшие показатели в исследованной выборке (63 гибридных клона и 4 сорта картофеля) выявлены у сорта Наяда и клона 122-29, который был отобран в потомстве от скрещивания двух сложных межвидовых гибридов. В родословной клона 122-29 представлены сорта, культурные (*Solanum andigenum* Juz. et Buk., *S. rybinii* Juz. et Buk) и дикие виды картофеля (*S. spgazzinii* Bitt., *S. microdontum* Bitt., *S. stoloniferum* Schlecht).

Вследствие рекомбинации генетического материала различного происхождения после нескольких циклов скрещиваний и отборов сформировался уникальный генотип 122-29 раннего срока созревания, продуктивный, с хорошими вкусовыми качествами, нетемнеющей мякотью клубней, относительно устойчивый к вирусным заболеваниям и высоким температурам вегетации.

Известно, что содержание крахмала в клубнях картофеля варьирует в зависимости от погодных условий, места произрастания и т. д. [9]. Оценку гибридов на содержание крахмала проводили в 2014 и 2015 гг. Образцов с очень низким (менее 10 %) и очень высоким (более 24 %) содержанием крахмала не выявлено. Высоким содержанием крахмала (18,1–24,0 %) характеризуется 41 образец из 63 изученных. Образцы с высоким и средним содержанием крахмала встречаются в разных группах спелости. Наиболее высокой крахмалистостью характеризуются следующие гибриды: среднеранний 99-1-3 (22,9 %); среднеспелые 135-1-2006 (22,1); 160-17 (22); среднепоздний – 39-1-2005 (23,5); поздний 27 (21,8 %). Один среднеранний образец (194-3 т) имеет низкое содержание крахмала (13,6 %) (см. табл. 1).

Картофель, применяемый для переработки, должен соответствовать определенным требованиям. Одним из основных технологических качеств для любого вида картофелепродуктов является нетемнение окраски мякоти в сыром и отварном состоянии.

По данному признаку оценен 61 гибридный клон, в качестве стандарта использован сорт Леди Клер (Ledy Claire), пригодный для переработки на чипсы. Скорость потемнения сырой мякоти очень медленная у большинства (52) изученных клонов, 5 клонов имеют медленно темнеющую, 3 – средне-темнеющую и 1 – быстро темнеющую мякоть клубней.

Нетемнеющую или слабо темнеющую сырую мякоть клубней имеют 42 образца (по 21 в каждой группе). У 17 гибридных клонов мякоть умеренно темнеющая и только у двух гибридных клонов – сильно темнеющая. Образцов с очень сильно темнеющей мякотью не выявлено (см. табл. 1). У всех оцененных гибридных клонов мякоть клубней не темнела спустя 24 часа после варки.

Важным морфологическим признаком картофеля, используемого для переработки на картофелепродукты, является форма клубня. У большинства образцов,

Таблица 2 – Характеристика межвидовых гибридов картофеля ВИР по комплексу селекционно ценных качеств

Гибрид ВИР	Группа спелости	Урожайность, г/куст	Содержание сухого вещества, %	Содержание крахмала, %	Вкус, балл	Интенсивность потемнения мякоти клубней, балл	Форма клубня (L/S) / (S/h)	Устойчивость
122-29	Ранняя	1200	21,9	16,2	9	9	Округло-овальная / поперечно-округлая	Высокие температуры вегетационного периода
134-3-2006	Ранняя	580	22,3	16,6	7	9	Округлая / поперечно-округлая	Высокие температуры вегетационного периода
135-2-2006	Средне-ранняя	570	26,4	20,7	7	9	Округлая / поперечно-округлая	Нематода
99-6-10	Средне-спелая	760	24,1	18,4	7	8	Округло-овальная / поперечно-округлая	Нематода, вирусы
159-1	Средне-спелая	980	25,5	19,8	7	8	Округло-овальная / поперечно-округлая	Фитофтороз листьев
23-1-2007	Средне-спелая	640	24,9	19,2	7	8	Округло-овальная / поперечно-округлая	Вирусы
118-6-2011	Средне-спелая	580	26,9	21,2	7	8	Округло-овальная / поперечно-округлая	Фитофтороз листьев
160-1	Средне-спелая	730	22,0	16,3	7	8	Округлая / поперечно-округлая	Фитофтороз листьев
38	Поздняя	600	26,6	20,9	7	9	Округлая / поперечно-округлая	Фитофтороз листьев
16/27-09	Поздняя	920	26,9	21,2	7	9	Удлиненно-овальная / поперечно-округлая	Фитофтороз листьев
Сорт Наяда (St)	Средне-спелая	760	25,4	19,7	9	5	Округло-овальная / поперечно-округлая	Нематода
Сорт Петербургский (St)	Средне-спелая	900	21,2	15,5	7	н/д	Округлая / поперечно-округлая	н/д

оцененных по данному признаку, выявлена округло-овальная и округлая форма клубней (57 из 63). Гибриды 27, 118-5-20011 и 16/27-09 имеют удлиненно-овальную, а 40-2000, 15/13-09 и 15/13-09 – овальную форму клубня. Поперечно-округлую форму имеют большинство (60 из 63) изученных образцов. У гибридов 97-162-5, 23-3-2007 и 135-5-2005 форма клубней уплощенная.

Сравнительное изучение гибридов картофеля из коллекции ВИР по технологическим, биохимическим и морфологическим свойствам показало, что наилучшим сочетанием ценных признаков характеризуются 10 образцов (табл. 2). Гибриды разных сроков созревания по продуктивности превышают (клон 122-29), близки (клоны 99-6-10, 159-1 и 16/27-09) или немного уступают сортам-стандартам Наяда и Петербургский. По содержанию сухого вещества и крахмала некоторые гибриды (135-2-2006, 118-6-2011, 38 и 16/27-09) также превосходят сорта-стандарты. По вкусовым качествам гибридные клоны не уступают сорту Петербургский, а по изменению окраски мякоти превосходят сорт Наяда.

Полученные результаты указывают, что гибридные клоны, рекомендованные для селекции на устойчивость к опасным патогенам картофеля – фитофторозу, вирусам, золотистой нематоды или устойчивые к действию повышенных температур, имеют высокие потребительские качества. Выделенный селекционный материал пригоден для использования в создании сортов разного назначения – как столовых, так и для переработки на картофелепродукты. Различия в сроках созревания клонов картофеля из коллекции ВИР позволяют вовлекать их в гибридизацию с широким перечнем сортов, в разных комбинациях скрещивания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Межвидовая гибридизация с использованием генофонда диких и культурных родичей картофеля позволяет создавать генетически различные формы, обладающие комплексом ценных для селекции признаков. Гибридные клоны в коллекции ВИР имеют высокие потребительские качества в сочетании с устойчивостью к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам.

Список литературы

1. Симаков, Е.А. Перспективы селекции картофеля для переработки и производства продуктов питания / Е.А. Симаков // Картофелеводство: сб. / ВНИИКХ. – М., 2006. – № 1. – С. 13–16.
2. Рогозина, Е.В. Южноамериканские дикорастущие виды картофеля: особенности онтогенеза и перспективы использования в селекции / Е.В. Рогозина // Сельскохозяйственная биология. – 2005. – № 5. – С. 33–41.
3. Рогозина, Е.В. Дикие клубненозные виды рода *Solanum* L. и перспективы их использования в селекции картофеля на устойчивость к патогенам: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.05 / Е.В. Рогозина; ВИР. – СПб., 2012. – 42 с.
4. Рогозина, Е.В. Исходный материал для селекции сортов картофеля с групповой устойчивостью к патогенам / Е.В. Рогозина, Л.А. Лиманцева, А.В. Хютти // Вестн. защиты растений. – 2008. – № 4. – С. 62–64.

5. Late blight resistance of *Solanum* species and potato hybrids: the evidence from coupled phytopathological and molecular study / E.V. Rogozina [et al.] // PPO-Special Report, 15. – 2011. – P. 49–54.

6. Жарова, В.А. Использование исходного материала ВИР в селекции картофеля / В.А. Жарова, Н.П. Склярова, Г.Л. Белов // Картофелеводство: сб. / ВНИИКХ. – М., 2011. – С. 81–86.

7. Козлов, В.А. Созданные в ВИР межвидовые гибриды картофеля – источники ценных признаков для селекции картофеля в Белоруссии / В.А. Козлов, Е.В. Рогозина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / ВИР. – СПб., 2014. – Т. 175. – Вып. 2. – С. 62–74.

8. Изучение технологических свойств картофеля: метод. указания / сост. В.И. Шинкарев; под ред. В.И. Комарова / ВНИИР им. Н.И. Вавилова (ВИР), 1988. – 134 с.

9. Физиология картофеля / П.И. Альсмик [и др.]. – М.: Колос, 1979. – 272 с.

Поступила в редакцию 14.11.2016 г.

N.A. CHALAYA, E.V. ROGOZINA

CHARACTERISTICS OF POTATOES INTERSPECIFIC HYBRID CLONES FROM VIR COLLECTION ON TECHNOLOGICAL TUBERS PROPERTIES

SUMMARY

The breeding material of potatoes hybrid clones from the VIR collection was evaluated on technological, biochemical and morphological tubers properties. Most part of hybrid clones produce tubers with round-oval shape and high consumer qualities: good taste, high starch content, non-darkening flesh. Most hybrid clones combine high consumer qualities with resistance to abiotic and biotic stressors.

Key words: potatoes, hybrid clones, processing quality, taste, starch content, raw darkening, tubers form.

РАЗДЕЛ 3

ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:632

И.И. Бусько, Д.Д. Фицуро, В.Н. Назаров, И.В. Леванцевич

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

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ НА КАРТОФЕЛЕ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

Описаны наиболее распространенные болезни, вредители и сорняки картофеля во время вегетации и хранения на территории Республики Беларусь. Показаны оптимальные условия, при которых происходит заражение патогенами и их эпифитотийное развитие. Обозначены меры борьбы с целью максимально возможного снижения вредоносности и получения качественных клубней нового урожая.

Ключевые слова: картофель, сорные растения, патогены, вредители, болезни, пестициды.

ВВЕДЕНИЕ

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 и его качество не всегда отвечает современным требованиям [2, 5].

Высокие потери урожая от болезней объясняются биологическими особенностями самого растения-хозяина и степенью приспособленности к нему возбудителей болезней, которые на картофеле развиваются в течение круглого года: от посадки в поле до закладки на хранение и затем во время хранения. Больные клубни, попадая из хранилища в поле, как правило, становятся источником распространения многих заболеваний, а поражение ботвы во время вегетации – одна из причин загнивания клубней при хранении [2].

Большое значение в нарастании вредоносности ряда заболеваний играют опережающие изменения, происходящие в биологии самих возбудителей, связанные с повышением их пластичности, адаптивности и патогенных свойств [4].

Наиболее распространенными и вредоносными заболеваниями картофеля являются: фитофтороз, мокрые и сухие гнили, ранняя сухая пятнистость,

различные виды парши и др. Также большой ущерб картофелю стали причинять резиновая и кольцевая гнили. Все это вызвало необходимость пересмотра существующих взглядов на стратегию защиты картофеля от ряда грибных и бактериальных патогенов.

Из грибных заболеваний наибольший вред картофелеводству причиняют фитофтороз в умеренно теплые и влажные годы и альтернариоз в жаркие периоды вегетации растений картофеля.

Очаги этих заболеваний в последние годы появляются в более ранние сроки – в конце мая – начале июня (частный сектор), что в определенной мере связано и с потеплением климата [1, 4].

Неудачи в борьбе с фитофторозом обусловлены, прежде всего, опережающими изменениями, происходящими в биологии возбудителя болезни, его высокой адаптивностью и пластичностью, усилением патогенных свойств. Фитофтороз в настоящее время поражает картофель на протяжении всей вегетации, начиная со времени появления всходов и до естественного отмирания.

Начальные симптомы появляются на верхних листьях и стеблях и только затем – на средних и нижних. На многих широко распространенных сортах поражение верхушек и стеблей приобрело массовый характер, фитофтороз от этого стал еще более вредоносным.

Имеющиеся сведения о том, что стебли поражает особая форма гриба, экспериментально не доказаны. Установлено, что на всех зараженных органах картофельного растения паразитирует один и тот же грибок – *Ph. Infestans*. Не выявлено приуроченности каких-либо рас патогена и типов совместимости к поражению стеблей, листьев и клубней [4].

В настоящее время в республике повышается вредоносность альтернариоза. Так, в годы эпифитотии этого заболевания (таким был 2015 г.) ботва всех районированных сортов была поражена более чем на 40 %, а урожайность клубней снизилась на 30–35 %. Особенно сильно страдали среднеспелые и среднепоздние сорта.

Серьезную угрозу семеноводству картофеля в республике представляет ризоктониоз (*Rhizoktonia solani* Kuhn). Отсутствие устойчивых к этому заболеванию сортов приводит к тому, что еще до появления всходов гибнет около 50 % ростков. «Белая ножка» во время вегетации обнаруживается почти на всех растениях, а склероции – на большинстве клубней.

Среди гнилей картофеля во время хранения (фузариоз, фомоз, сухие и мокрые бактериальные гнили) на первое место по вредоносности вышла резиновая гниль, вызываемая грибом *Geotrichum candidum* Linkh Pres Garm. Заболевание в Беларуси впервые было отмечено в 1986 г. В настоящее время болезнь получила широкое распространение. В отдельные годы, благоприятные для развития патогена, в некоторых партиях картофеля выявляется от 6 до 8 % клубней с признаками резиновой гнили [4, 6].

Клубни заражаются в почве, и заболевание развивается относительно быстро. Основными факторами, благоприятствующими заражению клубней

и дальнейшему развитию болезни в полевых условиях, являются теплая погода с частыми дождями в конце вегетации картофеля, применение гербицидов, приводящих к переуплотнению и ухудшению аэрации почвы, высокие дозы азотных удобрений. Относительно высокая влажность и повышенная температура в период хранения приводит к перезаражению клубней в буртах и хранилищах. Инфекция сохраняется в почве и больных клубнях. Высокие температуры воздуха и почвы (+25–35 °С) во время вегетационного периода привели к тому, что в Беларуси почти ежегодно наблюдается эпифитотийное развитие парши обыкновенной. Отсутствие эффективных против болезни средств защиты и устойчивых сортов привело к снижению качества семенного и продовольственного картофеля, его конкурентоспособности как на внешнем, так и на внутреннем рынке [2, 4].

В настоящее время все больше внимания уделяется такому заболеванию, как парша серебристая. Актуальность данная болезнь приобрела в связи с реализацией мытых клубней в прозрачных упаковках, когда признаки ее становятся особенно заметными. Кроме того, парша серебристая оказывает отрицательное влияние на качество продукции при переработке картофеля. Распространенность болезни и степень ее развития находятся в прямой зависимости от температуры воздуха, количества осадков, гранулометрического состава почвы. Высокая температура и чередование сухих и влажных периодов во время вегетации, нарушение режимов хранения картофеля способствуют заражению клубней возбудителем заболевания [4, 5].

Получению высоких урожаев картофеля в значительной мере препятствуют вредители. Наиболее опасным фитофагом является колорадский жук. Потери урожая в зависимости от численности насекомого колеблются от 8 до 80 %. Основной вред растениям причиняют личинки 3–4-го возрастов первой генерации [4].

Недобор урожая от засоренности может достигать 50 % и более. В последнее время ущерб, наносимый сорняками, постоянно увеличивается. Объясняется это тем, что в отдельных хозяйствах отсутствуют средства на приобретение гербицидов. Кроме того, для междурядной обработки почвы используются упрощенные культиваторы, оборудованные только окучивающими корпусами, что еще больше снизило результативность механического способа борьбы с сорняками. Отрицательно сказываются на ситуации поздние сроки проведения яблечевой вспашки, отказ от полупаровой обработки почвы. Наиболее распространенными и вредоносными сорняками являются: марь белая, пикульник, просо куриное, пырей ползучий, звездчатка, осот желтый и полевой, мокрица, полынь обыкновенная, хвощ, торица, редька дикая, щетинник сизый, галинзога мелкоцветковая и др. При отсутствии эффективных мер борьбы сорняки угнетают растения картофеля, затрудняют уборку, ухудшают качество клубней [7].

Из этого следует, что совершенствование комплекса защитных мероприятий картофеля от вредных объектов с учетом новых тенденций в области защиты растений приобретает особую значимость и актуальность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом исследований являлись самые распространенные и вредоносные болезни, вредители и сорняки на территории Республики Беларусь. Исследования проводились на опытном поле отдела иммунитета и защиты картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Анализировались наиболее эффективные защитные мероприятия картофеля от комплекса вредных объектов по данным литературных источников и собственных исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пути снижения вредоносности болезней, вредителей и сорняков на картофеле. Исходя из сложившейся ситуации, для защиты картофеля от болезней, вредителей и сорняков в Беларуси рекомендуются мероприятия.

Использование высококачественного семенного материала сортов, включенных в Государственный реестр.

Тщательный клубневой анализ всех партий семенного картофеля за 2–3 недели до посадки. При обнаружении очагов резиновой гнили такие партии не используются на семена.

Химическое протравливание семенного материала. Использование данного приема допустимо, если картофель перебран, клубни сухие, без признаков заболеваний (табл. 1) [3].

Обязательное применение гербицидов (табл. 2) [3].

Применение для защиты картофеля от колорадского жука инсектицидов. При определении необходимости применения препаратов следует учитывать экономический порог вредоносности. В условиях Беларуси первое опрыскивание посадок рекомендуется проводить при заселении личинками 1–2-го возраста 10 % растений с их численностью 20 особей и более на одном растении. При меньшей заселенности растений колорадским жуком первоначально можно ограничиться краевыми обработками экологически безопасными биологическими препаратами (табл. 3) [1, 4].

Высокой эффективностью в борьбе против колорадского жука характеризуются химические препараты с новым механизмом действия (Актара, Моспилан, Регент, Конфидор или их аналоги). Пиретроиды рекомендуются применять с максимальной разрешенной нормой расхода, так как в республике выявлены случаи резистентности к данным препаратам. С целью предотвращения возникновения устойчивости вредителя к инсектицидам следует чередовать препараты с разным механизмом действия (табл. 4) [3, 4].

Глубокое окучивание картофеля накануне смыкания ботвы (клубни на глубине 10–12 см поражаются фитофторой меньше, чем на глубине 3–5 см).

Проведение фитопроцесток на семеноводческих посевах (не менее 3). Начиная с появления полных всходов и заканчивая в фазе полного цветения с обязательным удалением с поля больных растений, клубней и сортовых примесей.

Таблица 1 – Препараты для предпосадочной обработки клубней картофеля, разрешенные в Беларуси, 2015 г.

Препарат	Норма расхода, л/г	Вредный организм
Эместо Квантум, КС	0,3–0,35 (10)	Колорадский жук, тли, проволочники, парша обыкновенная, ризоктониоз, серебристая парша
Селест Топ, КС	0,3–0,4 (10)	Тли, колорадский жук, проволочники, ризоктониоз
Пикус, КС	0,15–0,3 (10)	Колорадский жук, тли, проволочники
Агровиталь, КС	0,2–0,4 (10)	Колорадский жук, тли, проволочники
Командор, ВРК	0,5–0,7 (15)	Колорадский жук, тли, проволочники
Табу, ВСК	0,3–0,4 (10)	Проволочники
Круйзер, СК	0,14–0,22 (10)	Колорадский жук, тли, проволочники
Нуприд 600, КС	0,15–0,3 (10)	Колорадский жук, тли, проволочники
Престиж, КС	0,7–1,0 (10)	Тли, колорадский жук, проволочники, ризоктониоз
Акиба, ВСК	0,3 (10)	Колорадский жук, тли, проволочники
Имидор Про, КС	0,5–0,7 (15)	Колорадский жук, тли, проволочники
Койот, КС	0,15–0,25 (10)	Колорадский жук, тли, проволочники
Имидалит, ТПС	0,3–0,4 (10)	Колорадский жук, тли, проволочники
Фунгицид-П, 20 % в. р.	0,1 (10)	Ризоктониоз
Максим, КС	0,2 (10)	Сухая фузариозная гниль, антракноз, фомоз, альтернариоз, мокрая гниль, парша серебристая, черная ножка, раневая водянистая гниль, ризоктониоз (обработка клубней перед закладкой на хранение)
Максим, КС	0,4 (10)	Фузариоз, антракноз, фомоз, альтернариоз, мокрая гниль, парша серебристая, черная ножка, ризоктониоз (обработка клубней перед посадкой)

Строгое соблюдение сроков опрыскивания картофеля фунгицидами против фитофтороза и альтернариоза. Проведение первой (профилактической) обработки производственных и семенных посевов до появления болезней при смыкании ботвы в рядках (высота растений 15–20 см); второй – через 7–8 дней. Расход рабочей жидкости – 200 л/га. Последующие опрыскивания производственных посевов проводить по краткосрочному прогнозу и повторять в сухую погоду через 7–8 дней, в дождливую (при выпадении осадков 10 мм и более) – через 4–5 дней; семенных – через каждые 7–8 дней в сухую погоду или через 4–5 дней в дождливую независимо от прогноза вплоть до уничтожения ботвы перед уборкой. Расход рабочей жидкости – 400–600 л/га. В годы депрессивного развития болезней проведение 1–2-х обработок; при умеренном проявлении – 3–4-х, в годы эпифитотий – 5-ти и более. Для профилактических обработок целесообразно использовать комбинированные (контактные + системные) препараты (табл. 5) [3, 4].

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Препараты для борьбы с сорной растительностью на картофеле, 2015 г.

Вид сорняков	Способ обработки	Препарат, норма расхода л/га, кг/га
До всходов картофеля		
Однолетние и многолетние злаковые (куриное просо, пырей ползучий)	Опрыскивание растений в фазе 2–5 листьев у сорняков и при высоте пырея 10–15 см	Шедоу Экстра, КЭ 0,4–1 + 1,2–3 ПАВ; Шогун, КЭ 100 1,3–1,5; Тарга супер, КЭ 1–2; Агросан, КЭ 2
Однолетние двудольные сорняки, чувствительные к 2М-4Х (василек синий, ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка, сурепка и др.)	Опрыскивание посадок до всходов культуры (по вегетирующим сорнякам)	Агритокс, в. к. 0,9–1,7; Агроксон, ВР 0,6–1,1; Гербитокс, ВРК 0,9–1,7; Дикопур М, в. р. 0,75–1,5; Метафен, ВРК 0,75–1; Хвастокс Экстра, ВР 4
Многолетние злаковые и двудольные (пырей ползучий, осот полевой, полынь в начале вегетации и др.)	Опрыскивание вегетирующих сорняков до всходов картофеля	Гроза, ВР 2–4; Доминатор, ВР 1,5–2; Клиник, ВР 1,5–2; Радуга, ВР 1,5–2; Глифос Премиум, ВР 1,6–2,4; Раундап Макс, ВР 1,6–2,4; Раундап Плюс, ВР 3–4; Ураган форте, ВР 1,5–2; Торнадо, ВР 1,5–2; Фрейсорн, ВР 1,5–2; Буран Супер, ВР 1–1,3; Агрошит Профи, ВР 1–1,3; Раундап Экстра, ВР 1–1,8; Спрут Экстра, ВР 1–1,3; Буран Супер, ВР 1–1,3
Однолетние двудольные	Опрыскивание почвы до всходов картофеля	Зенкор Ультра, КС 0,9–1,2; Зенкор, ВДГ 0,75–1; Лазурит, СП 0,75–1; Магнат, ВДГ 0,95; Мистрал, ВДГ 0,75–1; Молбузин, ВДГ 0,75–1; Прометрекс ФЛО, КС 3–4; Аркадэ, КЭ 4–5; Экстракорн, СЭ 3–3,5; Гезагард, КС-3–1,5; Пиларунд, 1,5–2; Рейсер, КЭ 2–3; Стомп 33 %, КЭ 5
	Двукратно: первое – до всходов; второе – после всходов, при высоте картофеля до 5 см	Зонтран, ККР 1,1–1,4; Лазурит Супер КНЭ 1,35; Мистрал, ВДГ 0,75
После всходов картофеля		
Однолетние злаковые	Опрыскивание растений в фазе 2–6 листьев у сорняка	Зеллек Супер, КЭ 0,5; Арамо 45, к. э. 1,5–2; Тайфун, КЭ 1; Миура, КЭ 0,4–1,0; Таргет Супер, КЭ 0,9–2 л/га; Фюзилад Форте, КЭ 0,75–2
Однолетние и многолетние злаковые и двудольные	При высоте картофеля 5–25 см, в фазе 2–4 листьев двудольных сорняков и высоте пырея 10–15 см	Кассиус, ВРП-50 50 г/га + 200 мл/га ПАВ Сателит Ж; Гримс, ВДГ 50 г/га + 200 мл/га ПАВ Альф Ж; Манс, СТС 50 г/га + 200 мл/га ПАВ Бит 90; Титус, 25 % СТС 50 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд; Сатир, ВДГ 45–55 г/га; Эскудо, ВДГ 25 г/га + 200 мл/га ПАВ Адыо Ж
Многолетние злаковые	При высоте пырея 10–15 см	Миура, КЭ 0,8–1,6

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Биологические препараты для защиты картофеля от вредителей

Препарат	Норма расхода
Бацитурин, пс.	3 кг/га
Битоксибациллин, П, ТАБ	2–5 кг/га
Лепидоцид П, ТАБ	0,7 кг/га
НимАцаль-Т/С, КЭ	2,5 кг/га
Фитоверм 0,2 % к. э.	0,3–0,4 л/га
Боверин зерновой-БЛ	4 кг/га
Melobass	3 кг/га

Таблица 4 – Химические препараты для защиты картофеля от вредителей

Препарат	Норма расхода
Агролан, РП, Актара, ВДГ	0,06–0,08 кг/га
Актеллик, КЭ	1,5 л/га
Арриво, 25 % к. э.	0,1–0,16 л/га
Альверде, КС	0,25 л/га
Бульдок, КЭ	0,15 л/га
Борей, СК	0,06–0,1 л/га
Вантекс 60, МКС	0,04–0,07 л/га
Велес, КС	0,2–0,3 кг/га
Вирий, КС	0,2–0,3 кг/га
Данадим, эксперт г/л к. э.	1,5–2,0 л/га
Децис-профи, ВДГ	0,03 л/га
Золон, КЭ	1,5–2,0 л/га
Имидор, ВРК	0,1 л/га
Кайзо, ВГ	0,1–0,15 кг/га
Каратэ Зеон, МКС	0,1–0,15 л/га
Кинмикс, 5 % к. э.	0,15–2,0 л/га
Командор, ВРК	0,1 л/га
Конкорд, ВРК	0,1–0,2 л/га
Конфидор Экстра, ВДГ	0,03–0,04 л/га
Кораген, к. с.	0,04–0,06 л/га
Моспилан, 20 % р. п.	0,06 кг/га
Регент, ВДГ	0,02–0,025 кг/га
Рексфлор, РП	0,06 кг/га
Суми-альфа, 5 % к. э.	0,15 л/га
Сэмпай, КЭ	0,15–0,20 л/га
Танрек, ВРК	0,1–0,2 л/га
Тарзан, ВЭ	0,07 л/га
Фаскорд, КЭ	0,07–0,10 л/га
Фастак, 10 % к. э.	0,05–0,1 л/га
Фьюри, 100 г/л в. э.	0,07 л/га
Цитрин, 500 КЭ	0,05–0,08 л/га
Шарпей, МЭ	0,10–0,16 л/га
Цунами, КЭ	0,07–0,1 л/га

Таблица 5 – Препараты для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза, 2015 г.

Препарат	Норма расхода
Локально-системного действия	
Акробат МЦ, ВДГ	2 кг/га
Инфинито, КС	1,2–1,6 л/га
Консенто, КС	1,5–2 л/га
Сектин Феномен, ВДГ	1,0–1,25 кг/га
Ордан, СП	2,5–3,0 кг/га
Танос, 50 % ВДГ	0,6 кг/га
Контактно-системного действия	
Ридомил голд, ВДГ, метаксил МЦ, СП, Метамил, МЦ, СП, Синекура, с. т. с.	2,5 кг/га
Орвего, КС	0,8 л/га
Контактного действия	
Абига-Пик, ВС	2,9–3,8 кг/га
Азофос, 65 % п. с.	4–6 л/га
Азофос модифицированный, 50 % к. с.	
Ширлан, 50 %, КС	0,3–0,4 л/га
Зуммер, КС	
Дитан Нео Тек 75, ВДГ	1,2–1,6 кг/га
Купросат, 34,5 % к. с.	5 кг/га
Полиазофос (марка ПКС-2), 63 % п. с.	4–7 кг/га
Полирам ДФ, 700 кг/га в. д. г.	2,0 кг/га
Трайдекс (Пеннкоцеб), ВДГ	1,2–1,6 кг/га
Контактного действия только против фитофтороза	
Азофос, 50 % к. с.	6–7 л/га
Браво, СК	2,2–3,0 л/га
Пеннкоцеб (Трайдекс), 80 % с. п.	1,2–1,6 кг/га

Контактные фунгициды (Дитан, Браво, Пеннкоцеб и др.) защищают лист до тех пор, пока препарат держится на его поверхности и контактирует с ним. Контактно-системные фунгициды (Акробат, Ридомил Голд и др.) быстро поглощаются растением, разносятся по всем тканям и защищают его изнутри, в том числе вновь формирующиеся листья и побеги (см. табл. 5). Для поглощения фунгицида растением важно, чтобы он продержался на листьях не менее 1–1,5 часа [1, 3].

Выбор фунгицида для последующих обработок определяется видом доминирующей болезни (фитофтороз, альтернариоз) и уровнем резистентности возбудителя фитофтороза к конкретному фунгициду. В том случае, если преобладающим заболеванием является альтернариоз, а количество резистентных форм в популяции фитофторы превышает 30 %, должны использоваться только контактные фунгициды. В годы, когда фитофтороз будет представлен только чувствительными формами или же количество резистентных изолятов будет превышать 30 %, на протяжении всей вегетации можно применять комбинированные препараты [1, 3].

Уничтожение ботвы на производственных и семеноводческих посевах не позднее чем через 7–8 дней после последней обработки фунгицидами.

Рыхление междурядий на уплотненных почвах после уничтожения ботвы с целью предупреждения удушения клубней и поражения их ризиновой гнилью [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение комплекса защитных мероприятий в картофелеводстве республики дает возможность существенно снизить развитие и численность вредных объектов (болезней, вредителей и сорняков) на картофеле и дополнительно сохранить до 10–15 т/га высококачественной продукции.

Список литературы

1. Банадысев, С.А. Технология возделывания продовольственного картофеля с урожайностью 400–500 ц/га: аналит. обзор / С.А. Банадысев, И.И. Бусько, И.И. Колядко. – Минск, 2001. – 42 с.
2. Дорожкин, Н.А. Болезни картофеля / Н.А. Дорожкин, С.И. Бельская. – Минск: Наука и техника, 1979. – 248 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. – Минск: Промкомплекс, 2014. – 627 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. Программа развития картофелеводства на 2006–2010 годы. – Минск, 2006. – 102 с.
6. Современные технологии хранения картофеля / К.А. Пшеченков [и др.]; под общ. ред. К.А. Пшеченкова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 56 с.
7. 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 24.11.2016 г.

I.I. BUSKO, D.D. FITSURO, V.N. NAZAROV, I.V. LEVANTSEVICH

PHYTOPATHOLOGICAL POTATOES SITUATION AND ITS SOLUTION WAYS

SUMMARY

The most widespread diseases, blasts and weeds of potatoes are described during vegetation and storage on the territory of the Republic of Belarus. Optimum conditions under which there is infection with pathogens and their epiphytoty development are shown. Measures of fight against the purpose of the greatest possible decrease in injuriousness and receiving qualitative tubers of new harvest are designated.

Key words: potatoes, weeds, pathogens, blasts, diseases, pesticides.

УДК 635.21:573.6:581.17:632.35

Ю.А. Варицев¹, И.В. Сафенкова², И.А. Зайцев¹, Г.П. Варицева¹

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», пос. Красково, Люберецкий район, Московская область, Россия

²Институт биохимии имени А.Н. Баха, ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Россия

E-mail: varyuriy@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ИММУНОФЕРМЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ЧЕРНОЙ НОЖКИ КАРТОФЕЛЯ (*PECTOBACTERIUM ATROSEPTICUM*)

РЕЗЮМЕ

*Получены специфические антисыворотки к четырем штаммам возбудителя черной ножки картофеля, относящихся к виду *Pectobacterium atrosepticum* – Pa393, Pa18077, Pa204-3 и Pa201-4. Показаны высокая иммунологическая активность и специфичность к *Pectobacterium atrosepticum* для антисывороток, полученных на основе штаммов Pa393 и Pa18077. На основе этих антисывороток приготовлены специфические части иммуноферментных диагностических тест-систем, позволяющие определять целевые бактерии с чувствительностью порядка $2 \cdot 10^4$ – 10^5 кл/мл и не реагирующие с близкородственными бактериями родов *Pectobacterium* и *Dickeya*, а также с другими фитопатогенными бактериями. Показан высокий уровень совпадения результатов при сравнительном испытании разработанных иммуноферментных диагностических тест-систем как с результатами полимеразной цепной реакции на основе праймеров *Eca 1f/2r*, так и коммерческим аналогом фирмы *Loewe Biochemica* (Германия).*

Ключевые слова: картофель, семеноводство картофеля, черная ножка картофеля, *Pectobacterium atrosepticum*, антисыворотка, антитело, иммунизация, иммуноферментный анализ, Россия.

ВВЕДЕНИЕ

Черная ножка – одна из самых вредоносных бактериальных болезней картофеля. Общий ущерб урожая от этого бактериоза включает выпадения в результате гибели больных семенных клубней, всходов, снижения продуктивности пораженных растений, потерь при хранении, снижения товарности, качества и семенных кондиций урожая.

Болезнь распространена практически во всех странах, где возделывается картофель [12]. По литературным данным, в России, так же как на всей территории

бывшего СССР, черная ножка была отмечена практически повсеместно, при этом наибольший ущерб она наносила в годы с прохладным летом и избыточным количеством осадков [2, 3].

Основными видами бактерий, вызывающих черную ножку и сопутствующую ей мокрую гниль, являются фитопатогенные бактерии рода *Pectobacterium* (*Erwinia*). Наиболее часто болезнь вызывают такие виды, как *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* и различные виды *Dickeya*, ранее принадлежащие к роду *Erwinia* (*E. carotovora* subsp. *atroseptica*, *E. carotovora* subsp. *carotovora* и *E. chrysanthemi* соответственно) [9, 12]. Это пектолитические, граммотрицательные, факультативно анаэробные, неспорообразующие, подвижные, прямые палочки с перитрихальным расположением жгутиков [7, 15]. Они принадлежат к группе *Protobacteriaceae*, относятся к семейству *Enterobacteriaceae* и характеризуются тем, что продуцируют различные экзоферменты, разрушающие клеточную стенку, позволяющие им проникать в ткани, за счет которых они питаются, и мацерировать их [6–8, 10, 11, 14]. Эти ферменты являются факторами вирулентности данных бактерий [4]. Благодаря их высокой активности, возбудители черной ножки на ранних этапах развития болезни поражают паренхимные ткани, вызывая их загнивание. Быстрое развитие инфекционного процесса обусловлено в значительной мере закупоркой сосудов, приводящей к нарушению транспирации и передвижения пластических веществ, а также общим воздействием на растение выделяемых бактериями токсинов.

Фитопатогенные бактерии вида *Pectobacterium atrosepticum* (Pa) специализируются главным образом на картофеле в регионах с умеренным климатом, в отличие от *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc) и *Dickeya* spp. (Dch), поражающих широкий спектр растений-хозяев по всему миру.

Возбудители черной ножки могут локализоваться в стеблях и клубнях картофеля в скрытой (латентной) форме в течение длительного времени без патологических изменений тканей [3]. Очевидно, что бактериальные фитопатогены перемещаются как из страны в страну, так и от региона к региону с посадочным материалом. Поэтому большое значение для борьбы с данными заболеваниями имеет комплексное тестирование на явную и скрытую зараженность семенного материала картофеля. Достоверная диагностика является важнейшим условием для предотвращения развития заболевания. Наиболее перспективным для внедрения в производство является использование комплекса современных серологических и молекулярных методов, таких как иммуноферментный анализ (ИФА), иммунохроматография и полимеразная цепная реакция (ПЦР).

Целью данного исследования являлось получение высокоактивных антисывороток, позволяющих эффективно выявлять основные серогруппы *P. atrosepticum*, распространенных в европейской части Российской Федерации, и разработка на их основе тест-систем ИФА. Исследование включает в себя характеристику исследуемых специфических частей тест-систем, анализ

различных штаммов Pa, близкородственных и неродственных видов фитопатогенных бактерий, образцов зараженных и здоровых растений, а также сравнение этих результатов с результатами, полученными с помощью альтернативных методов анализа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Реагенты. В работе использовали: конъюгат ослиных иммуноглобулинов против IgG кролика с пероксидазой хрена (Медгамал, Россия), обезжиренное молоко (AppliChem, Германия), трис(гидрокси-метил)аминометан (Трис), Твин-20, лимонную кислоту, уксусную кислоту, соляную кислоту, перекись водорода, глицин, азид натрия, бычий сывороточный альбумин (БСА), глицерин, белок А-Сефарозу CL-4В (Sigma, США), агарозу, пероксидазу хрена, бромистый этидий, динатриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, бромфенолсиний, ксиленианол, цитрат натрия, ацетат натрия, хлорид натрия (ДиаЭМ, Россия), сахарозу, азид натрия, карбонат натрия, гидрокарбонат натрия, дигидрофосфат натрия, сульфат аммония, дигидрофосфат калия, гидроксид калия, этанол (Химмед, Россия). Все соли, кислоты, щелочи и органические растворители были аналитической или химической чистоты.

Для проведения ИФА использовали 96-луночные прозрачные полистироловые микропланшеты Greiner Bio 1 HB (Grainer, Германия) и ООО «Медполимер», Россия. Оптическую плотность продукта реакции определяли с помощью многофункционального микропланшетного детектора ZENYTH 3100 (Anthos Labtec Instruments, Австрия).

Штаммы бактерий. Использовали штаммы *Pectobacterium atrosepticum* (Pa393, Pa204-3, Pa201-4) и *Dickeya dianthicola* (D9, D17, D33) из коллекции фитопатогенных бактерий Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии, *Pectobacterium atrosepticum* (Pa18077), *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc30168) и *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Cms204, Cms M1, Cms M2) из коллекции лаборатории бактериологии и молекулярных методов испытательного экспертного центра ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений».

Получение кроличьих антисывороток. Для иммунизации бактерии высевали на среду YDC и выращивали в течение 48 часов при 25–27 °С. Бактерии смывали с газона стерильным фосфатно-солевым буфером (PBS; 50 mM однозамещенный фосфат калия – двузамещенный фосфат натрия, 0,14 M NaCl, pH 7,4), трехкратно суспендировали и осаждали центрифугированием 8000 об/мин в течение 20 мин и после суспендирования в том же буфере использовали для иммунизации.

Концентрацию бактериальных клеток измеряли на спектрофотометре Libra S80 (Biochrom, Великобритания) при длине волны 600 нм, используя коэффициент $A_{600} = 0,1$, соответствующий концентрации $2 \cdot 10^8$ клеток/мл [5].

Иммунизацию кроликов породы Советская Шиншилла (возраст 4–5 месяцев) проводили по схеме, включающей шесть инъекций через недельные

интервалы (1-я и 6-я – подкожные, остальные – внутримышечные; 1-я – с полным адьювантом Фрейнда, остальные – с неполным). Общая доза за цикл иммунизации составила около $5 \cdot 10^9$ бактериальных клеток на животное. Кровь отбирали на 7–12 день после последней инъекции.

Специфические титры определяли, используя штаммы *P. atrosepticum* (Pa393, Pa18077, Pa204-3, Pa201-4), *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc) (Pcc30168) и *D. dianthicola* (Dch D9) в непрямом варианте ИФА (I-ELISA) [1].

Определение неспецифических титров проводили, используя сок листьев здоровых растений картофеля, разведенный PBS в соотношении 1 : 10, вместо бактериальных клеток.

Иммуноглобулины выделяли из нативной антисыворотки с использованием аффинной хроматографии на Белок А – Сефарозе CL-4B согласно инструкции производителя.

Получение конъюгатов антител с пероксидазой. Получение конъюгатов иммуноглобулинов с пероксидазой хрена проводили методом периодатного окисления [1].

Получение экстрактов. Клубни и листья картофеля использовали для получения анализируемых экстрактов. Со столонной части клубня картофеля чистым и дезинфицированным скальпелем или ножом для резки овощей удаляли кожуру таким образом, чтобы стала видна сосудистая ткань. Вырезали конические фрагменты (пробы) сосудистой ткани (3–5 мм в диаметре). Как правило, из каждой партии картофеля объемом до 20 т брали по 200 проб, которые помещали в коническую колбу емкостью 250 мл, заливали 40 мл автоклавированного 0,05 М фосфатного буфера, pH 7,0 и выдерживали при 5–10 °С в течение ночи. Экстракт фильтровали через бумажный фильтр (белая лента). Полученный фильтрат центрифугировали при 10 000 об/мин в течение 10 мин при 5–70 °С. Супернатант отбрасывали, а осадок суспендировали в буфере для проб и конъюгатов и использовали для анализа.

Листовые образцы растирали пестиком в фарфоровой ступке в соотношении 1 : 20 с 0,05 М фосфатным буфером pH 7,0. Экстракт фильтровали и далее все операции проводили аналогично клубневым образцам.

Проведение иммуноферментного анализа (ИФА). ИФА проводили по методике, принятой в отделе биотехнологии и иммунодиагностики ФГБНУ «ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха» для возбудителей бактериальных болезней картофеля [1].

Анализ с использованием коммерческих иммуноферментных наборов. В сравнительных исследованиях использовали иммуноферментные наборы к возбудителю черной ножки картофеля *P. atrosepticum* фирмы Loewe Biochemica (Германия), включающие планшеты Greiner Bio1 НВ и щелочную фосфатазу в качестве маркерного фермента. Анализы проводили согласно инструкции фирмы-производителя.

Полимеразная цепная реакция. Для проведения ПЦР из 200 мкл растительных экстрактов каждого образца выделяли бактериальную ДНК с

использованием набора Проба-ГС (ДНК-технология, Москва) согласно рекомендациям производителя. ПЦР проводили с праймерами Eca 1f/2r, специфичными к фрагменту хромосомальной ДНК *P. atrosepticum*, равному 690 п. н. В качестве положительного контроля использовали ДНК Pa18077, в качестве отрицательного – листья и клубни здорового картофеля [13].

ПЦР проводили в амплификаторе АТС 201 (Nux Technic, США) при следующих температурно-временных режимах: предденатурация (95 °С, 5 мин); 36 циклов, включающих денатурацию (94 °С, 30 сек), отжиг (62 °С, 45 сек) и элонгацию (72 °С, 45 сек); конечная элонгация (72 °С, 8 мин).

После окончания амплификации ампликоны разделяли в 1,5 % агарозном геле с бромистым этидием в 0,5-кратном ТБЕ-буфере, результаты документировали с помощью системы BioDocIt (UVP, Великобритания).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характеристика антисывороток. Полученные результаты показали, что титры антисывороток к одноименным штаммам достаточно высоки и достигают значения $1 : 10^6$ при низких значениях неспецифических и гетерологичных титров, не превышающих соответственно $1 : 4000$ и $1 : 16\,000$ (табл. 1). Гомологичные титры антисывороток к родственным штаммам Pa отличались в 2–8 раз, что подтверждает наличие иммунологически родственных серотипов среди штаммов Pa [14]. Специфические титры для антисывороток к штаммам Pa393 и Pa18077 были максимальными, более чем в 200 раз превышающими неспецифические ($1 : 4000$) и более чем в 50 раз гетерологичные, что указывает на высокую специфичность полученных антисывороток.

Исходя из полученных результатов, для создания тест-систем с широкой специфичностью были выбраны антисыворотки к штаммам Pa393 и Pa18077.

Разработка иммуноферментных тест-систем. Антисыворотки к штаммам Pa393 и Pa18077 были использованы для выделения специфических иммуноглобулинов и приготовления конъюгатов антител с пероксидазой хрена.

В серии предварительных экспериментов были подобраны оптимальные концентрации антител, сорбируемых в лунках микропланшета, и антител, конъюгированных с пероксидазой хрена, которые составили 2 и 0,7 мкг/мл (в пересчете на пероксидазу) соответственно для обеих тест-систем. Предел

Таблица 1 – Обратные титры антисывороток к штаммам *P. atrosepticum* в тестах I-ELISA варианта ИФА, ($1/T \cdot 10^{-3}$)

Штамм	Антисыворотки к штаммам, специфический / неспецифический			
	Pa393	Pa18077	Pa201-4	Pa204-3
Pa393	1024/4	256	512	256
Pa18077	256	1024/4	256	512
Pa201-4	256	128	256/4	128
Pa204-3	512	128	256	512/4
Pcc30168	16	16	8	8
Dch D9	8	16	8	8

обнаружения штаммов Pa, используемых для иммунизации (Pa393, Pa1807), в соке здоровых листьев картофеля с использованием обеих иммуноферментных тест-систем ИФА составил не менее $2 \cdot 10^4$ кл/мл, а родственных (Pa204-3, Pa201-4) – не менее 10^5 кл/мл, что для данного «сэндвич» варианта ИФА является хорошим показателем (рис. 1) [13].

Испытание тест-системы ИФА Pa393 при постановке реакций с штаммами Pa, родственными (Pcc, Dch) и неродственными (Cms) фитопатогенными бактериями показало высокую специфичность тест-системы, подтверждаемую низкими величинами соотношения оптических плотностей в тестах с родственными и неродственными бактериями к отрицательному контролю (A_o/A_k), не превышающими 3,0 (табл. 2). Специфический сигнал для штаммов *P. atrosepticum* (при концентрации $2 \cdot 10^8$ кл/мл) характеризовался соотношением A_o/A_k 20,63 и более.

Таким образом, разработанная тест-система ИФА Pa393 на чистых культурах бактерий показала высокую чувствительность и специфичность. Аналогичные результаты получены при испытании тест-системы ИФА Pa18077 (данные не приведены).

Сравнительные испытания разработанных тест-систем ИФА Pa393 и Pa18077 с коммерческим набором ИФА к *P. atrosepticum* фирмы Loewe Biochemica (Германия) и результатами ПЦР на основе праймеров Eca 1f/2r на клубневом материале, полученном из разных мест Центрального региона России, показали почти полное совпадение положительных результатов (рис. 2, табл. 3). При сравнении иммунологических методов получено 100 %-е подтверждение результатов для тест-системы ИФА Pa18077 и 96,7 % – для тест-системы ИФА Pa393. Результаты, полученные методом ПЦР, показали несовпадение по трем образцам (№ 1, 8, 14) с результатами ИФА, что может объясняться как различием в чувствительности ИФА и ПЦР, так и специфичностью используемых антител и праймеров. Тем не менее чувствительность и специфичность испытанных тест-систем ИФА следует признать достаточно высокой, чтобы использовать их в практической работе.

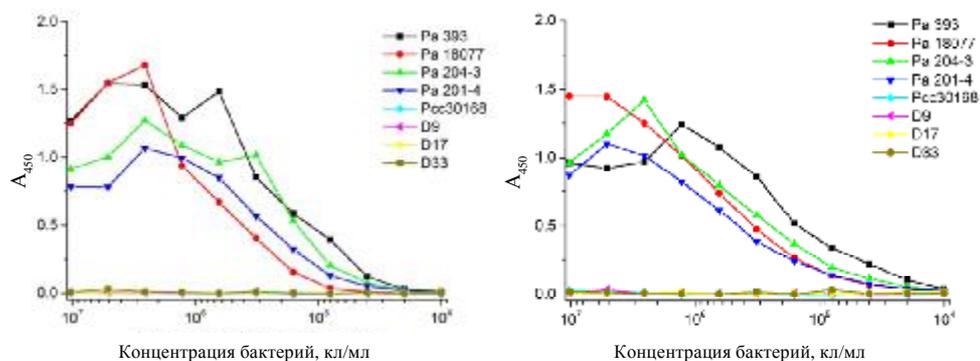


Рисунок 1 – Кривые титрования коллекционных штаммов бактерий, полученные с использованием разработанных тест-систем ИФА: А – тест-система Pa393; Б – тест-система Pa18077

Таблица 2 – Специфичность тест-системы ИФА Ра393 при тестировании коллекционных штаммов бактерий

Вид бактерии	Штамм	Оптическая плотность суспензии A_{600}	A_0	A_0/A_K	Результат
<i>P. atrosepticum</i>	Pa393	0,1	1,550	51,67	+
	Pa18077	0,1	1,249	41,63	+
	Pa201-4	0,1	0,619	20,63	+
	Pa204-3	0,1	0,713	23,77	+
<i>P. carotovorum</i> <i>ssp. carotovorum</i>	Pcc30168	0,1	0,084	2,80	+/-
<i>D. dianthicola</i>	Dch D9	0,1	0,003	0,10	-
	Dch D17	0,1	0,002	0,07	-
	Dch D33	0,1	0,024	0,80	-
<i>Clavibacter michiganensis</i> ssp. <i>sepedonicus</i>	Cms204	0,1	0,033	1,10	-
	Cms M1	0,1	0,027	0,90	-
	Cms M2	0,1	0,008	0,27	-
Контроль (-)	К-	-	0,030 (A_K)	-	-
Контроль (+)	К+	-	1,120	37,33	+

Примечание. A_0 – экстинкция в опытных образцах; A_K – экстинкция в отрицательном контроле.

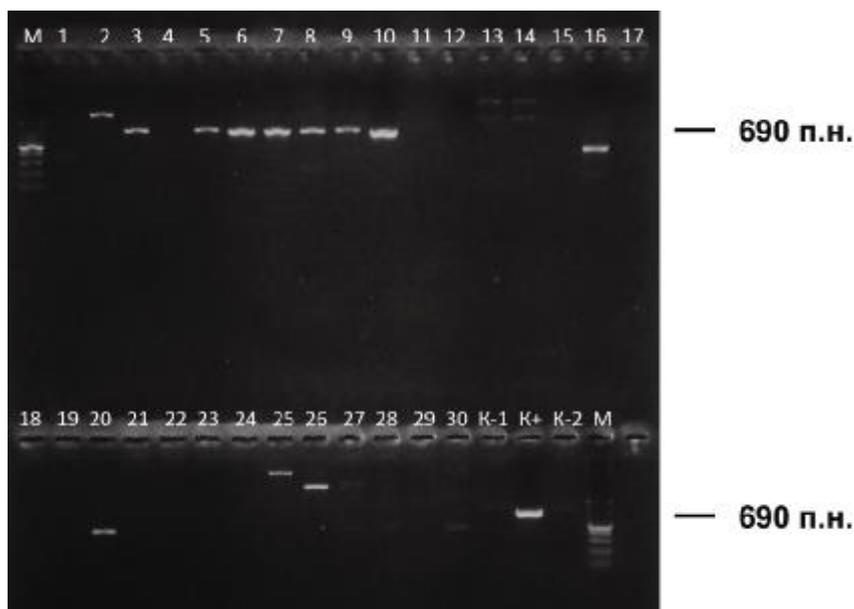


Рисунок 2 – Электрофоретический анализ ампликонов при тестировании партий семенного материала картофеля методом ПЦР с праймерами Еса 1f/2г

Примечание. M-GeneRuler™ 100-1000 п.н. 1-30 – образцы картофеля. К-1 – ДНК, выделенная из клубневого экстракта здоровых растений; К-2 – ДНК, выделенная из листового экстракта здоровых растений; К+ – тотальная ДНК штамма Pa18077.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Результаты сравнительного испытания тест-систем ИФА и ПЦР при анализе экстрактов клубней картофеля на зараженность Ра

№ образца	Сорт	Тест-система ИФА						ПЦР
		Pa393A ₄₅₀	Результат	Pa18077 A ₄₅₀	Результат	Loewe A ₄₀₅	Результат	Результат
1	Импала	0,44	+	0,34	+	0,11	+	-
2	Импала	0	-	0	-	0,01	-	-
3	Кибиц	0,60	+	0,41	+	0,83	+	+
4	Сатурна	0	-	0	-	0,01	-	-
5	Фазан	0,55	+	0,61	+	0,70	+	+
6	Бонус	0,61	+	0,69	+	1,09	+	+
7	Гермес	0,59	+	0,57	+	1,03	+	+
8	Монализа	0	-	0,07	-	0,01	-	+
9	Ред Скарлет	0,34	+	0,20	+	0,45	+	+
10	Салин	0,57	+	0,66	+	1,14	+	+
11	Агата	0	-	0	-	0,01	-	-
12	Пикассо	0	-	0	-	0,01	-	-
13	Невский	0	-	0	-	0,01	-	-
14	Импала	0,67	+	0,10	-	0,51	+	-
15	Агрива	0	-	0	-	0,01	-	-
16	Ариэль	0	-	0,15	-	0,01	-	-
17	Ариэль	0	-	0	-	0,01	-	-
18	Ароза	0	-	0	-	0,01	-	-
19	Беллароза	0	-	0	-	0,01	-	-
20	Джелли	0	-	0	-	0,01	-	-
21	Евростар	0	-	0	-	0,01	-	-
22	Жуковский ранний	0	-	0	-	0,01	-	-
23	Кураж	0	-	0	-	0,01	-	-
24	Ред Скарлет	0	-	0	-	0,01	-	-
25	Леди Клер	0	-	0	-	0,01	-	-
26	№ 3	0	-	0	-	0,01	-	-
27	Леди Клер	0,09	-	0,07	-	0,01	-	-
28	Леди Клер	0,09	-	0,10	-	0,01	-	-
29	№ 3	0,08	-	0,08	-	0,01	-	-
30	№ 3	0	-	0	-	0,01	-	-
К-	-	0	-	0	-	0,01	-	-
К+	-	0,65	+	0,62	+	2,55	+	+

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С использованием двух штаммов *P. atrosepticum* Pa393 и Pa18077 получены высокоспецифические антисыворотки, на основе которых приготовлены специфические части тест-систем ИФА, позволяющие определять целевые бактерии с чувствительностью порядка $2 \cdot 10^4$ – 10^5 кл/мл и не реагирующие с близкородственными и другими фитопатогенными бактериями. Сравнительные испытания показали высокий уровень совпадения результатов при тестировании семенного материала на зараженность *P. atrosepticum* как с результатами ПЦР на основе праймеров Eca 1f/2r, так и коммерческим аналогом фирмы Loewe Biochemica (Германия).

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (соглашение № 14-16-00149).

Список литературы

1. Методические указания по диагностике возбудителей черной ножки (*Erwinia carotovora* (Jones) Bergey et al.) и кольцевой гнили картофеля (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Spieck. Et Kotth.) Skartasson et Burk.) методами иммуноферментного анализа, иммунофлуоресцентной микроскопии и полимеразной цепной реакции / Ю.А. Варицев [и др.]. – М.: ВНИИ картофельного хозяйства, 2003. – 33 с.
2. Киру, С.Д. Источники устойчивости к *Erwinia carotovora* (Van Hall) среди образцов культурных и диких видов картофеля из коллекции ВИР / С.Д. Киру, А.М. Лазарев // Фитосанитарное оздоровление экосистем: материалы второго Всероссийского съезда по защите растений, С.-Петербург, 5–10 декабря 2005 г. / ВИЗР. – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 466–468.
3. Лазарев, А.М. Биологические особенности возбудителя черной ножки картофеля в Северо-Западной зоне РСФСР и методы его диагностики: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.М. Лазарев. – Л., 1985. – 18 с.
4. Третьякова, О.М. Пектолитическая и мацерирующая активность штаммов *Pectobacterium carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum* и *Dickeya dadantii* на тканях клубней картофеля / О.М. Третьякова, А.Н. Евтушенко // Картофелеводство. – Минск, 2010. – Т. 18. – С. 186–190.
5. Allan, E. Immunofluorescent stain procedures for detection and identification of *Erwinia carotovora* var. *atroseptica* / E. Allan, A. Kelman // Phytopathology. – 1977. – Vol. 67. – P. 1305–1312.
6. Barras, F. Extracellular enzymes and pathogenesis of soft rot *Erwinia* / F. Barras, F. Van Gijsegem, A.K. Chatterjee // Annual Review of Phytopathology. – 1994. – Vol. 32. – P. 201–34.
7. Charkowsky, A. The soft rot *Erwinia* / A. Charkowsky // In. Plant-Associated Bacteria. – 2006. – P. 423–505.
8. De Boer, S.H. PCR detection of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* associated with potato tissue / S.H. De Boer, L.J. Ward // Phytopathology. – 1995. – Vol. 85. – P. 854–858.

9. Dye, D.W. A taxonomic study of the genus *Erwinia*. II. The «*carotovora*» group / D.W. Dye // New Zealand Journal of Science. – 1969. – Vol. 12. – P. 81–97.
10. Phylogenetic position of phytopathogens within the Enterobacteriaceae / L. Hauben [et. al.] // Systematic and Applied Microbiology. – 1998. – Vol. 21. – P. 384–397.
11. Hugh, R. The taxonomic significance of fermentative versus oxidative metabolism of carbohydrates by various Gram-negative bacteria / R. Hugh, E. Leifson // Journal of Bacteriology. – 1953. – Vol. 66. – P. 24–26.
12. Perombelon, M.C.M. Potato blackleg: Epidemiology, host-pathogen interaction and control / M.C.M. Perombelon // Netherlands Journal of Plant Pathology. – 1992. – Vol. 98. – P. 135–46.
13. Van Vuurde, J.W.L. Comparison of immunofluorescence colony-staining in media, selective isolation on pectate medium, ELISA and immunofluorescence cell staining for detection of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and *E. chrysanthemi* in cattle manure slurry / J.W.L. Van Vuurde, N.J.M. Roozen // Netherlands Journal of Plant Pathology. – 1990. – Vol. 96. – P. 75–89.
14. Genus *Erwinia*: numerical analysis of phenotypic features / L. Verdonck [et al.] // Int. J. Syst. Bacteriol. – 1987. – Vol. 37. – P. 4–18.
15. Waldee, E.L. Comparative studies of some peritrichous phytopathogenic bacteria / E.L. Waldee // Iowa State J. Sci. – 1945. – Vol. 19. – P. 435–484.

Поступила в редакцию 16.11.2016 г.

YU.A. VARITSEV, I.V. SAFENKOVA, I.A. ZAYTSEV, G.P. VARITSEVA
**DEVELOPMENT OF IMMUNOFERMENTAL DIAGNOSTIC TEST
SYSTEMS FOR IDENTIFICATION OF POTATOES BLACK LEG
AGENT (*PECTOBACTERIUM ATROSEPTICUM*)**

SUMMARY

*Highly specific antiserums to four black leg strains of Pectobacterium atrosepticum Pa393, Pa18077, Pa204-3 and Pa201-4 were obtained. High immunological activity and specificity to Pectobacterium atrosepticum for the antiserums received on the basis of strains of Pa393 and Pa18077 are shown. Based on the antiserums the specific compounds of the ELISA test systems were developed with detection limits of $2 \cdot 10^4$ – 10^5 cells/ml and without cross-reactivities to closely related and other pathogenic bacterias. Comparative testing for *P. atrosepticum* infection of the potatoes seeds showed high level of agreement of the developed ELISA results with the results of PCR based on primers *Eca 1f/2r* and commercial diagnostic ELISA kits Loewe Biochemica (Germany).*

Key words: potatoes, potatoes seed production, potatoes black leg, *Pectobacterium atrosepticum*, antiserum, antibody, immunization, enzyme linked immunosorbent assay, Russia.

УДК 635.21:631.531.027.2:632.95

**Б.А. Заикин¹, В.Н. Зейрук², Т.А. Акимов¹, И.А. Серегин¹,
Г.Л. Белов²**

¹ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт химических средств защиты растений», г. Москва, Россия
E-mail: vnihszr@mail.ru

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», пос. Красково, Люберецкий район, Московская область, Россия
E-mail: vzeyruk@mail.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В вегетационные периоды 2014–2015 гг. изучали влияние обработок семенных клубней протравителями на рост и развитие картофеля. Все испытываемые препараты снижали энергию всхожести и показатели роста и развития (высоты куста, образование стеблестоя). Снижение энергии всходов зависело от вида препаративной формы и было более значимо в вариантах Максим и Дискор в максимальной норме 0,4 л/т. В пониженной норме расхода Дискор, КЭ (0,08 л/т) проявил более высокую толерантность в сравнении с Дискор, КС. Снижение энергии всходов проявилось в значительной степени лишь при первых учетах, через 14 дней после посадки. Сорт Луговской (среднеспелый) проявил большую толерантность к обработке препаратами, чем раннеспелый Любава.

Ключевые слова: семенной картофель, протравители, энергия прорастания, всхожесть картофеля, высота куста, количество стеблей на куст, сорт.

ВВЕДЕНИЕ

Обработка клубней фунгицидами выполняет многоплановую роль. Весеннее применение обеспечивает снижение грибной микрофлоры при посадке, подавляя развитие инфекции на клубнях, препятствуя заражению здорового семенного материала. Предпосадочная обработка препятствует также дальнейшему поражению проростков и всходов в поле. Это касается и осенней обработки клубней перед закладкой на постоянное хранение с последующей весенней посадкой.

В то же время ассортимент протравителей для предпосадочного протравливания клубней в настоящее время ограничен не только в Российской Федерации, но и в мире из-за отсутствия новых фунгицидов, эффективных в первую очередь против почвенно-клубневой инфекции. Рекомендованный для предпосадочной обработки клубней ассортимент протравителей на основе

фунгицидов флудиоксонила, манкоцеба, тиабендазола, тетраметилтиурамдисульфида, карбендазима не позволяет эффективно и длительно защитить растения от комплекса таких болезней, как черная ножка, ризоктониоз, обыкновенная парша, клубневая форма фитофтороза, а также от почвенных вредителей. Безопасность для человека этих фунгицидов недостаточна, они имеют биоцидный механизм действия и могут представлять опасность для полезной микробиоты ризосферы и почвы. Очевидна необходимость расширения ассортимента протравителей клубней и препаратов для работы в период вегетации, включения в него более экологически безопасных и эффективных против патогенов картофеля фунгицидов и инсектофунгицидов.

Вследствие их возможного фитотоксического действия на клубни может происходить снижение всхожести и высоты отрастающих стеблей. В этих и других случаях хорошо зарекомендовали себя совместные обработки с регуляторами роста растений, при которых на 30 % снижается норма фунгицида [3, 4]. В настоящее время на основании разработок РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева можно рекомендовать для картофелеводческих хозяйств обработку клубней смесью $\frac{1}{2}$ фунгицида с силиплантом перед закладкой на хранение или перед посадкой и применение смесей силипланта с пестицидами в период вегетации [1].

Требование обеспечения эффективности и безопасности химического метода защиты растений ставит задачу поиска препаратов новых химических классов, разработки экологически обоснованных регламентов их использования при всестороннем изучении поведения в конкретных агробиоценозах с учетом способов их применения, особенностей возделываемых растений и биологии вредных организмов.

По данным Ю.В. Попова, показано наличие фитотоксического действия препарата «Максим», наиболее применяемого в практике, на энергию появления всходов [5]. Аналогичные данные получены во ВНИИКХ им. А.Г. Лорха, где также установлено наличие фитотоксического действия препарата «Максим» на энергию всходов. На сорте Сантэ в 2014 г. количество взошедших растений в полевом опыте при последнем учете (23.06) составило 85,7 % от посаженных, в вегетационном (25.06) – 53,0 %.

На сорте Удача, где применялась полная норма данного препарата (0,4 л/т), количество взошедших растений при последнем учете было 51,3 %. В варианте при 75 %-й норме применения протравителя число взошедших растений составило 79,3 % от посаженных. Снижение нормы применения препарата «Максим» в два раза также задерживало всхожесть клубней, но к последнему учету количество взошедших растений составило 92,0 % (научный отчет ВНИИКХ им. А.Г. Лорха за 2014 г.).

Все вышеприведенные аргументы обусловили задачу данной работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыты проводили в Московской области (Дмитровский район) в сезонах 2014–2015 гг.

Проведена сравнительная оценка препаратов из различных классов химических соединений: производное пиррола – Максим, КС (25 г/л), производные триазолов – Дискор, КЭ (250 г/л), Дискор, КС (250 г/л), Тебу-копазол, МЭ (60 г/л); стробинов – Квадрис, КС (250 г/л).

Обработки клубней проводили методом погружения в суспензии препаратов с экспозицией 1 мин для Дискора и 5 мин – Максима и Дискора (2014 г.) и 1 минута (2015 г.). Препарат «Квадрис» вносили в борозду. Контрольным вариантом было погружение клубней в воду.

Посадка картофеля в 2014 г. осуществлялась 16 мая, в 2015 г. – 22 мая. Препараты изучались в 2014 г. на одном сорте Луговской со среднеспелым сроком созревания, а в 2015 г. на сортах Луговской и Любава с ранним сроком созревания, чтобы изучить возможно различную толерантность сортов на воздействие препаратов. В опыте использовались яровизированные клубни картофеля, которые (по нашим предварительным данным) наиболее чувствительны к воздействию препаратов. Использование такого семенного материала позволяет экспериментально выявить препараты или их препаративные формы, наиболее депрессивно влияющие на рост и развитие картофеля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В сезоне 2014 г. проведена оценка появления всходов в динамике (табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют, что происходит значительное замедление появления всходов в варианте с препаратом «Дискор» при экспозиции 1 мин. В варианте с 5-ю мин происходит значительная потеря всхожести. Всхожесть достигала лишь 4 % на 21 день и 28 % на 26 день после посадки картофеля.

Замедление в появлении всходов установлено также в варианте с препаратом «Максим», однако обработка этим препаратом не вызывала потерю всхожести клубней.

Таблица 1 – Влияние обработки протравителями семенных клубней на всхожесть, сорт Луговской

№ п/п	Варианты опыта	Норма расхода л/г,	Дата учетов											
			07.06		09.06		10.06		12.06		13.06		18.06	
			Взошло клубней, % к контролю											
шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	
1	Квадрис, СК (250 г/л)	3,0	29	62	38	76	39	78	43	86	43	86	43	86
2	Максим, КС (250 г/л)	0,4	25	50	34	68	42	84	44	88	47	94	48	98
3	Дискор, КЭ (250 г/л)	0,4 (1 мин)	1	4	2	8	10	40	10	40	17	68	20	80
		0,4 (5 мин)	0	0	1	4	1	4	1	4	1	4	7	28
4	Контроль	–	32	64	41	82	45	90	47	94	49	98	49	98

Применение фунгицида «Квадрис» не влияло на появление всходов при первом учете, но при последующих учетах зафиксировано небольшое замедление в появлении всходов (8–12 %). Это может быть связано с тем, что значительное количество препарата при обработке попадает в почву и поступает в ростки по мере увеличения корневой системы и ее массы корней в процессе всходов.

В сезоне 2015 г. максимальная задержка всходов получена при первом учете через 14 дней после посадки на варианте с препаратом «Максим» (сорт Любава) – 41,7 %. Задержка была меньшей при применении Дискора, КС на сорте Любава и Луговской – 16,3 % при норме расхода 0,16 л/т, в дозе 0,08 л/т (табл. 2). Обработка Дискором в виде концентрата эмульсии в $1/2$ дозы обеспечивала меньшую задержку всходов, чем в $1/2$ дозе препарата в виде концентрата суспензии. Наиболее толерантной для картофеля была обработка препаратом «Квадрис», СК, который вносили в борозду в норме 3 л/га. Следует отметить, что обработка клубней сорта Луговской, как правило, обеспечивала более высокую всхожесть, чем на сорте Любава.

Аналогичная тенденция по влиянию обработок протравителями сохранилась при последующих учетах 15.06 (через 21 день), 24.06 (через 31 день) после посадки. Все препараты показали полную всхожесть в сравнении с контролем. Оценка влияния препаратов на рост (высота куста в стадии бутонизации) установила, что максимальное снижение показали препараты «Максим» 23,1 и 21,3 % и «Дискор», КС в норме 0,4–0,16 л/т – 30,1 и 48,0 % соответственно. По остальным препаратам снижение составило 5,5–15,5 % от контроля.

По показателю количества стеблей на куст наибольшие снижение показали Дискор, КС в норме 0,16 л/т – 59,1 % (сорт Луговской), Максим – 42,0 % и Квадрис – 47,1 %. По сорту Любава максимальное снижение по этому показателю было на вариантах Дискор, КС 0,16 л/т – 32,8 %, Дискор, КС в норме 0,08 л/т – 40,7 % и Дискор, КЭ в норме 0,08 л/т – 32,8 %. Наименьшее понижение всхожести оказалось в вариантах Максим – 11,6 % и Квадрис – 4,6 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из результатов исследований можно сделать следующие выводы:

1. Все испытуемые препараты понижали энергию всхожести и показатели роста и развития (высота куста, образование стеблестоя). Максимальное снижение обнаружено у препарата «Тебу», МЭ (тебуканазол).

2. Снижение энергии всходов зависело от вида препаративной формы и было более значимо в вариантах Максим и Дискор в максимальной норме 0,4 л/т. В пониженной норме расхода Дискор, КЭ (0,08 л/т) проявил более высокую толерантность в сравнении с Дискор, КС.

3. Снижение энергии всхожести проявилось в значительной степени лишь при первых учетах, через 14 дней после посадки. Сорт Луговской (средне-спелый) проявил большую толерантность к обработке препаратами, чем ранне-спелый Любава.

Таблица 2 – Влияние обработок програвителлями семенных клубней на всхожесть и развитие картофеля, сорта Любава и Луговской

№ п/п	Варианты опыта	Сорт	Норма расхода д/т, д/га	Входы						Бутонизация			
				07.06		15.06		24.06		Высота куста		Количество стеблей на куст	
				Взошло клубней						см	%	шт.	%
				шт.	%	шт.	%	шт.	%				
1	Максим, КС (250 г/л)	Любава	0,4	5	41,7	8	66,7	10	83,3	29,0	-23,1	2,2	-11,6
		Луговской		10	83,3	11	91,7	12	100,0	34,0	-21,3	1,8	-42,0
2.1	Дискор, КС (250 г/л)	Любава	0,16	2	16,7	6	50,0	9	75,0	26,0	-30,04	1,7	-32,8
		Луговской		2	16,7	10	83,3	10	83,3	26,1	-48,0	1,25	-59,1
2.2	Дискор, КС (250 г/л)	Любава	0,08	6	50,0	12	100,0	12	100,0	33,3	-11,6	1,58	-40,7
		Луговской		7	58,3	11	91,7	12	100,0	31,7	-15,9	1,67	-46,3
3	Дискор, КЭ (250 г/л)	Любава	0,08	8	66,7	11	91,7	12	100,0	34,4	-8,8	1,9	-32,8
		Луговской		8	66,7	12	100,0	12	100,0	35,8	-11,8	2,1	-32,3
4	Квадрис, СК (250 г/л)	Любава	3,0	11	91,7	11	91,7	11	91,7	35,6	-5,5	2,7	-4,6
		Луговской		10	83,3	11	91,7	11	91,7	40,8	-7,2	1,64	-47,1
5	Тебу, МЭ (60 г/л)	Луговской	0,06	0	0,0	8	66,7	11	91,7	25,9	-56,1	1,72	-61,4
		Любава		10	83,3	12	100,0	11	100,0	37,7	100,0	2,83	100,0
6	Контроль	Любава	-	9	75,0	10	83,3	11	91,7	43,2	100,0	3,1	100,0
		Луговской		9	75,0	10	83,3	11	91,7	43,2	100,0	3,1	100,0

4. По результатам исследований обработка протравителями яровизированного семенного материала не целесообразна методом смачивания и не рекомендуется использовать в хозяйствах различных форм собственности.

Список литературы

1. Влияние силипланта на эффективность пестицидов и урожайность картофеля / Л.А. Дорожкина [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр.: материалы науч.-практ. конф. и координационного совещания «Современные тенденции и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля» (к 80-летию ВНИИКХ) / Рос. акад. с.-х. наук, ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха». – М., 2011. – С. 288–291.

2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации / Минсельхоз России. – 2014. – 636 с.

3. Зейрук, В.Н. Разработка и совершенствование технологического процесса защиты и хранения картофеля в центральном регионе Российской Федерации: автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 06.01.07 / В.Н. Зейрук; РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. – М., 2015. – 44 с.

4. Зейрук, В.Н. Применение силипланта для снижения пестицидной нагрузки и повышения урожая картофеля / В.Н. Зейрук, О.В. Абашкин, Л.А. Дорожкина // Агротехнический вестн. – 2010. – № 2. – С. 20–21.

5. Попов, Ю.Ж. Совместное применение биопрепаратов, регуляторов роста и пестицидов для защиты картофеля / Ю.Ж. Попов, В.Ф. Рукин // Защита и карантин растений. – 2016. – № 5. – С. 18–21.

Поступила в редакцию 16.11.2016 г.

V.A. ZAIKIN, V.N. ZEYRUK, T.A. AKIMOV, I.A. SEREGIN, G.L. BELOV

INFLUENCE PROTECTANTS ASSESSMENT ON SEED POTATOES GROWTH AND DEVELOPMENT

SUMMARY

During the vegetative periods 2014–2015 the influence of seed tubers handlings protectants on potatoes growth and development was studied. All examine medicines reduced energy of viability and indicators of growth and development (bush height, density formation). Energy decrease of shoots depended on preparative form type and options Maxim and Diskor in the maximum regulation of 0.4 l/t were more significant. In the lowered consumption rate Diskor, KE (0.08 l/t) showed higher tolerance in comparison with Diskor, KS. Energy decrease of shoots was shown substantially only in case of the first accounting in 14 days after landing. The variety Lugovskoy (mid-season) showed big tolerance to handling by medicines than early ripe Lyubava.

Key words: seed potatoes, protectants, germinating energy, potatoes viability, bush height, number of stems on a bush, variety.

УДК 632.38:635.21

Е.В. Радкович, Г.Н. Гуца, Ю.В. Глушакова, И.А. Родькина

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

ОТБОР И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛОРУССКИХ ИЗОЛЯТОВ ХВК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВИРУСНОГО ПРЕПАРАТА

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты исследований по отбору белорусских изолятов ХВК, предназначенных для проведения искусственного заражения растений-накопителей при получении препаративного количества вируса картофеля.

Отмечена высокая эффективность выхода вирусного препарата с использованием в качестве инфектора отобранного образца картофеля Н-76-15. В результате исследований по выделению и очистке вирусного препарата был получен вирусный препарат высокой концентрации 8,92 мг/мл.

Ключевые слова: картофель, Х-вирус, иммуноферментный анализ, изолят, индексация, полимеразная цепная реакция.

ВВЕДЕНИЕ

Вирусные болезни распространены практически повсеместно, причем есть тенденция возрастания их вредоносности в основных картофелепроизводящих регионах. Особенно опасная тенденция наблюдается в связи с усилением вредоносности тяжелых форм вирусного поражения (морщинистая и полосчатая мозаика, скручивание листьев и др.) на многих сортах картофеля [1]. Вирусные болезни картофеля по вредоносности в ряде случаев превосходят грибные и бактериальные болезни. Ежегодно от вирусов мировое картофелеводство теряет 15–20 % урожая.

Крапчатая, или обыкновенная, мозаика картофеля (Potato virus X (PVX) – Х-вирус картофеля, или ХВК) сильно снижает фотосинтез растений. Нарушается отток ассимилятов, что приводит к недобору урожая. В зависимости от патогенности штамма вирус может наносить разный ущерб: слабопатогенные штаммы могут снижать урожай на 12 %; сильнопатогенные – на 45 % [2].

Симптомы крапчатой мозаики картофеля проявляются в виде мозаики или крапчатости (рис. 1). На молодых листьях образуется светло-зеленого цвета мозаика (пятна) разной интенсивности, величины и формы. Дополнительные симптомы – общий хлороз, отставание растений в росте. Также на листьях некоторых сортов могут образовываться черные некротические пятна, которые в процессе старения растения могут постепенно исчезать, таким образом, вирус переходит в латентную, бессимптомную форму.



Рисунок 1 – Крапчатая мозаика картофеля (PVX)

В полевых условиях вирусы распространяются контактным способом, во время соприкосновения ботвы между растениями, непersistентным способом при помощи клопов, тлей, а также кобылкой (*Melanopus differentiales*). Вирус может поражать белену, паслен черный, дурман, томат и табак. Обычно накопление вирусной инфекции в семенном материале картофеля и проявление признаков болезней прогрессирует с увеличением числа полевых поколений.

Распознать вирусы по симптомам инфицированных растений иногда бывает достаточно сложно. В некоторых случаях даже эксперты затрудняются идентифицировать вирусы, а внешние симптомы их проявления иногда могут отсутствовать. Поэтому, наряду с приобретением практических навыков распознавания симптомов вирусных болезней на растениях и клубнях, большое значение имеет применение современных лабораторных методов вирусологического контроля на основе иммуноферментного (ИФА) и ПЦР-анализа. Следует отметить, что из всех лабораторных методов диагностики метод иммуноферментного анализа является наиболее технологичным и адаптированным для проведения массового тестирования на скрытую зараженность картофеля вирусными болезнями.

Диагностические системы для ИФА должны обладать высокой чувствительностью и специфичностью, а также максимальной автоматизацией большинства этапов анализа. При производстве тест-систем необходимо использовать изоляты, которые циркулируют в определенной местности, это позволит повысить чувствительность производимых диагностикумов [3, 4]. Производство диагностических тест-систем невозможно без наличия чистого вирусного препарата в достаточном количестве. Для накопления вируса используют растения, способные накапливать вирус без потери антигенных свойств. Так, например, растения табака (*Nicotiana tabacum* L.) сортов Самсун и Барлей способны накапливать Y-вирус картофеля (YVK) в высоких концентрациях, растения дурмана (*Datura stramonium* L.) хорошо накапливают X-вирус картофеля и вирус скручивания листьев картофеля (ВСЛК) [5]. Однако концентрация вируса зависит не только от используемых растений-накопителей, но и от штаммовой принадлежности самого вируса [6]. В связи с этим целью наших исследований явилось выделение белорусских изолятов X-вируса картофеля с применением метода индексации в комплексе с ИФА-диагностикой и ПЦР-анализом для последующего введения в культуру *in vitro* отобранных изолятов с последующим созданием банка белорусских изолятов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2015 г. В качестве опытного материала использовали клубни картофеля сортов белорусской селекции, подобранные по устойчивости к X-вирусу картофеля. Для выполнения исследований проводили индексацию отобранных и подготовленных клубней с использованием агроперлитового субстрата при температуре 18–20 °С и освещенности 3000–4000 люкс [7]. Анализ листового материала индексов на наличие скрытой вирусной инфекции проводили методом ИФА наборами биохимических реагентов разных производителей: Центр (Беларусь) и Agdia (США). Оценку результатов осуществляли при помощи фотометра «BIO-RAD 680» при длине волны 405 и 490 нм, согласно протоколам выполнения анализа.

Для отбора образцов, несущих белорусские изоляты X-вируса картофеля, проведено дополнительное тестирование с использованием более чувствительного метода ПЦР-анализа (FLASH-формат). Образцы были протестированы для подтверждения наличия моноинфекции X-вируса и отсутствия Y-, S-, M-, L-, A-вируса и вириода веретеновидности клубней картофеля. Для диагностики методом ПЦР были использованы наборы фирмы ООО «АгроДиагностика» (Россия) [6]. Детекцию результатов осуществляли на иммунофлуорисцентном 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. Выделение вирусного препарата проводили согласно методикам с собственными модификациями [9–11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для достижения поставленной цели исследований необходимо было отобрать клубни картофеля и выполнить их индексацию; провести иммуноферментный анализ растений-индексов; провести анализ полученных результатов и отобрать клубни образцов, содержащих моноинфекцию X-вируса картофеля, высадить эти клубни в теплицу; в фазу полных всходов и в фазу бутонизации – цветения выполнить ИФА растений культуры *in vivo*; провести ПЦР-анализ растений, несущих моноинфекцию X-вируса картофеля; ввести в культуру *in vitro* белорусские изоляты X-вируса картофеля.

Как указано выше, одной из задач нашей работы было проведение индексации экспериментального материала картофеля. К индексации были подготовлены 1186 образцов картофеля. По достижении растениями высоты 15–18 см выполняли анализ листового материала картофеля методом ИФА на специфичность, то есть наличие моноинфекции ХВК. В результате проведенного тестирования было отобрано два образца Н-55-15 и Н-76-15, несущих моноинфекцию X-вируса картофеля (табл. 1). Специфичность к ХВК, YВК, SBK, MBK, BCJK и ABK определяли наборами с фосфатазной ферментативной меткой. По результатам ИФА были получены следующие значения оптической плотности: 1,528 (Н-55-15)

Таблица 1 – Значения оптической плотности при определении специфичности отобранных образцов картофеля методом ИФА при A_{405}

Образец	Антиген					
	ХВК	УВК	СВК	МВК	ВСЛК	АВК
Н-55-15	1,528	0,179	0,180	0,156	0,159	0,166
Н-76-15	1,851	0,173	0,175	0,149	0,174	0,155
\bar{X} оп. пл. –К	0,175	0,164	0,165	0,156	0,159	0,180
\bar{X} оп. пл. +К	2,031	2,862	2,607	3,151	3,149	2,467

Примечание. –К – отрицательный контроль; +К – положительный контроль; \bar{X} оп. пл. – среднее значение оптической плотности.

и 1,851(Н-76-15) ед. Средние значения оптической плотности отрицательного контроля для ХВК, УВК, СВК, МВК, ВСЛК и АВК при длине волны A_{405} находились в пределах 0,149–0,175, а средние значения оптической плотности положительного контроля – в пределах 2,031–3,151 ед.

Отобранные образцы были высажены в условия защищенного грунта для дальнейших исследований и последующего введения выявленных белорусских изолятов в культуру *in vitro*.

В фазе полных всходов для растений картофеля, выращенных из отобранных образцов, был проведен иммуноферментный анализ и ПЦР-диагностика на наличие вирусной моноинфекции (табл. 2).

Среднее значение оптической плотности при тестировании листовых проб на наличие моноинфекции ХВК образца Н-76-15 составило 2,875 ед. оптической плотности, при значении положительного контроля 2,605 ед. оптической плотности. ПЦР-анализ данного образца также подтвердил наличие моноинфекции ХВК. Результат ИФА для образца Н-55-15 показал отсутствие ХВК, при этом значения оптической плотности были близки к значениям отрицательного контроля и составляли 0,130 ед. ПЦР-анализ подтвердил отсутствие специфичной реакции на ХВК.

В фазе бутонизации – цветения растений отобранного изолята Н-76-15 был повторно выполнен иммуноферментный анализ. Результаты оценки представлены в таблице 3. Среднее значение оптической плотности при тестировании

Таблица 2 – Результаты тестирования наличия вирусной инфекции в растениях-инфекторах по результатам ИФА и ПЦР-анализа (фаза полных всходов)

Изолят	Средние значения оптической плотности по результатам ИФА при A_{490} для			Результаты ПЦР-анализа
	опытного образца	–К	+К	
ХВК				
<i>Solanum tuberosum</i> L. Н-55-15	0,130	0,149	2,605	–
<i>Solanum tuberosum</i> L. Н-76-15	2,875			+

Примечание. –К – отрицательный контроль; +К – положительный контроль; «+» – наличие положительной монореакции; «–» – отсутствие положительной реакции.

Таблица 3 – Результаты тестирования образца изолята Н-76-15 в фазе бутонизации – цветения методом ИФА при A_{490}

Изолят	Средние значения оптической плотности на наличие					
	ХВК	УВК	SBK	MBK	BSJK	ABK
Н-76-15	2,133	0,087	0,101	0,091	0,092	0,087
+К	2,689	2,867	0,854	2,086	0,472	0,972
-К	0,090	0,098	0,094	0,093	0,096	0,101

Примечание. -К – отрицательный контроль; +К – положительный контроль.

листовых проб на наличие моноинфекции ХВК отобранного образца составило 2,133 ед., при этом значение оптической плотности положительного контроля составляло 2,689 ед. Следует отметить, что данный образец содержал только моноинфекцию X-вируса картофеля, примеси других вирусов не выявлено.

Для накопления вирусной инфекции было выполнено искусственное заражение механическим способом с использованием карборунда, растений дурмана обыкновенного (*Datura stramonium* L.). Заражение проводили инокулятом, полученным из листьев образца Н-76-15.

Через 28 суток после инфицирования был проведен иммуноферментный анализ для подтверждения заражения растений ХВК, которые использованы для накопления чистой вирусной культуры. Данные представлены в таблице 4. По результатам тестирования моноинфекция была выявлена во всех растениях-накопителях. Средние значения оптической плотности при тестировании растений-накопителей составили 2,774 и 2,885 ед., значение отрицательного контроля – 0,160.

Для определения эффективности накопления вирусной инфекции были проведены выделение и очистка вирусного препарата из растений-накопителей. Данные приведены в таблице 5. В результате проведенной работы было выделено и очищено X-вируса картофеля из листьев растений дурмана обыкновенного 4,18 мл с концентрацией 8,92 мг/мл. Общее количество полученного вирусного препарата составило 37,29 мг.

Таблица 4 – Результаты тестирования растений дурмана обыкновенного методом ИФА на 28-е сутки после заражения

Изолят	Накопитель	Повторение			\bar{X}	σ	V, %
		1	2	3			
Средние значения оптической плотности при A_{490}							
Н-76-15	Дурман обыкновенный № 21–23	2,778	2,851	2,694	2,774	0,0123	0,44
	Дурман обыкновенный № 24–26	2,887	2,915	2,854	2,885	0,0019	0,06
+К		2,987					
-К		0,100					

Примечание. -К – отрицательный контроль; +К – положительный контроль; \bar{X} – среднее значение; σ – среднее квадратичное отклонение; V – коэффициент вариации.

Таблица 5 – Результаты препаративного выделения Х-вируса картофеля из листьев растений-накопителей

Наименование вирусного препарата	Изолят	Накопитель	Объем вирусного препарата, мл	Концентрация вирусного препарата, мг/мл	Количество вирусного препарата, мг	Количество вирусного препарата из 1 кг зеленой массы, мг
ХВК	Н-76-15	Дурман обыкновенный	4,18	8,92	37,29	118,38

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отбор белорусских изолятов ХВК требует проведения большого объема диагностики для выявления образцов с моноинфекцией. Комплексная оценка 1186 образцов с применением серологического метода и индексации позволила выявить лишь два образца, несущих моноинфекцию ХВК. Для подтверждения полученных результатов был проведен ИФА и ПЦР-анализ по вегетирующим растениям в фазу полных всходов, по результатам которых из двух выявленных образцов один не содержал искомым антиген и был выбракован. Второй образец Н-76-15, несущий белорусский изолят Х-вируса картофеля, был использован в качестве инфектора.

Результаты тестирования растений-накопителей, проведенного на 28-е сутки после механической инокуляции, подтвердили наличие в них моноинфекции ХВК.

Отмечена высокая эффективность выхода вирусного препарата с использованием в качестве инфектора отобранного образца картофеля Н-76-15. В результате работ по выделению и очистке вирусного препарата получен вирусный препарат с высокой концентрацией (8,92 мг/мл).

Данного количества полученного вирусного препарата будет достаточно для проведения нескольких курсов иммунизации лабораторных животных. Учитывая, что применение разных схем иммунизации подразумевает введение разного количества вирусного препарата, число курсов иммунизации может составлять от 3 до 20.

Список литературы

1. Сорока, С.В. Вирусы и вирусные болезни сельскохозяйственных культур / С.В. Сорока, Ж.В. Блоцкая // Защита растений: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ защиты растений. – Несвиж, 2009. – 127 с.
2. AgroFlora.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agroflora.ru/mozaika-kartofelya/>. – Дата доступа: 10.09.2016.
3. Радкович, Е.В. Отбор белорусских изолятов Х- и Y-вируса картофеля / Е.В. Радкович, Г.Н. Гуца // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С.А.Турко (гл. ред.) и [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 23. – С. 101–108.
4. Родькина, И.А. Выявление эффективных инфекторов и накопителей М-вируса картофеля для производства тест-систем / И.А. Родькина,

Е.В. Радкович // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С.А. Турко (гл. ред.) и [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 23. – С. 109–123.

5. Блоцкая, Ж.В. Вирусные болезни картофеля / Ж.В. Блоцкая. – Минск: Наука і тэхніка, 1993. – 222 с.

6. 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.

7. Методика проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного картофеля / Б.В. Анисимов [и др.]. – М.: Икар, 2005. – 112 с.

8. Инструкция по применению реагентов для проведения ПЦР амплификации ДНК фитопатогенов // АгроДиагностика. – М., 2009. – 3 с.

9. Метод получения препарата Y-вируса картофеля и приготовление диагностических антисывороток / В.К. Новиков [и др.] // С.-х. биология. – 1982. – № 5. – С. 706–711.

10. Nakane, P.K. Peroxidase-labelled antibody – a new method of conjugation / P.K. Nakane, A. Kawaoi // J.Histochem. Cytochem. – 1974. – Vol. 22, № 4. – P. 1084–1091.

11. Варицев, Ю.А. Методические аспекты получения иммуноферментного диагностикума к вирусу скручивания листьев картофеля / Ю.А. Варицев, В.К. Новиков, Л.В. Чугунова // Биотехнология в картофелеводстве. – М., 1991. – С. 48–57.

Поступила в редакцию 16.11.2016 г.

E. V. RADKOVICH, H. N. HUSHCHA, Y. V. GLUSHAKOVA,
I. A. RODKINA

SELECTION AND USE OF BELARUSIAN PVX ISOLATES OF VIRUSES TO OBTAIN VIRAL DRUG

SUMMARY

The research results on the selection of the Belarusian isolates PVX virus of potatoes intended for the artificial infection of plants drives to obtain preparative amount of potato virus are given in the article.

*It is shown that the effective use of the Belarusian isolate N-76-15 as infector for infecting plants-drives. As a result of cleaning sheet material of plants of *Datura stramonium* has been obtained virus preparation with high concentration 8.92 mg/ml.*

Key words: potatoes, X-virus, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), isolate, indexing, polymerase chain reaction.

УДК 635.21:631:559:631.816.1:631.43

**С.А. Турко, Д.Д. Фицуро, И.И. Бусько, В.Н. Назаров, Д.С. Гасило,
В.А. Сердюков, И.В. Леванцевич, Л.А. Манцевич**

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

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ СОРНЯКОВ,
ДОЗЫ УДОБРЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ
НА ГРЯДАХ****РЕЗЮМЕ**

Представлены результаты исследований выращивания картофеля на грядках. При внесении гербицида «Маус», СТС (50 и 30 +20 г/га) в смеси с ПАВ Бит 90 (0,2 л/га) гибель сорной растительности на посадках картофеля через 30 дней после обработки составила 95,6–98,4 %, а их вегетативная масса снизилась на 93,1–97,1 %, при этом получены достоверные прибавки урожая, которые составили до 8,5 т/га. Внесение минеральных доз удобрений $N_{90}P_{60}K_{150}$ и $N_{120}P_{90}K_{180}$ на фоне 40 т/га органических удобрений обеспечило получение товарной урожайности картофеля на грядках по сортам: Манифест в 2 строки – 44,7–47,6 т/га и 3 строки – 45,5–49,9 т/га; Скарб 39,8–43,3 и 42,6–45,5 т/га; Акцент 42,8–46,8 и 39,1–45,5 т/га соответственно.

Ключевые слова: картофель, грядковая технология, сорт, удобрения, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено, что механическое воздействие колес трактора на откосы гребней можно уменьшить при посадке картофеля вдвоенными рядами или лентами. На ленточных посадках твердость и глыбистость почвы при уборке значительно ниже, чем на обычных посадках с шириной междурядий 70 см [1–4].

При выращивании картофеля на грядках важной задачей является защита посадок от сорной растительности на протяжении всего периода вегетации.

Эффективная работа картофелеуборочных машин на связных почвах зависит главным образом от глыбистости, объема и влажности почвы, поступающей на сепарирующие органы [5]. На плотность и глыбистость почвы в междурядьях и рядках, в свою очередь, в значительной степени влияют работающие на поле сельскохозяйственные машины [6, 7]. Большинство почвенных глыб образуется вследствие давления тракторных колес на откосы гребней [1, 3].

Количество почвы, попадающей на сепарирующие органы машин при уборке, зависит также от глубины посадки. Более глубокое размещение маточных

клубней вызывает и более глубокое залегание клубневого гнезда нового урожая, что значительно усложняет работу картофелеуборочных машин [8–10].

Часто выпадающие осадки в осеннее время сдерживают (ограничивают, а в отдельные годы делают невозможным) применение картофелеуборочных машин на суглинистых почвах. Как показали опыты, проведенные Дальневосточным научно-исследовательским институтом сельского хозяйства, на переувлажненных почвах наиболее перспективными формами поверхности поля под картофель являются гребни 90 см и гряды 140 см [8, 9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

В схему опыта включено: сорта – Манифест, Скарб, Акцент, схема посадки – гряда 3 строки (42 + 42 + 42 см), гряда 2 строки (42 + 42 см); дозы удобрений – контроль – без удобрений; 40 т/га органических удобрений – фон; фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$ (с учетом плодородия почвы урожайность 45 т/га) + некорневые подкормки с микроэлементами двукратно; фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$ (с учетом плодородия почвы урожайность 50 т/га) + некорневые подкормки с микроэлементами двукратно. Пахотный горизонт опытных полей, где проводили агротехнические опыты, характеризуется агрохимическими показателями, которые представлены в таблице 1.

Дозы удобрений и применение микроэлементов для производства более 50 т/га товарного картофеля определяли по методике и рекомендациям В.В. Лапа, Е.М. Лимантова, Н.Н. Ивахненко, Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер (1997, 2004) [11, 12].

Таблица 1 – Агрохимические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы агротехнического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (аг. Самохваловичи), 2014–2015 гг.

Показатели	Количественные показатели почвы
Гумус, %	1,9–2,1
$pH_{\text{ккл}}$	5,0–5,2
P_2O_5 , мг/кг	184,0–325,6
K_2O , мг/кг	268,0–335,0
Cu , мг/кг	2,16–3,47
B , мг/кг	2,04–2,92
Zn , мг/кг	1,53–2,79
Mn , мг/кг	7,4–25,3
Mg , мг/кг	< 5,0–88,2
Сумма поглощенных оснований (S), мг-экв/100 г	3,5–11,2
Гидролитическая кислотность (Нг), мг-экв/100 г	1,40–2,5
Плотность почвы, г/см ³	1,1–1,4

Органические удобрения в дозе 40 т/га и минеральные ($N_{90}P_{60}K_{150}$; $N_{120}P_{90}K_{180}$) вносили согласно схеме опыта. Подготовка почвы к посадке заключалась в закрытии почвенной влаги культиватором КПС-4, вспашке ПЛН-3-35, чизелевании АЧУ-2,8. На грядах технологические операции выполняли в следующей последовательности: нарезка гряд грядообразователем Grimme Combi Star CS 1500, сепарация почвы – Rota Power CS 170 (Shapeforma BSF 2000).

После вспашки технологические операции выполняли в следующей последовательности: нарезка гряд грядообразователем, сепарация почвы и посадка картофеля с формированием гряды в 2 строки с междурядьем 84 см (42 + 42) и 3 строки с междурядьями 42 см (42 + 42 + 42). Посадку картофеля выполняли во второй-третьей декадах мая на грядах сажалкой GB-330. На грядах междурядной обработки не проводили, так как картофелесажалка GB-330 формирует грядку необходимых параметров при посадке (высота гряды 25–30 см). После формирования гребней и гряд вносили гербициды «Магнат» и «Зенкор» в дозе 0,90 кг/га до всходов. Общая площадь под опытом – 1,0 га.

Схема опыта для определения оптимального варианта защиты посадок картофеля от сорняков:

1. Контроль – без обработки препаратами;
2. Маис, СТС 50 г/га + ПАВ Бит 90–200 мл/га;
3. Маис, СТС 30 г/га + ПАВ Бит 90–200 мл/га, (первая обработка); Маис, СТС 20 г/га + ПАВ Бит 90 – 200 мл/га (вторая обработка). Вторая обработка проводилась не позднее 14 дней после первой;
4. Титус, СТС 50 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90 (эталон 1);
5. Титус, СТС 30 г/га + ПАВ Тренд 90–200 мл/га + Титус, СТС 20 г/га + ПАВ Тренд 90 (эталон 2).

Проводимые учеты: количественный – до внесения гербицидов; количественно-весовой – через 30 и 60 дней после обработки гербицидами. Даты их проведения: 29 июня, 29 июля и 27 августа 2014 г. и 28 июня, 27 июля и 29 августа 2015 г. Размер учетных площадок, фаза, количество, видовой состав исследуемых объектов: 2 учетные площадки по 0,25 м² на делянке, в которых определяли количество и массу растений каждого сорного вида.

Весна 2014 г. была ранней, но с перепадами температуры воздуха и увлажнения почвы. Апрель был теплым и сухим – температурный режим по декадам на 2,3–4,7 °С выше нормы, а осадков за месяц выпало от 51,0 до 99,4 % от нормы. Погодные условия апреля (температура воздуха и почвы) явились благоприятными для подготовки почвы к посадке картофеля. Первая декада мая характеризовалась умеренно теплой (температура на +0,1 °С ниже нормы) и сухой погодой (осадков 59,7 % от нормы), а во второй и третьей декадах потеплело (на +3,2–3,9 °С от нормы) и осадков выпало 200,0 и 98,7 % соответственно. Начало июня было теплым (температура на +3,6 °С выше нормы) и сухим (осадков 44,8 % от нормы), а вторая и третья декады месяца оказались холодными (всего 14,9–15,0 °С – ниже на 2,0–2,2 °С среднемесячных

показателей), а также сухими – осадков на 16,7–26,0 % от нормы. Июль и август были жаркими, температура на 2,3–4,4 и 2,9–7,0 °С выше нормы соответственно (в среднем за месяц на 3,1 °С выше среднееголетних значений). Дожди в летние месяцы выпадали неравномерно: во второй декаде июля прошли обильные дожди – 38,4 мм (120,4 % от нормы), а в первой и третьей декадах выпало 16,3 и 1,3 мм, или 56,4 и 4,6 % от нормы соответственно. В августе, во второй и третьей декадах осадки составили 151,8 и 241,1 % от нормы соответственно. Сентябрь был теплым и сухим, что благоприятствовало уборке урожая: на +0,2–2,0 °С выше нормы, а дождей выпало 28,2 мм, или 48,6 % от нормы (только в третьей декаде прошли осадки чуть выше среднееголетних показателей, ГТК = 3,0).

В 2015 г. весна была ранней, но с перепадами температуры воздуха и увлажнения почвы: апрель теплый и сухой – температурный режим апреля на 0,9–1,7 °С выше нормы, а осадков за месяц выпало от 111,3 до 114,6 % от нормы. Погодные условия апреля (температура воздуха и почвы) были благоприятными для подготовки почвы к посадке картофеля (начало посадки 25.04.2015 г.). Первая декада мая характеризовалась теплой (+1,6 °С выше нормы) и дождливой погодой (188,4 % от нормы), а во второй декаде стало прохладнее (на +1,4 °С ниже нормы) и осадков выпало 31,9 %. В третьей декаде мая потеплело до +15,4 °С (на +1,2 °С выше нормы) и прошли дожди – 111,7 % от нормы, что способствовало появлению дружных всходов. Гидротермический коэффициент (ГТК) в мае составил 1,87 (отношение суммы осадков к сумме температур выше +10 °С).

Начало июня выдалось теплым (на +3,0 °С выше нормы) и сухим (не было дождей), а вторая и третья декады месяца также были теплыми (16,4–17,3 °С – выше на 0,1–0,5 °С среднееголетних показателей) и неравномерными по увлажнению – на 5,3–87,9 % от нормы. За июнь ГТК составил всего 0,48.

Июль и август были жаркими: температура воздуха составила на 0,4–3,9 и 3,1–5,4 °С выше нормы соответственно (в среднем за месяц на 4,4 °С выше среднееголетних значений). В июле, по декадам, прошли дожди – 22,7 мм, 28,1 и 25,0 мм, или 78,6 %, 88,1 и 89,3 % от нормы соответственно, что обеспечило формирование урожая картофеля. А в августе установилась сухая и жаркая погода: максимальные показатели по температуре составили 26,0–30,5 °С, а осадков выпало в первой декаде 3,3 мм, или 11,8 % от нормы, во второй – дождей не было, а в третьей – выпало всего 2,0 мм – 3,8 % от нормы. За август ГТК составил всего 0,08.

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, цветение. Биометрические показатели (высота растений, число стеблей) определяли на 40 растениях по методике В. Росс, Ю. Росс [13]. Влажность, плотность и степень крошения почвы определяли после посадки, в период появления полных всходов картофеля, в фазе цветения и перед уборкой по слоям: 0–10,

10–20, 20–30 см. Густоту посадки определяли по полным всходам и перед уборкой урожая, учет урожая – путем взвешивания клубней, полученных с делянки при уборке, а структуру урожая – по вариантам с учетом массы каждой клубневой фракции [14, 15].

В лаборатории биохимии и агрохимического анализа РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» определяли биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества – весовым методом, витамина С – по Мурри, содержание нитратов – потенциометрически с использованием ионоселективного электрода согласно практикуму по агрохимии [16]. Агрохимическая характеристика почвы: содержание подвижных форм фосфора и обменного калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическая кислотность – по Каппену, рН – метрическим методом, гумус – по Тюрину [16].

Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате исследований общая засоренность перед применением гербицидов в вариантах опыта в 2014–2015 гг. составляла 355,6–365,1 шт/м². Среди видов сорных растений в посадках наибольшее распространение имели: просо куриное (83,8–85,4 шт/м²), пырей ползучий (59,8–74,0), тимopheевка луговая (68,8–69,2 шт/м²). В меньшем количестве присутствовали звездчатка средняя (38,2–40,6 шт/м²), ромашка непахучая (40,0–40,2), пастушья сумка (19,6–22,8), подмаренник цепкий (15,4–16,4), хвощ полевой (8,8–11,5), осот полевой (6,0–7,6) и лапчатка гусиная (2,6–4,2 шт/м²) (табл. 2).

Гибель сорных растений через 30 дней после внесения гербицида «Маис», СТС (50–30 + 20 г/га) в смеси с ПАВ Бит (0,2 л/га) в 2014 г. составила 97,6–98,4 %, а их вегетативная масса снизилась на 93,1–95,8 %; в 2015 г. процент снижения численности сорных растений находился на уровне 95,6–97 %, а вегетативная масса уменьшилась на 96,4–97,1 % (табл. 3). Количество стеблей пырея ползучего уменьшилось на 89,0–90,1 % в 2014 г., 85,0–87,0 % в 2015 г., а его масса – на 88,4–92,1 и 85,1–89,0 % соответственно. В эталонных вариантах гибель пырея ползучего в 2014–2015 гг. составила 80,6–89,2 и 76–88 %, а масса уменьшилась на 87,2–90,0 и 81,0–91,0 % соответственно. Изучаемые гербициды эффективно действовали на куриное просо: снижение численности при обработке Маис, СТС за двухлетний период исследований составило 90,5–98,2 %, его вегетативная масса снизилась на 97,7–99,0 %. При обработке изучаемыми препаратами полностью погибли сорные растения: звездчатка средняя, пастушья сумка и подмаренник цепкий.

Через 60 дней после обработки Маис, СТС (50–30 + 20 г/га) гибель сорных растений в 2014 г. составила 88,7–89,1 %, а в 2015 – 86,4–88,4 % (табл. 4). Количество стеблей пырея ползучего уменьшилось на 87–92,3 %, а его масса – на 85,0–94,0 %. Вегетативная масса проса куриного в вариантах с внесением Маис, СТС в 2014–2015 гг. снизилась на 89,4–98,4 %. Растения ромашки не-

Таблица 2 – Засоренность посадок картофеля сорной растительностью до и после внесения гербицидов в 2014–2015 гг., шт/м²

Вид сорного растения	Контроль, без прополки	Титус, 50 г/га ПАВ + Тренд 90 (эталон 1)	Титус, 30 + 20 г/га Тренд 90 (эталон 2)	Маис, СТС + ПАВ Бит 90, 50 г/га + + 0,2 л/га	Маис, СТС + ПАВ Бит 90, 30 + + 20 г/га + 0,2 л/га	Среднее, шт/м ²
Просо куриное	81/79	90/94	111/102	79/75	66/69	85,4/83,8
Пырей ползучий	62/58	88/93	64/68	85/80	71/67	74,0/59,8
Подмаренник цепкий	19/21	16/13	11/15	17/15	14/18	15,4/16,4
Тимофеевка луговая	78/71	64/66	68/73	59/55	77/79	69,2/68,8
Ромашка непахучая	26/31	44/38	50/53	39/43	41/36	40,0/40,2
Звездчатка средняя	56/59	31/33	42/48	29/25	33/38	38,2/40,6
Пастушья сумка	31/25	24/20	18/15	22/17	19/21	22,8/19,6
Осот полевой	16/21	5/7	4/5	3/1	2/4	6,0/7,6
Хвощ полевой	0/3	30/27	3/2	11/9	2/3	11,5/8,8
Лапчатка гусиная	0/5	4/6	3/5	1/2	0/3	2,6/4,2
Всех сорняков	369	396	374	345	325	365,1/349,8

Примечание. В числителе указана численность сорных растений в 2014 г., в знаменателе – в 2015 г.

Таблица 3 – Биологическая эффективность внесения гербицида «Маис», СТС против сорной растительности на посадках картофеля через 30 дней после обработки, 2014–2015 гг.

Вариант опыта	Норма расхода, г/га	Пырей ползучий	Пастушья сумка	Подмаренник цепкий	Просо куриное	Тимофеевка луговая	Ромашка непахучая	Осот полевой	Звездчатка средняя	Σ сорняков
Снижение количества сорняков через 30 дней после обработки, % к контролю										
Контроль (без прополки)	–	86,0/89,0	11,0/13,0	19,0/21,0	71,0/68,0	65,0/63,0	9,0/7,0	7,0/7,0	8,0/13,0	276,0/281,0
Маис, СТС + ПАВ Бит 90	50 + 0,2 л/га	89,0/85,0	100/100	100/100	90,5/93,4	89,7/95,0	100/100	89,4/91,0	100/100	98,4/95,6
Маис, СТС + ПАВ Бит 90	30 + 20 + 0,2 л/га	90,1/87	100/100	100/100	96,4/98,2	92,8/94,0	100/100	94,5/97	100/100	97,6/97
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 1)	50 + 0,2 л/га	80,6/76	100/100	100/100	91,3/93,0	87,7/90,1	100/100	90,5/92,5	100/100	89,6/94
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 2)	30 + 20 + 0,2 л/га	89,2/88,0	100/100	100/100	100/100	90,4/94,4	95,8/98,9	93,9/96,6	100/100	96,9/97,2
Снижение массы сорняков через 30 дней после обработки, % к контролю										
Контроль (без прополки)	–	160,0/169,0	24,0/28,0	27,0/32,0	187,0/179,0	130,0/135,0	30,0/27,0	28,0/29,0	19,0/30	605,0/629,0
Маис, СТС + ПАВ Бит 90	50 + 0,2 л/га	88,4/85,1	100/100	100/100	97,7/99	88,1/93	100/100	92,4/94	100/100	93,1/96,4
Маис, СТС + ПАВ Бит 90	30 + 20 + 0,2 л/га	92,1/89	100/100	100/100	98,9/99,0	91,1/93,0	100/100	95,1/96,1	100/100	95,8/97,1
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 1)	50 + 0,2 л/га	87,2/81,0	100/100	100/100	97,5/95,5	87,6/91,1	100/100	90,3/93,5	100/100	90,4/95,1
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 2)	30 + 20 + 0,2 л/га	90,0/91,0	100/100	100/100	100/100	90,2/96,2	98,5/99,0	91,6/98,1	100/100	92,6/98

Примечание. В числителе указана численность и масса сорных растений в 2014 г., в знаменателе – в 2015 г.; в контроле в числителе – численность сорняков, шт/м², в знаменателе – масса сорняков, г/м².

Таблица 4 – Влияние послевсходового внесения гербицида «Маис», СТС на засоренность посадок картофеля через 60 дней после обработки, 2014–2015 гг.

Вариант опыта	Норма расхода, л/га	Пырей ползучий	Звездчатка средняя	Просо куриное	Пастушья сумка	Подмаренник цепкий	Тимофеевка луговая	Ремашка пахучая	Осот полевой	Σ сорняков
Контроль (без прополки)	–	94,0/98,0	48,0/43,0	86,0/91,0	19,0/24,0	40,0/34,0	78,0/88,0	11,0/13,0	11,0/15,0	387/406
Маис, СТС + ПАВ Биг 90	50 + 0,2 л/га	90,0/87,0	100/100	89,3/87,3	100/100	100/100	88,5/91,3	100/100	+30,8/41,6	89,1/88,4
Маис, СТС + ПАВ Биг 90	30 + 20 + 0,2 л/га	92,3/90,1	100/100	92,4/95,4	100/100	100/100	94,1/96	100/100	0/80,0	88,7/86,4
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 1)	50 + 0,2 л/га	89,1/86,0	100/100	82,1/90,4	100/100	100/100	85,4/92,1	100/100	41,1/31,3	79,4/87,4
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 2)	30 + 20 + 0,2 л/га	88,2/86,5	100/100	89,0/91,5	100/100	100/100	91,2/95,4	100/100	0/21,1	75,5/74,3
Снижение массы сорняков через 60 дней после обработки, % к контролю										
Контроль (без прополки)	–	110,0/124,0	55,0/46,0	270,0/285,0	36,0	48,0	140,0	81,0	134,0	874,0
Маис, СТС + ПАВ Биг 90	50 + 0,2 л/га	89,1/85,0	100/100	91,1/89,4	100/100	100/100	88,2/90,4	100/100	92,3/91,1	85,6/94,4
Маис, СТС + ПАВ Биг 90	30 + 20 + 0,2 л/га	94,0/91,3	100/100	98,4/96,1	100/100	100/100	93,3/95,1	100/100	97,1/75	87,7/94,7
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 1)	50 + 0,2 л/га	86,2/83,4	100/100	89,0/91,3	100/100	100/100	87,4/89,6	100/100	+8,8/10,2	79,8/84,3
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 2)	30 + 20 + 0,2 л/га	91,3/89,1	100/100	93/95,5	100/100	100/100	90,1/93,3	100/100	89,8/50,1	80,2/81

Примечание. В числителе указана численность и масса сорных растений в 2014 г., в знаменателе – в 2015 г., в контроле в числителе – численность сорняков, шт/м², в знаменателе – масса сорняков, г/м².

пахучей, звездчатки средней, пастушьей сумки и подмаренника цепкого погибли полностью.

Уборку картофеля в 2014 г. проводили 20 сентября, в 2015 г. – 23 сентября. Снижение засоренности посадок картофеля способствовало повышению урожайности картофеля. За двухлетний период исследований получены достоверные прибавки урожая, которые составили 8,2–8,5 т/га в вариантах опыта с внесением Маис, СТС и 3,9–7,8 т/га в эталонных вариантах (табл. 5).

Таблица 5 – Хозяйственная эффективность применения гербицидов «Маис» и «Титус», СТС в посадках картофеля, 2014–2015 гг.

Вариант опыта	Норма расхода, г/га	Урожайность, т/га		Прибавка урожая, т/га	
		2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Контроль (без прополки)	–	16,4	17,1	–	–
Маис, СТС + ПАВ Бит 90	50 + 0,2 л/га	24,7	25,3	8,3	8,2
Маис, СТС + ПАВ Бит 90	30 + 0,2 л/га 20 + 0,2 л/га	24,8	25,6	8,4	8,5
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 1)	50 + 0,2 л/га	24,2	23,9	7,8	6,8
Титус, СТС + ПАВ Тренд 90 (эталон 2)	30 + 0,2 л/га 20 + 0,2 л/га	20,6	21,0	4,2	3,9
НСР ₀₅	–	6,7	6,9	–	–

Таким образом, результаты проведенного в 2014–2015 гг. полевого опыта показали, что гибель сорняков через 30 дней после внесения гербицида «Маис», СТС (50 и 30 + 20 г/га) в смеси с ПАВ Бит 90 (0,2 л/га) составила 95,6–98,4 %, а их вегетативная масса снизилась на 93,1–97,1 %, при этом получены достоверные прибавки урожая, которые составили 8,2–8,5 т/га.

В результате исследований в 2015 г. общая урожайность картофеля (табл. 6), выращиваемого на грядах (рис.), при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{150}$ и $N_{120}P_{90}K_{180}$ на фоне 40 т/га органических удобрений при густоте посадки 48–52 тыс. клубней/га и 53–58 тыс. клубней/га, установлена достаточно на высоком уровне: сорт Манифест в 2 строки 45,4–48,5 и 47,8–53,4 т/га, в 3 строки 44,0–53,8 и 47,3–49,1 т/га; Скарб в 2 строки 41,6–46,5 и 41,4–50,5 т/га, в 3 строки 46,5–51,7 и 45,8–49,4 т/га; Акцент в 2 строки 41,2–44,7 и 42,9–46,3 т/га, в 3 строки 36,0–43,0 и 35,7–40,4 т/га соответственно.

Увеличение густоты посадки на грядах неоднозначно отражается на урожайности сортов картофеля. Так, у сортов Манифест, Скарб и Акцент при 2-строчной посадке отмечен рост урожайности на 2,4–4,9 т/га, 4,0 и 1,6–1,7 т/га соответственно, а при 3-строчной посадке снижение – на 4,7 т/га, 0,7–2,3 и 0,3–2,6 т/га соответственно.

Следует отметить, что в структуре урожая у сортов Скарб и Акцент при 2-строчной посадке картофеля преобладает крупная фракция клубней 52,7–64,8 и 57,0–58,0 % соответственно, а в 3-строчной – семенная фракция 40–60 мм.

Таблица 6 – Влияние уровня питания (дозы удобрений) и схемы посадки картофеля в гряде на урожайность культуры, 2014–2015 гг.

Вариант ольга	Гряда, 2 строки (42 + 42 см)						Окупаемость, кг от 1 кг НРК
	Урожайность по годам, т/га		Прибавка урожайности, т/га				
	2014 г.	2015 г.	X среднее	общая	органические удобрения	НРК + НП	
	Сорт Манифест						
Контроль (без удобрений)	27,8	22,8	25,3	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	32,9	27,2	30,1	4,8	4,8	–	120,0
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ + НП*	49,1	45,4	47,2	21,9	–	17,1	57,0
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + НП	51,0	48,5	49,8	24,5	–	19,7	50,5
НСР _{05 т/га}	3,73						
	Сорт Скарб						
Контроль (без удобрений)	22,4	21,2	21,8	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	23,6	27,9	25,7	3,9	3,9	–	97,5
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ + НП	40,5	42,1	41,3	19,5	–	15,6	52,0
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + НП	41,9	46,5	44,2	22,4	–	18,5	47,4
НСР _{05 т/га}	3,86						
	Сорт Акцент						
Контроль (без удобрений)	25,2	16,2	20,7	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	26,0	22,4	24,2	3,5	3,5	–	87,5
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ + НП	48,0	41,2	44,6	23,9	–	20,4	68,0
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + НП	50,9	44,7	47,8	27,1	–	23,6	60,5
НСР _{05 т/га}	4,33						

Окончание таблицы 6

Вариант опыта	Гряды, 3 строки (42 + 42 + 42 см)						Окупае- мость, кг от 1 кг НРК
	Урожайность по годам, т/га		Прибавка урожайности, т/га			НРК + НП	
	2014 г.	2015 г.	Х среднее	общая	органические удобрения		
	Сорт Манифест						
Контроль (без удобрений)	24,7	24,1	24,4	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	26,5	28,5	27,5	3,1	3,1	–	77,5
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ + НП*	50,4	45,7	48,1	23,7	–	20,6	68,7
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + НП	55,5	49,1	52,3	27,9	–	24,8	63,6
НСР _{05 т/га}	3,73						
	Сорт Скарб						
Контроль (без удобрений)	20,9	23,7	22,3	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	25,3	28,7	27,0	4,7	4,7	–	117,5
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ + НП	41,1	46,5	43,8	21,5	–	16,8	56,0
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + НП	42,9	49,4	46,1	23,8	–	19,1	49,0
НСР _{05 т/га}	3,86						
	Сорт Акцент						
Контроль (без удобрений)	22,8	18,5	20,6	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	25,2	24,5	24,8	4,2	4,2	–	105,0
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ + НП	45,6	36,0	40,8	20,2	–	16,0	53,3
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + НП	52,8	40,4	46,6	26,0	–	21,8	55,9
НСР _{05 т/га}	4,33						

*НП – некорневые подкормки микроэлементами В, Сu, Мп (бор 40 т/га, медь 50 т/га, марганец 50 т/га действующего вещества) в баковой смеси с фунгицидами против фитофтороза в фазе начала бутонизации 2-кратно.



Рисунок – Уборка картофеля комбайном SE-150-60 на грядах в 2 строки с междурядьем 84 см (42 + 42 см) и 3 строки с междурядьями 42 см (42 + 42 + 42 см) в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (аг. Самохваловичи Минского района), 2015 г.

Товарная урожайность картофеля, выращиваемого на грядах, при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{150}$ и $N_{120}P_{90}K_{180}$ на фоне 40 т/га органических удобрений, густоте посадки 48–52 тыс. клубней/га и 53–58 тыс. клубней/га составила: Манифест в 2 строки 43,0–45,9 и 45,4–51,1 т/га, в 3 строки 40,7–50,6 и 44,7–46,9 т/га; Скарб в 2 строки 40,8–45,9 и 40,7–49,8 т/га, в 3 строки 44,8–49,9 и 43,1–48,2 т/га; Акцент в 2 строки 40,2–44,4 и 42,0–45,4 т/га, в 3 строки 35,1–42,1 и 34,8–39,7 т/га соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При внесении гербицида «Маис», СТС (50 и 30 + 20 г/га) в смеси с ПАВ Бит 90 (0,2 л/га) гибель сорной растительности через 30 дней составила 95,6–98,4 %, а их вегетативная масса снизилась на 93,1–97,1 %, при этом получены достоверные прибавки урожая, которые составили 8,2–8,5 т/га.

В целом за 2014–2015 гг. исследований общая урожайность по сортам составила: Манифест в 2 строки 47,2–49,8 т/га, в 3 строки 48,1–52,3 т/га; Скарб в 2 строки 41,3–44,2 т/га, в 3 строки 43,8–46,1 т/га; Акцент в 2 строки 44,6–47,8 т/га, в 3 строки 40,8–46,6 т/га, а товарная урожайность у сорта Манифест

в 2 строки 44,7–47,6 т/га, в 3 строки – 45,5–49,9 т/га; Скарб 39,8–43,3 и 42,6–45,5 т/га; Акцент 42,8–46,8 и 39,1–45,5 т/га соответственно.

Прибавка урожайности от органических удобрений при выращивании картофеля на грядах по сортам составила: Манифест 3,1–4,8 т/га (окупаемость 1 т органических удобрений 77,5–120 кг клубней), Скарб 3,9–4,7 т/га (97,5–117,5), Акцент 3,5–4,2 т/га (87,5–105,0 кг). Окупаемость минеральных удобрений урожаем клубней по сортам составила: Манифест 50,5–68,7, Скарб 47,4–56,0, Акцент 53,3–68,0 кг.

По биохимическим показателям (сухое вещество, крахмал, суммарный белок, витамин С, нитраты) при внесении удобрений установлено снижение содержания сухого вещества, крахмала, витамина С и увеличение содержания суммарного белка и нитратов.

Список литературы

1. Павлова, О.А. Влияние агротехнических приемов на урожайность и качество картофеля при возделывании на грядах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.09, 05.20.01 / О.А. Павлова; ВНИИКС им. Лорха. – М., 2006.
2. Бургхаузен, Р. Возделывание картофеля методом двойных рядов / Р. Бургхаузен // Междунар. с.-х. журн. – 1966. – № 4. – С. 14–17.
3. Бурлака, В.В. Биологические основы растениеводства на переувлажненных почвах Дальнего Востока / В.В. Бурлака. – Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 1967. – С. 112–114.
4. Петько, А.Б. Урожай картофеля и условия его уборки при ленточном способе посадки на грядах / А.Б. Петько // Картофелеводство: межвед. тем. сб. – Минск, 1976. – Вып. 3. – С. 96–99.
5. Севернев, М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М.М. Севернев. – Минск: Ураджай, 1994. – 221с.
6. Банадысев, С.А. Особенности применения современных технологий возделывания картофеля / С.А. Банадысев, М.И. Юхневич // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства. – Минск: Мерлит, 2000. – Вып. 10. – С. 230–241.
7. Старовойтов, В.И. Перспективы развития технологии выращивания картофеля на грядах / В.И. Старовойтов, Н.В. Воронов, О.А. Павлова // Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – С. 147–151.
8. Киселев, Е.П. Специфика картофелеводства на Дальнем Востоке // Картофель России. – М., 2003. – Ч. III. – С. 180–219.
9. Киселёв, Е.П., Совершенствование грядовой и голладской технологий возделывания картофеля в Приамурье и Приморье / Е.П. Киселев, В.М. Ступин // Материалы междунар. юбилейн. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства НАН Беларуси. – Минск: Мерлит, – 2003. – Ч. 2. – С. 249–256.

10. Колчинский, Ю.Л., Опыт применения зарубежных технологий возделывания картофеля в России / Ю.Л. Колчинский, Л.М. Колчина. – М.: Информ-агротех, 1997. – 159 с.
11. Система удобрений сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.В. Лапа [и др.] / БелНИИПА. – Минск, 1997. – 16 с.
12. Шпаар, Д. Картофель: возделывание, уборка, хранение / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер; под ред. Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
13. Росс, В. Биометрические измерения в посевах сельскохозяйственных культур / В. Росс, Ю. Росс. – М.: ВАСХНИЛ, 1969. – 25 с.
14. Методика исследований по культуре картофеля // НИИ картофельного хозяйства; редкол.: Н.С. Бацанов [и др.]. – М., 1967. – 265 с.
15. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С.А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 70 с.
16. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1981. – 495 с.
17. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос. – 1985. – 416 с.

Поступила в редакцию 23.11.2016 г.

S.A. TURKO, D.D. FITSURO, I.I. BUSKO, V.N. NAZAROV,
D.S. GASTILO, V.A. SERDYUKOV, I.V. LEVANTSEVICH,
L.A. MANTSEVICH

EFFICIENCY OF PROTECTION POTATOES FROM WEEDS, FERTILIZER DOSES AND POTATOES YIELD IN SEEDBEDS

SUMMARY

The research results of potatoes cultivation on beds are presented. When making «Mais» herbicide, STS (50 and 30 + 20 g/ha) in mixture with PAB Bit 90 (0,2 l/ha) destruction of pests on the potatoes after 30 days treatment accounted for 97.6–98.4 %, and their vegetative mass decreased by 93.1–95.8 %, thus obtained significant yield increase which amounted to 8.4 t/ha. The application of mineral fertilizers doses $N_{90}P_{60}K_{150}$ and $N_{120}P_{90}K_{180}$ on the background of 40 t/ha of organic fertilizers will provide the marketable potatoes yield in the seedbeds on grades: Manifest in 2 lines – 44.7–47.6 t/ha and 3 rows – 45.5–49.9 t/ha; Skarb – 39.8–43.3 and 42.6–45.5 t/ha; Aktsent – 42.8–46.8 and 39.1–45.5 t/ha, respectively.

Key words: potatoes, seedbeds technology, variety, fertilizer, Belarus.

РАЗДЕЛ 4

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:58.02: 631.454: 631.811.98: 631.816.12: 631.816.2: 631.816.35:
632.938.2: 632.983.1 (470.57)

А.Д. Андрианов¹, Д.А. Андрианов¹, Д.Н. Егоров², Н.В. Кузнецов³

¹ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»,
г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

²ООО «Грин Лифт», г. Нижний Новгород, Россия

³ООО «Новые агротехнологии», г. Нижний Новгород, Россия

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

ГРИН ЛИФТ – НОВЕЙШЕЕ СРЕДСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Создан новый препарат Грин Лифт для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки, защиты от болезней и снятия стресса сельскохозяйственных культур. Нами проведены полевые опыты по изучению данного препарата на раннеспелом Ред Скарлетт и среднепозднем Мелодия сортах картофеля. Наибольшая урожайность клубней картофеля за годы исследований была достигнута при обработке Грин Лифт при посадке и в бутонизацию и цветение. Прибавка к контролю составила соответственно по сортам 8,9 и 11,2 т/га. Наиболее экономически выгодно было обрабатывать три раза при посадке и в фазы бутонизации и цветения.

Ключевые слова: ранний картофель, микроудобрение, фунгицид, Грин Лифт, урожайность и качество клубней.

ВВЕДЕНИЕ

В Башкирской АССР основоположником научного картофелеводства являлся Александр Тимофеевич Гладков (19 июля 1899 г. – 20 сентября 1968 г.) [15, 16]. Он рекомендовал вносить под картофель и минеральные, и органические удобрения для полноценного питания растений культуры.

Кроме основных макро- и мезоэлементов важную роль в оптимизации роста и развития растений картофеля играют микроэлементы [34, 46, 57]. Они различны по своим физическим и химическим свойствам. Среди них встречаются металлы (цинк, медь, марганец, кобальт, ванадий, молибден), неметаллы (бор), галогены (йод). Микроэлементы можно разделить на две группы

по потребности в них возделываемых растений: необходимые и полезные. К первой относят марганец, цинк, медь, молибден, бор, хлор, никель по следующим критериям: 1) без них не может завершиться жизненный цикл растения; 2) физиологические функции, выполняемые с участием конкретного химического элемента, не осуществляются при его замене на другой элемент; 3) они обязательно вовлекаются в метаболизм растения. В настоящее время из микроэлементов полезными для растений считаются кобальт, селен, кремний, алюминий, йод и некоторые другие, так как необходимы только в определенных условиях и только для определенных видов растений.

Роль микроэлементов для растений многогранна. Они призваны улучшать обмен веществ, устранять функциональные нарушения, содействовать нормальному течению физиолого-биохимических процессов, влиять на процессы фотосинтеза и дыхания. Под действием микроэлементов возрастает устойчивость растений к бактериальным и грибковым болезням, неблагоприятным факторам окружающей среды.

В Башкирской АССР целесообразность и эффективность применения микроэлементов на картофеле среднераннего сорта Ульяновский и среднепозднего сорта Лорх обработкой семенных клубней перед посадкой доказали исследования З.И. Ключарёвой (1969) и С.Н. Надёжкина (1969).

Применение традиционных химических соединений микроэлементов в форме неорганических солей является недостаточно эффективным способом удобрения и защиты растений от болезней, а также менее технологично в использовании по сравнению с жидкими концентрированными микроудобрениями. Одновременно требует высокого профессионализма и компетентности агронома для применения таких микроудобрений.

Известно, что в растениях микроэлементы вовлекаются в процесс обмена веществ в ионной форме. Этому требованию отвечают хелаты или комплексоны металлов (далее – КМ), созданные впервые в мире в СССР. Сущность действия КМ состоит в активизации деятельности ферментов, воздействии на биохимические процессы, протекающие в клетках, стимуляции роста и развития растительного организма. При недостаточном поступлении в организм растения биометаллов из-за их антагонизма с другими ионами ранний картофель отличается низким и неполноценным по качеству урожаем. Как показали наши исследования, применение КМ оказалось эффективным приемом в условиях Республики Башкортостан на выщелоченном черноземе по действию на величину и качество урожая раннего картофеля [2, 36, 46]. В настоящее время на рынке Российской Федерации представлено большое разнообразие хелатных микроудобрений.

Возрастающий интерес к координационным соединениям металлов, обладающим биологически активными свойствами, вызван их высокой активностью, как катализаторов реакций обмена, как стабилизаторов необычной степени окисления металлов, как транспортного средства физиологически важных молекул, атомов и катионов через мембраны клеток. Применение мембраноактивных координационных соединений, избирательно транспортирующих

микроэлементы в клетку, открывает совершенно новые возможности управления процессами в живой природе. Установлено, что биологически активные координационные соединения значительно быстрее проникают в клетку, являются более лабильными, менее токсичными и за счет синергетического эффекта в 2–10 раз более эффективны для растений в более низких концентрациях, чем неорганические соли.

В 80-е гг. глубокие исследования по применению КМ на картофеле впервые в СССР были проведены в Челябинской области В.С. Кожемякиным на среднераннем сорте Краснопольский и среднеспелом сорте Горноуральский [23, 24, 25, 26, 27]. Установлено, что КМ при обработке клубней перед посадкой ускоряли появление всходов и развитие картофеля, увеличили количество стеблей, их толщину и общий вес подземной части куста, увеличили его листовую поверхность. Комплексные соединения металлов повышали урожайность клубней на 31–34 %, значительно улучшали их качество за счет увеличения содержания крахмала и повышения товарности. Существенно снизилась заболеваемость картофеля вирусными, бактериальными и грибными болезнями, значительно улучшалась сохранность клубней в период длительного хранения. Наибольший эффект обеспечило применение КМ Cu, Fe и их смеси, лучшим способом применения является обработка клубней 0,001 %-м раствором препаратов перед посадкой. Достаточно эффективной оказалась внекорневая подкормка в фазе начала бутонизации 0,2 %-ми растворами. При этом выявилась сортовая реакция на данный агроприем. Среднеранний сорт Краснопольский дал наибольшую прибавку при двукратной обработке смесью КМ ДТПУ Fe + Cu + Zn + Co (прибавка урожая в среднем за 1983–1985 гг. к контролю составила 31 %), а среднеспелый сорт Горноуральский оказался более отзывчивым на предпосадочную обработку клубней КМ ДТПУ Cu (прибавка урожая – 34 %).

Продолжил исследования КМ на Челябинской плодовоовощной селекционной станции им. И.В. Мичурина Н.Н. Николаев в 1986–1988 гг. [41, 42]. Было выявлено, что в периоды неблагоприятных условий внешней среды под воздействием КМ повышается водоудерживающая способность клеток растений картофеля. Следствием создания мощного фотосинтетического аппарата, высокой продуктивности фотосинтеза, повышенного содержания микроэлементов в тканях и является рост урожайности картофеля на 3,6 т/га от действия смеси КМ.

В последующем В.С. Кожемякиным и А.В. Жолниным было показано, что переходные металлы обладают биорегуляторными свойствами со стимулирующим эффектом, а щелочные металлы – с ингибирующим эффектом. КМ снимают стрессы у растений картофеля от абиотических факторов [28, 29, 30].

В.С. Кожемякин и А.А. Васильев на основе исследований 1983–1985 гг. пришли к выводу, что для сбалансированного питания картофеля помимо предпосадочного внесения полного минерального удобрения (NPK) локально или вразброс (в зависимости от технических возможностей хозяйства) необходимо проводить предпосадочную обработку семенных клубней и опрыскивание растений в фазе бутонизации КМ [31]. Использование хелатированных

микроудобрений должно стать обязательным элементом современных технологий выращивания картофеля на Южном Урале. Это позволило Южно-Уральскому научно-исследовательскому институту садоводства и картофелеводства (далее – ЮУНИИСиК) разработать технологию производства картофеля с применением биологически активных веществ [45].

А.А. Васильев и В.С. Кожемякин на базе многофакторного полевого опыта 1983–1985 гг. установили, что урожайность картофеля в сильной степени зависела от погодных условий (52,6 %), предпосадочной обработки клубней (11,9), внекорневой обработки (9,6), генотипа (8,2) и в значительно меньшей степени – от микроэлемента (0,6 %) [5]. Полевые опыты, проведенные в ЮУНИИСиК в 2008–2011 гг. с хелатными микроудобрениями Реаком-картофель и Тенсо-коктейль, подтвердили высокую эффективность КМ на культуре картофеля.

Опыты А.А. Васильева показали, что фолиарная обработка растений хелатными микроудобрениями повышает устойчивость картофеля к фитофторозу и сухой язвенной гнили стеблей (степень развития болезней снижалась в 1,3–2,0 раза), увеличивает площадь листьев в среднем по исследованным сортам на 3,71–7,85 тыс. м²/га (9,3–25,5 %), а как следствие, обеспечивает рост продуктивности сорта Губернатор – на 8,45–10,08 т/га, Невский – на 5,11–7,02, Спиридон – на 7,58–9,30, Тарасов – на 8,00–8,47, Балабай – на 4,78–5,91 т/га, гарантируя получение планируемой урожайности 40 т/га [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

А.В. Коршунови др. обобщили результаты применения КМ в разных регионах Российской Федерации, включая и наши данные [32, 36]. Применение смеси микроэлементов в форме КМ дает практически одинаковые прибавки урожая при обработке посадочных клубней и посадок в фазе бутонизации. В многолетних опытах на различных почвах прирост урожая от использования КМ составляет: на низинном торфянике – 7,6–12,3 %, на дерново-подзолистой супесчаной почве – 11–18, на горно-луговой – 11,8, на выщелоченном черноземе – 7,6 % (Д.А. Андрианов и А.Д. Андрианов, Республика Башкортостан). Применение смеси микроэлементов в форме КМ обуславливает не только повышение урожая картофеля, но и улучшение качества, увеличение содержания крахмала в клубнях, снижение поражения грибными болезнями и лучшую сохранность.

Н.А. Коршунова выявила, что раздельное и совокупное использование КМ и систем защиты – это рациональные пути управления урожаем и качеством картофеля, а также уменьшения поражаемости различными болезнями [35].

А.В. Селиванов и Л.С. Федотова в полевых опытах (2011–2013 гг.) в Республике Чувашия нашли, что применение биопрепаратов и микроэлементов в хелатной форме для обработки клубней и некорневых подкормок как по отдельности, так и в совокупном действии положительно влияли на рост и развитие ботвы, ассимиляционной поверхности и показатели фотосинтетической деятельности и урожайности клубней [48].

Е.Д. Гарьянова и др. [47] и Г.В. Гуляева и др. [13] изучали хелатное удобрение цитовит в Астраханской области на раннем картофеле и отметили его положительное действие.

К. Gröschl для условий Германии обоснованно пишет, что современные микроудобрения на картофеле могут быть высокоэффективными только при точном расчете [56]. Сроки, дозы и способы их применения зависят от почвенной и растительной диагностики, и должны быть приурочены к важнейшим стадиям роста и развития растений картофеля, когда соответствующие микроэлементы необходимы для оптимального прохождения всех этапов жизнедеятельности и формирования высокого урожая клубней лучшего качества.

В настоящее время за рубежом предпочтение отдается производству микроудобрений на основе ЭДТА (Голландия, Финляндия, Израиль, Германия).

За последние годы выявлено, что традиционные комплексоны ЭДФ, НТФ и ОЭДФ загрязняют окружающую среду, способствуют накоплению тяжелых металлов во всех средах и изменению видового состава биогеоценоза (возможно, необратимого). Одновременно прямой вред наносят и фосфорорганические комплексоны – ОЭДФ и НТФ, комплексоны на основе фосфоновых кислот. Поэтому необходима и актуальна замена таких соединений на новые комплексоны, так как позволяет своевременно предупредить опасность сдвига экологического равновесия в природе из-за устаревших комплексонов.

Использование нанообъектов с размерами, соизмеримыми с радиусом действия межмолекулярных сил, позволяет реализовывать новые явления и процессы. Наночастицы воздействуют на биологические объекты на клеточном уровне, внося свою избыточную энергию, повышающую эффективность протекающих в растениях процессов, а также участвуя в процессах микроэлементного баланса, то есть являются биоактивными. Микроэлементы расходятся постепенно, генерируя по мере необходимости ионы и электроны, быстро включающиеся в биохимические реакции в момент образования. Таким образом, достигается пролонгирующий эффект питания растений с огромной удельной поверхности (до 400 м²/г вещества), содержащей множество источников, окруженных оболочкой ионов. Они, участвуя в процессах переноса электронов, усиливают действие ферментов, переводящих нитраты в аммонийный азот, расширяют возможности воздействия на дыхание клеток, фотосинтез, синтез ферментов и аминокислот, углеводный и азотный обмен, а также непосредственно на минеральное питание растений. Имея высокую подвижность, они взаимодействуют друг с другом и могут конгломерировать на поверхности растений, регулируя целевые эффекты. Так, наночастицы меди, железа, цинка обладают иммунизирующим эффектом.

Возможно обогащение через растительное сырье продуктов питания, комбикормов, медицинских и ветеринарных препаратов селеном, йодом, германием, кремнием и другими элементами в биологически активных наноформах.

Комплексное минеральное микроудобрение Грин Лифт рекомендовано для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки растений. Удобрение представляет собой водную суспензию соединений биогенных макро- и микроэлементов, связанных с ультрадисперсными частицами твердого оксида. При обработке на растениях образуются наноразмерные структуры,

обеспечивающие высокую эффективность процессов их минерального питания, защиты и развития.

В отличие от известных препаратов действующие вещества Грин Лифт находятся в иммобилизованном состоянии за счет межмолекулярных взаимодействий, распределяясь в твердой аморфной «матрице-носителе» на основе наночастиц труднорастворимого неорганического оксида и природных полисахаридов. При обработке растений на их поверхности в процессе высыхания формируется композиция в виде пленки, в которую встраиваются молекулы природных органических компонентов, формируя ее трехмерную структуру, имитирующую природные образования, что повышает ее биологическую активность и специфическую способность связываться с поверхностью растений. Сродство к природным компонентам повышается при добавке комплексообразователей, участвующих в цикле Кребса и являющихся активаторами энергетических процессов. В результате текстура поверхности пленки представляет собой сочетание островков и неровностей с микро- и наноразмерными пиками. Особенности текстуры поверхности такой пленки препятствуют образованию капель, обеспечивают ее высокую селективность и гидрофильность. За счет «избыточной валентности» развитой поверхности, водородных связей, дипольных и других взаимодействий образуются граничные полимолекулярные слои воды, структура и свойства которой поддерживают диффузионные и реакционные процессы, ионообменную, каталитическую и биологическую активность композиции Грин Лифт. Состав избирательно усваивается растениями и почвенными микроорганизмами с большой удельной площади, содержащей множество активных центров – катионов металлов. Пролонгированность целевых свойств удобрения обеспечивает постепенное потребление оптимальных количеств питательных веществ, снижая химическую нагрузку и не угнетая растения в посевах [14, 44].

Разностороннее изучение применения принципиально нового вида удобрения в условиях Республики Башкортостан по его влиянию на рост и развитие, фотосинтетическую активность и устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, урожайность и качество клубней картофеля разных групп спелости позволит разработать наиболее эффективные способы и выявить оптимальные сроки обработок растений культуры.

Созданная композиция образует на поверхности семян и растений наноразмерные гетерогенные зоны, обеспечивающие дополнительное влагоудержание, повышенные реакционную активность и транспорт элементов минерального питания. В свою очередь, стимуляция природных механизмов питания запускает компенсационные иммунологические реакции растений, способствующие преодолению стресса различной природы и оптимизации развития растений.

Одновременно композиция препарата Грин Лифт включает в себя и комплекс карбоновых кислот, вовлекаемых в цикл Кребса, что характеризует этот препарат не только как комплексное удобрение, регулятор роста растений, но и как фунгицид.

Первый нанотехнологичный инновационный препарат, изученный нами на картофеле, был Альбит, который в биологизированной системе защиты раннего картофеля от болезней вызывает индуцированный иммунитет [1, 4].

Но еще задолго до этого в 60-х и 70-х гг. прошлого столетия нами в Башкирской АССР разрабатывалась теория и практические приемы для формирования у различных сортов картофеля системной устойчивости к вирусным болезням [3]. Данное явление у разных отечественных и иностранных научных школ именуется различно. В публикациях используются термины «индуцированная устойчивость», «сенсбилизация», «приобретенный иммунитет», «перекрестная защита», «вакцинация», «системная индуцированная устойчивость», «физиологическая устойчивость».

Вещества, стимулирующие иммунную систему и индуцирующие устойчивость зародышевых растений к вредным организмам, называются элиситорами, индукторами устойчивости или активаторами болезнеустойчивости. Целью формирования приобретенного иммунитета является производство товарной продукции планируемого уровня урожайности и качества с наивысшей энергетической и экономической эффективностью. Для этого необходимо решить следующую задачу: обработкой растений элиситорами закалить их и подготовить к быстрому и интенсивному функционированию защитных механизмов в период распространения заболевания.

Для получения положительного результата иммунизации требуется соблюдение нескольких обязательных условий:

1. *Стимулировать приобретенный иммунитет можно только с помощью специфических индукторов (элиситоров).* Они могут быть самой разнообразной химической природы и индуцируют фитоиммунный ответ в чрезвычайно низких концентрациях с узким оптимальным их интервалом. У картофеля наибольший отклик на обработку иммунизаторами наблюдается у физиологически молодых тканей и органов, когда растения находятся на 1–7 этапах органогенеза.

2. *Экологичность и безопасность защиты растений.* Ткани и органы иммунизированных растений при правильном использовании препаратов повышают устойчивость агроландшафтов и безопасны для человека и сельскохозяйственных животных. Часто использование высоких концентраций активаторов защитных реакций опасно и неэффективно. При этом комплекс физиологически активных веществ достигает таких количеств, что растительные ткани и органы становятся ядовитыми для теплокровных организмов. При использовании биогенных индукторов с такими параметрами со временем многие физиологически активные вещества подвергаются естественному процессу взаимосвязанных циклов биохимических реакций. И если патогены проникают в листья и стебли растения в это время, то происходит усиленное поражение из-за его ослабленного состояния.

3. *Применение элиситоров возможно только при обязательной очистке препаратов от токсинов и супрессоров, препятствующих индукции*

устойчивости у культурных растений. По нашим данным, низкая степень очистки наблюдается у Планриза.

4. Необходимо определить длительность периода эффективности и выявить оптимальную кратность обработок фитоиндукторами на конкретных сельскохозяйственных культурах. Это позволяет выявить верхний допустимый порог суммарной концентрации элиситора, превышение которого ведет к стимуляции восприимчивости зародышевых растений к болезням. Такое явление имело место при применении Планриза на раннем картофеле в наших предыдущих опытах. И это при том, что до начала бутонизации наблюдался наиболее положительный эффект именно в вариантах с применением Планриза. К достоинствам иммунизации можно отнести то обстоятельство, что при этом снимаются стрессы различной природы. Большая доза препаратов индуцирует некроз, но не защиту от внедрения патогена. Поэтому так малы сенсibiliзирующие дозы изученных биофунгицидов.

Бурно развивающееся растение как бы «уходит от болезни». С другой стороны, в ряде случаев активно растущее растение представляет собой более привлекательную мишень для патогенов и в большей степени ими поражается, что было нами отмечено на раннем картофеле при изучении Планриза. Поэтому одной только ростостимулирующей активности для защиты растений от болезней недостаточно.

Постепенно происходит стирание граней между биологическим и химическим методами. Биологический метод – это использование живых организмов, продуктов их жизнедеятельности или синтетических аналогов для уменьшения популяции организмов, вредящих растениям, с целью снижения их вредоносности. Если исходить из этого определения, то в арсенале современных препаратов достаточно много используют соединений природного происхождения, например производные стробилуриновых соединений, являющихся основой современных фунгицидов, начало которым отыскали в мякоти растущего под хвойным деревом съедобного гриба *Strobilurus tenacellus*, который растет на опавших сосновых шишках и похож на поганку. Гриб распыляет это вещество вокруг и подавляет микроорганизмы. Стробилурины являются действующими веществами таких препаратов, как Строби, Амистар и др.

Флудиноксил – вещество, вырабатываемое почвенной бактерией *Pseudomonas pyrrocinia*. Синтетический аналог используется при создании таких препаратов для обработки семян, как Максим и др.

С одной стороны, это химический метод. Препараты синтезируются на заводах. Но с другой стороны, они имеют биологическое происхождение, используют аналоги природных соединений, что автоматически заносит их в ряд биологических средств защиты растений. У них высокая эффективность, малая токсичность для позвоночных, безопасность к окружающей среде, снижена кратность обработок.

Принципы подхода к безопасному и экологически чистому земледелию требуют изменений. Когда говорят, что произвели экологически чистый урожай,

указывают на использование биологического метода. Но можно ли утверждать так? Токсины, вырабатываемые бактериями и грибами, не так уж безопасны для теплокровных.

Все препараты, которые нарушают физиологические процессы за счет токсинов, имеющих природное происхождение, от этого не менее токсичны, чем вещества искусственного синтеза.

Одновременно неприменение защитных мероприятий не спасает от токсинов в продукции. Как показывают последние исследования, опасность для человека представляют не только остатки пестицидов в урожае, но и образующиеся в растениях естественным путем токсины.

Растения синтезируют тысячи естественных пестицидов (танины, жирные кислоты, глюкозиды и многие другие), которые подавляют другие виды растений. Ежедневно вредители потребляют их в количествах, превышающих применение синтетических препаратов в тысячи раз. Механизмы их действия аналогичны синтетическим пестицидам. К этому следует добавить токсические продукты жизнедеятельности самих вредных объектов. Они могут приводить к отравлениям, различного вида токсикозам, потере иммунитета и даже гибели.

Получение в настоящее время абсолютно безопасной сельскохозяйственной продукции в растениеводстве не более чем иллюзия. Используя биологические или химические агенты защиты растений, мы все равно приводим к вводу дополнительных веществ, которые в той или иной мере являются токсинами для человека или среды. Современные средства защиты растений по своим токсикологическим характеристикам не уступают биологическим агентам, а в некоторых случаях даже безопаснее их.

Поэтому в ближайший период основным направлением в защите растений будет создание новых, более безопасных химических средств защиты растений, многие из которых будут иметь биологическое происхождение.

Применение индукторов болезнестойчивости является эффективным приемом фитосанитарной оптимизации агроландшафта при биологизированной системе защиты (БСЗ) в интегральных агротехнологиях (ИА) раннего картофеля. В условиях Республики Башкортостан на культуре раннего картофеля высокую биологическую и экономическую эффективность показали препараты различной биологической природы: Альбит, Вэрва и Гуми-20М.

Долголетние исследования С.Л. Тютерева привели к оформлению теории системного индуцированного иммунитета у растений к стрессовым факторам биотической и абиотической природы [49, 50, 51, 52, 53]. Им найдены различные группы веществ, проявляющие элиситорные свойства, и предложены различные приемы их применения.

В.Д. Поликсенова пишет, что обработанное индуктором растение-хозяин остается в состоянии повышенной устойчивости в течение некоторого времени [45]. Иммунизация растений имеет ряд преимуществ перед использованием биоцидов и дополняет возможности селекции: она экологически безопасна, так как

основана на индукции естественных механизмов защиты растений; системна и достаточно продолжительна; защитные системы включаются только при контакте с патогеном; эффективна одновременно против многих грибов, вирусов и бактерий; безвредна с точки зрения использования растений для кормовых и пищевых целей; в силу включения многих защитных механизмов делает маловероятной адаптацию фитопатогенов к иммунизированным растениям.

Т.Н. Мартинчик изучала на дерново-подзолистой рыхлосупесчанной почве Беларуси влияние комплексного действия регуляторов роста и удобрений на продуктивность картофеля сорта Скарб [37]. Лучшие показатели урожайности (25,1–25,2 т/га) получены в вариантах с применением регуляторов роста Новосил и Потейтин. Содержание крахмала в данных вариантах составило 16,2 %, нитратов – 117 мг/кг клубней.

Е. Liljeroth и др. в Швеции изучали в-аминоасляную кислоту (у Альбита д. в. поли-в-гидроксималяная кислота) и фунгицид Ширлан по отдельности и совместно на сортах картофеля Бинтье, Оватио и Суперб. И были получены достоверные положительные результаты [57].

Цель наших исследований – изучение в условиях Республики Башкортостан действия многофункционального комплексного препарата Грин Лифт на рост, развитие, фотосинтетическую активность, устойчивость к основным болезням, урожайность и качество клубней картофеля двух групп спелости.

В задачи исследований входило решение следующих вопросов:

1. Изучить влияние нового препарата на рост и развитие растений картофеля раннеспелого сорта Ред Скарлетт и среднепозднего сорта Мелодия.
2. Выявить изменения некоторых физиологических процессов в растениях под влиянием применения Грин Лифт.
3. Определить влияние препарата Грин Лифт на ход накопления урожая клубней, его товарность и качество картофеля.
4. Изучить влияние многокомпонентного препарата Грин Лифт на устойчивость растений картофеля к основным болезням культуры в условиях Республики Башкортостан.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В ГУСП совхоз «Алексеевский» Уфимского района Республики Башкортостан в 2012–2014 гг. были проведены исследования по изучению сроков и способов внесения микроудобрения Грин Лифт на раннем картофеле. Полевые двухфакторные опыты были заложены в орошаемом севообороте на выщелоченном, среднегумусном, среднемощном, тяжелосуглинистом черноземе. Пахотный слой почвы имеет следующие агрохимические показатели:

содержание гумуса 7,9–9,0 %;

pH – 5,6–5,9;

доступных питательных веществ в мг на 100 г почвы: азота легкогидролизуемого 2,3–2,6; фосфора подвижного 8,8–10,2; калия подвижного 13,2–15,0;

содержание микроэлементов: цинка (0,12–0,14 мг/кг), бора (0,6) и молибдена (0,27–0,32 мг/кг) – низкое, а марганца (8,0 мг/кг), железа (6,0–6,5) и меди (4,0–4,5 мг/кг) – среднее.

Глубина залегания грунтовых вод – 4,5–5,0 м; общая площадь делянки – 225 м²; размер учетной делянки – 188 м²; повторность опыта трехкратная. Фон питания общий для всех вариантов: расчетная доза удобрений N₉₀P₁₂₀K₁₂₀. Режим орошения по периодам от наименьшей влагоемкости (далее – НВ) в расчетном слое почвы (40 – 50 – 60 см) с предполивным порогом на уровне: 70 % (посадка – всходы + 10 дней) – 80 (начало бутонизации – цветение + 10 дней) – 70 % (цветение + 10 дней – цветение + 20 дней (у среднепозднего картофеля до уборки) соответственно.

Схема опыта предусматривала следующие варианты.

Фактор А. Сорт: 1) раннеспелый Ред Скарлетт (красная соблазнительница); 2) среднепоздний Мелодия.

Фактор В. Комплексный водорастворимый жидкий суспендированный препарат «Грин Лифт»: 1) контроль – обработка посадочного материала и вегетирующих растений водой; 2) обработка клубней; 3) обработка посадок в фазе бутонизации; 4) обработка посадок в фазе цветения; 5) обработка посадок в фазы бутонизации и цветения; 6) обработка клубней и посадок в фазе бутонизации; 7) обработка клубней и посадок в фазы бутонизации и цветения; 8) обработка клубней и посадок в фазе цветения.

Расход рабочей жидкости: при обработке клубней – 10 л/т, вегетирующих растений – 300 л/га. Обработка Грин Лифт клубней – 1 л/т, посадок – 1 л/га.

Густота посадки в годы исследований колебалась у картофеля сорта Ред Скарлетт от 51 до 62 тыс. шт/га и у сорта Мелодия – от 53 до 64 тыс. шт/га. Предшественник – озимая рожь.

Все наблюдения, учеты и анализы проводили по методикам ВНИИКХ [33, 38, 39]. Посадку провели в 2012 г. 17 мая, в 2013 г. 14 мая и в 2014 г. 11 мая. Окончательную уборку урожая клубней сорта Ред Скарлетт провели соответственно по годам 29 августа, 4 сентября и 27 августа, а сорта Мелодия – 12, 6 и 4 сентября.

Сорт картофеля Ред Скарлетт. Год включения сорта в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации – 2007. Оригинатор и патентообладатель – HZPC HOLLAND B.V. Растение низкое промежуточного типа, полупрямостоячее. Стебель средней толщины, антоциановая окраска средняя. Лист промежуточный, зеленый и темно-зеленый. Доли листа средние со слабоволнистыми краями, матовые, имеется плющелистность. Соцветие среднего размера. Цветок красно-фиолетовый со слабым антоциановым окрашиванием внутренней стороны или светло-сиреневого оттенка. Клубни удлиненно-овальные с индексом формы 1,50–1,69. Поверхность клубня немного шелушащаяся. Глубина залегания глазков – 1,1–1,3 мм. Окраска кожуры клубня красная, мякоти – светло-желтая и желтая. Световой росток яйцевидной формы. Основание светового ростка красно-фиолетовой окраски, среднеопушенное. Устойчив к возбудителю рака картофеля, золотистой картофельной цистообразующей

нематоде (Ro 1,4). Восприимчив к возбудителю фитофтороза по ботве и умеренно восприимчив по клубням, парше обыкновенной, альтернариозу. Сорт ультраскороспелый. Vegetационный период составляет 70–75 дней. Вкус удовлетворительный. Содержание крахмала – 10 %. При высоких температурах (+30 °С) происходит потемнение мякоти клубней, особенно на легких почвах. Товарность урожая клубней на уровне стандартов – 82–96 %. Лежкость клубней – 98 %. Сорт отзывчив на дополнительное внесение магния и марганца. Густота посадки при ширине междурядий 75 см для семенных клубней диаметром 28–35 мм составляет 49,4 тыс. шт/га.

Сорт картофеля Мелодия. Год включения сорта в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации – 2009. Оригинатор и патентообладатель – С. Meijer B.V., The Netherlands. Сорт среднепоздний. Столового назначения. Растение промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист крупный, закрытый, от светло-зеленого до зеленого. Волнистость края слабая. Венчик красно-фиолетовый. Клубень овальный с мелкими глазками. Кожура желтая, гладкая до средней гладкости. Мякоть клубня желтая. Масса товарного клубня – 96–179 г. Содержание крахмала – 11,0–17,0 %. Вкус хороший и отличный. Товарность урожая клубней – 87–95 %. Лежкость клубней – 95 %. Устойчив к возбудителю рака картофеля, золотистой картофельной цистообразующей нематоде. По данным оригинатора, устойчив к морщинистой и полосчатой мозаике.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Погодные условия в годы проведения экспериментов сложились по-разному. Температура воздуха в 2012 и 2013 гг. превышала среднемноголетние значения, а в 2014 г. в июне и особенно июле была значительно ниже среднемноголетних значений (рис. 1). Ход суточных и декадных температур во все годы опытов имел очень контрастный характер с резким переходом от холода к теплу.

В 2012 г. сумма выпавших осадков была значительно меньше среднемноголетних значений, а в вегетационный период 2013 г. – в конце июня и в июле (рис. 2). В 2014 г. по этому показателю значения были близки к среднемноголетним, но с третьей декады июня по вторую декаду июля наблюдался резкий дефицит выпавших осадков. А динамика выпадения осадков характеризовалась резким переходом от дождливой погоды к сухой и обратно. Одновременно влажность воздуха в годы исследований была ниже нормы (рис. 3). И как результат – гидротермический коэффициент (далее – ГТК) в период выращивания картофеля был ниже среднемноголетних значений в первые два года, особенно в 2012 г., а в 2014 г. отмечены резкие перепады величины ГТК в обе стороны (рис. 4). Поэтому орошение с выбранным режимом было необходимым для раскрытия потенциала исследованных сортов.

Фенологические наблюдения в опытах показали, что существенного влияния исследованные факторы на прохождение растениями раннего картофеля фенологических фаз роста и развития не оказали. В большей мере длительность межфазных периодов зависела от суммы эффективных температур воздуха.

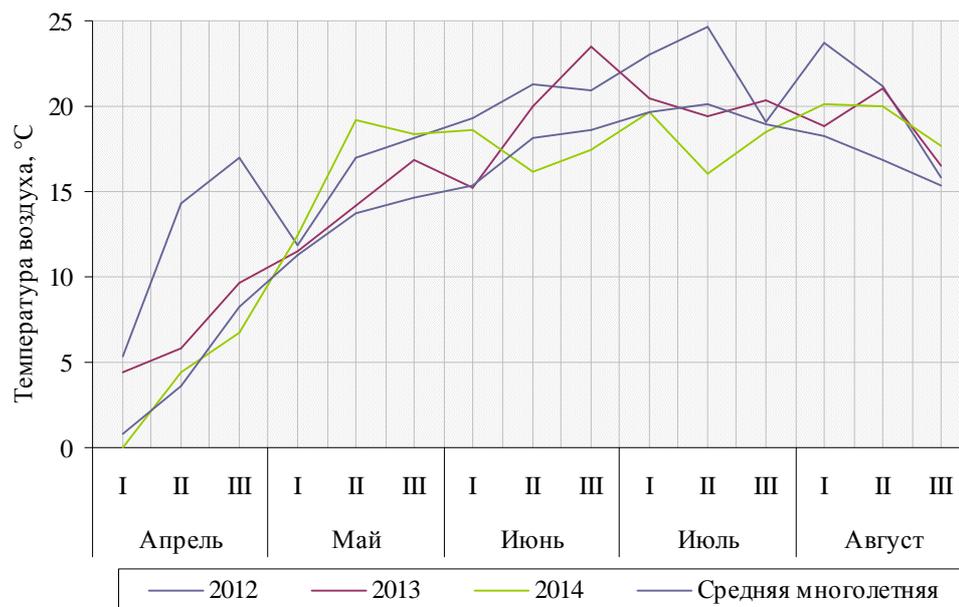


Рисунок 1 – Температура воздуха за вегетационные периоды 2012–2014 гг. по декадам (ГМС Уфа – Дёма)

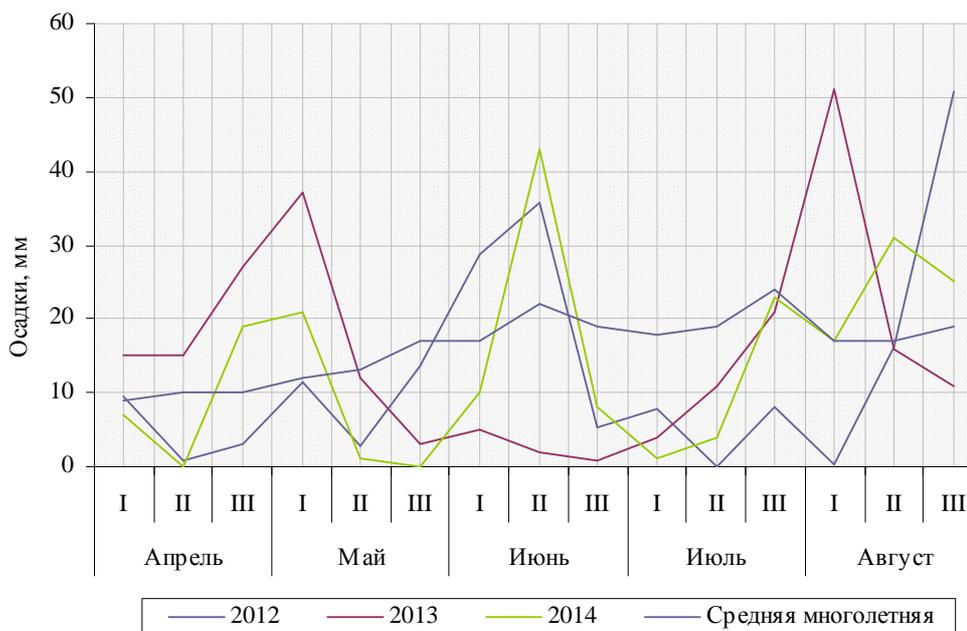


Рисунок 2 – Сумма выпавших осадков за вегетационные периоды 2012–2014 гг. по декадам (ГМС Уфа – Дёма)

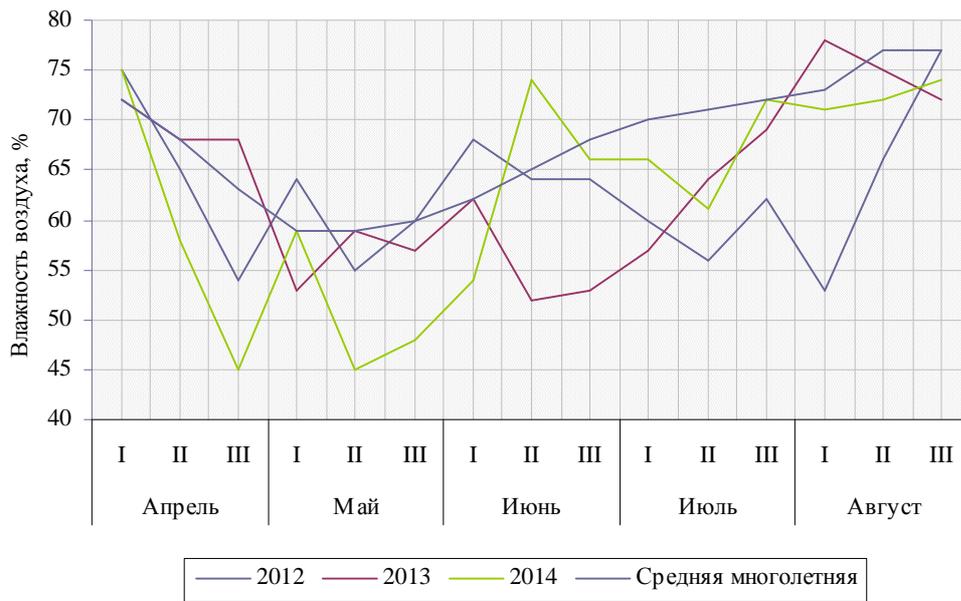


Рисунок 3 – Динамика влажности воздуха за вегетационные периоды 2012–2014 гг. по декадам (ГМС Уфа – Дёма)

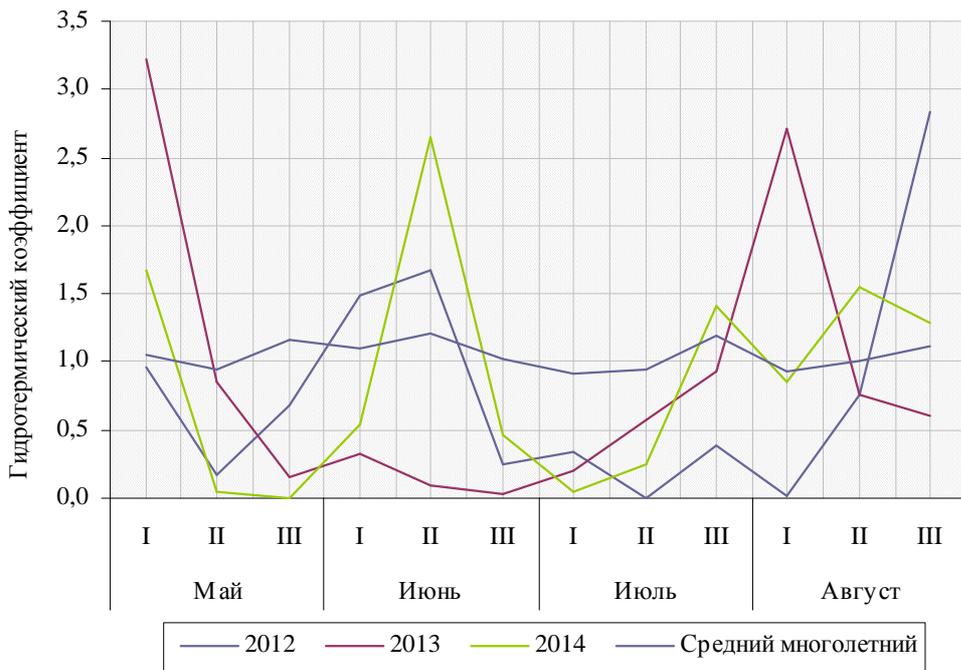


Рисунок 4 – Гидротермический коэффициент за вегетационные периоды 2012–2014 гг. по декадам (ГМС Уфа – Дёма)

Применение Грин Лифт значительно повышало лабораторную и полевую всхожесть (до 96–99,8 %) и количество проросших почек в глазках в сравнении с контролем, а также повысило содержание хлорофилла в листьях во все сроки определения.

Уровень урожайности клубней раннего картофеля в Республике Баршкортостан, по нашим данным, находится в тесной прямой зависимости от площади ассимиляционной поверхности листьев (табл. 1) [1, 2, 3, 46]. Наибольшие значения массы листьев, площади ассимиляционной поверхности и числа стеблей как с одного куста, так и с единицы площади посадок, количества и массы клубней на куст (особенно в период цветения + 20 дней) были отмечены в вариантах с трехкратным применением препарата по обоим сортам. При этом при орошении раннеспелый сорт Ред Скарлетт по указанным параметрам не уступал среднепозднему сорту Мелодия.

Главным показателем эффективности агротехнических приемов выращивания сельскохозяйственных культур является урожайность произведенной товарной продукции. Математическая обработка урожайных данных показала, что изученные факторы оказали существенное влияние на формирование урожая клубней картофеля в опытах как в динамике за июль – август, так и при конечной копке (табл. 2).

Наибольшая урожайность клубней картофеля за три года исследований была достигнута при комплексной трехкратной обработке Грин Лифт. Прибавка к контролю составила соответственно по сортам 10,0 и 12,5 т/га.

Картофель имеет высокие потребительские свойства (табл. 3, 4). Применение комплексного микроудобрения Грин Лифт при трехкратной обработке, расчетной дозы полного минерального удобрения и режима орошения с предполивым порогом по трем периодам вегетации культуры 70 % – 80 – 70 % НВ оказывает наиболее сильное действие по улучшению качества клубней картофеля. Применение его повышало содержание: сухого вещества на обоих сортах на 0,5–0,9 % (при контроле у Ред Скарлетт – 20,1, Мелодия – 19,8); крахмала – на 0,4–0,6 % (при контроле 13,8 и 13,6 соответственно); витамина С – на 1,1–1,2 мг% (при контроле 15,6 и 15,5 соответственно). Содержание нитратов (до 63 мг/кг)

Таблица 1 – Максимальная площадь листьев картофеля в зависимости от обработки Грин Лифт в 2012–2014 гг. Цветение + 20 дней, тыс. м²/га (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Фактор В. Грин Лифт	Фактор А. Сорт	
	Ред Скарлетт	Мелодия
Вода	74,9	77,9
Обработка клубней	79,4	83,7
Бутонизация	80,3	85,4
Цветение	71,9	80,4
Бутонизация + цветение	82,2	87,0
Обработка клубней + бутонизация	86,8	90,4
Обработка клубней + бутонизация + цветение	88,0	93,1
Обработка клубней + цветение	84,3	91,3

Таблица 2 – Урожайность клубней картофеля в зависимости от применения Грин Лифт в 2012–2014 гг., т/га (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Фактор В. Грин Лифт	Фактор А. Сорт	
	Ред Скарлетт	Мелодия
Вода	49,8	57,4
Обработка клубней	52,8	61,2
Бутонизация	53,8	62,8
Цветение	51,7	59,7
Бутонизация + цветение	55,5	66,1
Обработка клубней + бутонизация	58,1	67,9
Обработка клубней + бутонизация + цветение	59,8	69,9
Обработка клубней + цветение	58,4	68,3
НСР ₀₅ , т/га для частных различий	1,49	
НСР ₀₅ , т/га для фактора А	0,59	
НСР ₀₅ , т/га для фактора В	1,10	

Таблица 3 – Качество урожая клубней раннего картофеля сорта Ред Скарлетт в зависимости от обработки Грин Лифт в 2012–2014 гг. (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Фактор В. Грин Лифт	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг	Товарность, %
Вода	20,1	13,8	15,6	77,7	92,2
Обработка клубней	20,6	14,0	16,0	74,7	93,4
Бутонизация	20,6	14,1	16,0	73,7	93,3
Цветение	20,4	13,9	15,8	76,0	92,7
Бутонизация + цветение	20,7	14,3	16,3	72,3	94,0
Обработка клубней + бутонизация	20,8	14,4	16,5	70,7	94,3
Обработка клубней + бутонизация + цветение	21,0	14,4	16,7	69,3	94,7
Обработка клубней + цветение	19,8	13,6	15,0	64,0	93,8

Таблица 4 – Качество урожая клубней позднего картофеля сорта Мелодия в зависимости от обработки Грин Лифт в 2012–2014 гг. (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Фактор В. Грин Лифт	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг	Товарность, %
Вода	19,8	13,6	15,5	74,3	94,8
Обработка клубней	20,3	13,8	16,0	71,7	95,6
Бутонизация	20,3	13,9	16,0	70,7	95,8
Цветение	20,4	13,7	15,9	73,0	95,4
Бутонизация + цветение	20,6	14,0	16,3	69,3	96,6
Обработка клубней + бутонизация	20,6	14,1	16,4	68	96,7
Обработка клубней + бутонизация + цветение	20,6	14,2	16,7	66,7	97,2
Обработка клубней + цветение	19,7	13,3	15,5	63,0	95,2

было существенно ниже ПДК во всех вариантах опыта. Отмечена высокая товарность урожая клубней данных сортов при трехкратной обработке Грин Лифт (94,7 и 97,2 %), что выше на 2,4 и 2,5 % соответственно, чем в контроле. Хочется обратить внимание, что температура воздуха в 2014 г. была неблагоприятной для накопления сухих веществ для картофеля, а данный препарат помог ферментативной системе обоих сортов функционировать более эффективно.

Отмечена устойчивая тенденция за три года исследования иммунизации растений картофеля после обработок Грин Лифт на протяжении вегетационного периода. Биологическая эффективность его применения на посадках картофеля обоих сортов от фитофтороза, альтернариоза и парши обыкновенной для погодных условий периода исследований была очень высокой (просто фантастической, особенно для раннеспелого сорта Ред Скарлетт). Очень показательны, что на всех вариантах с обработкой Грин Лифт отсутствовали внешние признаки поражения ботвы вирусными заболеваниями (табл. 5–10).

Очень важное значение имеет экономическая оценка эффективности применения агротехнических приемов в агротехнологии картофеля. Анализ экономической эффективности производства позднего столового картофеля при использовании Грин Лифт показал, что наименьшая себестоимость произведенной 1 т свежих клубней была достигнута на делянках с обработкой клубней и двукратной обработкой вегетирующих растений – 6,0 тыс. руб. Наибольший условный чистый доход и дополнительный условный чистый доход были получены в варианте с применением данного препарата на позднем столовом картофеле – 246,7 и 98,7 тыс. руб/га соответственно. Аналогичная картина была и на раннем картофеле. Наивысший уровень рентабельности был достигнут в варианте трехкратной обработки – 154,7 % на позднем столовом картофеле и 188,6 % – на раннеспелом. Аналогичная картина наблюдалась и с окупаемостью дополнительных затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Применение комплексного препарата «Грин Лифт» оказало положительное влияние на все стороны роста и развития растений картофеля обоих сортов, и он может быть квалифицирован как фиторегулятор.

2. Обработка картофеля новым комплексным препаратом способствовала достоверному увеличению содержания суммарного хлорофилла, площади ассимиляционной поверхности листьев, особенно при двух- и трехкратном применении Грин Лифт (у сорта Ред Скарлетт в период цветения + 20 дней 88,0 тыс. м²/га).

3. Был выявлен заметный защитный эффект на растениях картофеля от основных болезней культуры на вариантах с применением комплексного препарата с биологической эффективностью до 90 %. И он может быть описан как иммунизатор и фунгицид нового поколения.

Таблица 5 – Влияние обработки Грин Лифт на пораженность раннего картофеля сорта Ред Скарлетт фитофторозом в 2012–2014 гг. (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Вариант	Обработка клубней	Бутонизация	Цветение	Распространенность (Р), %	Степень развития (R), %	Биологическая эффективность (БЭ), %
1	Вода	Вода	Вода	100	96,4	–
2	Грин Лифт	–	–	80,3	73,2	23,2
3	–	Грин Лифт	–	65,0	66,4	31,1
4	–	–	Грин Лифт	72,0	63,0	34,6
5	–	Грин Лифт	Грин Лифт	30,5	26,5	69,9
6	Грин Лифт	Грин Лифт	–	18,2	11,5	88,1
7	Грин Лифт	Грин Лифт	Грин Лифт	15,0	9,0	90,7
8	Грин Лифт	–	Грин Лифт	61,0	12,0	87,5

Таблица 6 – Влияние обработки Грин Лифт на пораженность позднего картофеля сорта Мелодия фитофторозом в 2012–2014 гг. (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Вариант	Обработка клубней	Бутонизация	Цветение	Распространенность (Р), %	Степень развития (R), %	Биологическая эффективность (БЭ), %
1	Вода	Вода	Вода	80,0	86,4	–
2	Грин Лифт	–	–	73,4	36,2	58,1
3	–	Грин Лифт	–	65,0	28,4	67,1
4	–	–	Грин Лифт	58,0	28,0	67,6
5	–	Грин Лифт	Грин Лифт	30,5	12,5	85,5
6	Грин Лифт	Грин Лифт	–	18,2	8,5	90,2
7	Грин Лифт	Грин Лифт	Грин Лифт	4,0	2,5	97,1
8	Грин Лифт	–	Грин Лифт	28,0	6,4	92,6

Таблица 7 – Влияние обработки Грин Лифт на пораженность раннего картофеля сорта Ред Скарлетт альтернариозом в 2012–2014 гг. (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Вариант	Обработка клубней	Бутонизация	Цветение	Распространенность (P), %	Степень развития (R), %	Биологическая эффективность (БЭ), %
1	Вода	Вода	Вода	84,2	82,3	–
2	Грин Лифт	–	–	22,4	25,2	32,7
3	–	Грин Лифт	–	23,4	20,0	42,6
4	–	–	Грин Лифт	25,5	12,4	38,0
5	–	Грин Лифт	Грин Лифт	10,0	5,2	70,9
6	Грин Лифт	Грин Лифт	–	15,8	6,1	80,7
7	Грин Лифт	Грин Лифт	Грин Лифт	10,2	4,1	88,3
8	Грин Лифт	–	Грин Лифт	14,2	8,4	76,3

Таблица 8 – Влияние обработки Грин Лифт на пораженность позднего картофеля сорта Мелодия альтернариозом в 2012–2014 гг. (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Вариант	Обработка клубней	Бутонизация	Цветение	Распространенность (P), %	Степень развития (R), %	Биологическая эффективность (БЭ), %
1	Вода	Вода	Вода	79,1	40,2	–
2	Грин Лифт	–	–	59,3	29,6	26,4
3	–	Грин Лифт	–	53,3	25,2	37,3
4	–	–	Грин Лифт	50,1	28,8	28,3
5	–	Грин Лифт	Грин Лифт	25,7	12,3	69,4
6	Грин Лифт	Грин Лифт	–	19,8	10,6	73,6
7	Грин Лифт	Грин Лифт	Грин Лифт	15,5	4,6	88,5
8	Грин Лифт	–	Грин Лифт	20,3	15,8	60,7

Таблица 9 – Влияние обработки Грин Лифт на пораженность раннего картофеля сорта Ред Скарлетт паршой обыкновенной в 2012–2014 гг. (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Вариант	Обработка клубней	Бутонизация	Цветение	Распространенность (P), %	Степень развития (R), %	Биологическая эффективность (БЭ), %
1	Вода	Вода	Вода	18,4	30,5	–
2	Грин Лифт	–	–	4,6	8,6	71,8
3	–	Грин Лифт	–	6,2	7,2	76,4
4	–	–	Грин Лифт	12,3	22,9	24,9
5	–	Грин Лифт	Грин Лифт	3,4	4,9	83,9
6	Грин Лифт	Грин Лифт	–	3,2	3,5	88,5
7	Грин Лифт	Грин Лифт	Грин Лифт	1,2	2,8	90,8
8	Грин Лифт	–	Грин Лифт	7,1	9,5	68,8

Таблица 10 – Влияние обработки Грин Лифт на пораженность позднего картофеля сорта Мелодия паршой обыкновенной в 2012–2014 гг. (ГУСП совхоз «Алексеевский»)

Вариант	Обработка клубней	Бутонизация	Цветение	Распространенность (P), %	Степень развития (R), %	Биологическая эффективность (БЭ), %
1	Вода	Вода	Вода	26,4	10,2	–
2	Грин Лифт	–	–	7,3	9,2	9,8
3	–	Грин Лифт	–	6,2	8,0	21,6
4	–	–	Грин Лифт	16,3	9,8	3,9
5	–	Грин Лифт	Грин Лифт	5,4	7,2	29,4
6	Грин Лифт	Грин Лифт	–	4,3	6,6	35,3
7	Грин Лифт	Грин Лифт	Грин Лифт	3,9	5,9	42,2
8	Грин Лифт	–	Грин Лифт	4,3	8,8	13,7

4. Наибольшая урожайность клубней в среднем за три года была достигнута в варианте с двух- и трехкратным применением Грин Лифт (у сорта Ред Скарлетт – 58,1 и 59,8 т/га соответственно). Препарат может быть квалифицирован как комплексное микроудобрение для обработки семенного материала и некорневой подкормки.

5. Применение Грин Лифт достоверно улучшило качество урожая картофеля обоих сортов при комплексной обработке клубней и в фазы бутонизации и цветения. У сорта Ред Скарлетт при этом товарность урожая достигла 94,4 %, а крахмалистость – 14,4 %.

6. Наивысшие показатели экономической эффективности были достигнуты при последовательной трехкратной обработке комплексным препаратом Грин Лифт.

7. По совокупности изученных признаков лучшим стал вариант обработки Грин Лифт при комплексной последовательной обработке клубней и в фазы бутонизации и цветения.

8. Среднепоздний сорт картофеля Мелодия при необходимости может быть использован для производства раннего картофеля.

9. Изученный агроприем технологичен и вписывается в разработанную А.Д. Андриановым и Д.А. Андриановым интегрированную и детерминированную агротехнику раннего картофеля.

Список литературы

1. Альбит на картофеле / Д.А. Андрианов [и др.] // Биопрепарат Альбит для повышения урожая и защиты растений: опыт, рекомендации, результаты применения / А.К. Злотников [и др.]; под ред. В.Г. Минеева; ВНИИ защиты растений МСХ Рос. Федерации, ООО «Научно-производственная фирма «Альбит», Ин-т биохимии и физиологии микроорганизмов РАН. – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2008. – С. 7, 177–191, 235.

2. Андрианов, А.Д. Инновационные ресурсо- и энергосберегающие интегральные агротехнологии раннего картофеля для Предуралья и Южного Урала / А.Д. Андрианов, Д.А. Андрианов // Совершенствование систем земледелия в Башкортостане: сб. ст.-реком. / ФГБОУ ВПО «Башкирский гос. аграрный ун-т», ФГБУ «Башкирский референтный центр Россельхознадзора»; под ред. М.Г. Сираева и И.О. Чанышева. – Уфа: Башкирский ГАУ: Башкирский референтный центр Россельхознадзора, 2012. – С. 202–203.

3. Андрианов, Д.А. Влияние удобрений и ранних сроков уборки на оздоровление семенного картофеля и его продуктивность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 538 / Д.А. Андрианов; Башк. с.-х. ин-т. – Уфа, 1968. – 34 с.

4. Биопрепарат Альбит для повышения урожая и защиты сельскохозяйственных культур / А.К. Злотников [и др.]; под ред. Е.А. Мелькумовой; МСХ РФ, ВНИИ защиты растений, ООО «Научно-производственная фирма «Альбит». – Подольск: Подольская фабрика офсетной печати, 2006. – С. 228–235, 317–327.

5. Васильев, А.А. Влияние хелатов микроэлементов на биометрию, продуктивность и качество картофеля / А.А. Васильев, В.С. Кожемякин // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2013. – № 2. – С. 49–51.
6. Васильев, А.А. Сбалансированность минерального питания определяет урожайность и качество картофеля / А.А. Васильев // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2013. – № 4. – С. 21–23.
7. Васильев, А.А. Влияние протравливания семенных клубней на фитосанитарное состояние и урожай картофеля / А.А. Васильев // Вестн. Бурятской гос. с.-х. акад. им. В.Р. Филиппова. – 2013. – № 3. – С. 90–96.
8. Васильев, А.А. Листовая подкормка картофеля эффективна / А.А. Васильев // Картофель и овощи. – 2013. – № 9. – С. 24–25.
9. Васильев, А.А. Эффективность фолиарного применения хелатных микроэлементов на культуре картофеля / А.А. Васильев // Вестн. Красноярского гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 12. – С. 83–87.
10. Васильев, А.А. Влияние фолиарной обработки хелатными микроэлементами на урожай картофеля / А.А. Васильев // Пермский аграр. вестн. – 2013. – № 4. – С. 4–7.
11. Васильев, А.А. Протравливание семенных клубней повышает урожай картофеля / А.А. Васильев // Защита и карантин растений. – 2014. – № 2. – С. 20–22.
12. Васильев, А.А. Хелатные микроэлементы обеспечивают получение программируемого урожая картофеля / А.А. Васильев // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сб. науч. тр. / Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства. – Челябинск, 2015. – Т. XVII. – С. 354–362.
13. Высокий урожай раннего картофеля / Г.В. Гуляева [и др.] // Картофель и овощи. – 2013. – № 8. – С. 22.
14. Высокоэффективное комплексное микроудобрение / Д. Егоров [и др.] // Наноиндустрия. – 2011. – № 1. – С. 28–30.
15. Гладков, А.Т. Агротехника картофеля в Башкирии / А.Т. Гладков; М-во с. х. БАССР. – Уфа: Башгосиздат, 1950. – 100 с.
16. Гладков, А.Т. Культура картофеля в Башкирии (Приуралье, Зауралье, Южный Урал): автореф. дис ... д-ра с.-х. наук / А.Т. Гладков; М-во с. х. РСФСР, Ленингр. с.-х. ин-т. – Ленинград; Пушкин [б. и.], 1961. – 36 с.
17. Инновационное нанотехнологичное микроудобрение на раннем картофеле / А.Д. Андрианов [и др.] // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития: материалы VI межрегион. научн.-практ. конф., Чебоксары, 20–21 февр. 2014 г. / ВНИИКХ им. А.Г. Лорха; М-во с.-х. Чувашской Респ., КУП ЧР «Агро-Инновации». – Чебоксары, 2014. – С. 180–185.
18. Инновационное нанотехнологичное комплексное микроудобрение Грин Лифт на раннем картофеле / А.Д. Андрианов [и др.] // Защита картофеля. – 2014. – № 4. – С. 33–35.
19. Инновационное нанотехнологичное комплексное микроудобрение на раннем картофеле / А.Д. Андрианов [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр.: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Методы биотехнологии в селекции

и семеноводстве картофеля» / ВНИИКХ им. А.Г. Лорха; редкол., сост. Б.В. Анисимов. – М.: Академиздатцентр Наука РАН; ОП «Производственно-издательский комбинат ВИНТИ» – «Наука», 2014. – С. 253–265.

20. Инновационное нанотехнологичное комплексное суспендированное микроудобрение на раннем картофеле / А.Д. Андрианов [и др.] // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сб. науч. тр. / Федеральное агентство научных организаций, ГНУ «Южно-Уральский НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства»; сост.: Т.В. Лебедева [и др.]. – Челябинск: ГНУ «Южно-Уральский НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства», 2014. – Т. 16. – С. 119–140.

21. Инновационный нанотехнологичный полифункциональный препарат Green Lift на раннем картофеле / А.Д. Андрианов [и др.] // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля: сб. науч. тр. / ВНИИКХ им. А.Г. Лорха; сост. Б.В. Анисимов, Г.И. Филиппова; под ред. С.В. Жеворы. – М.: Академиздатцентр Наука РАН; ОП «Производственно-издательский комбинат ВИНТИ» – «Наука», 2015. – С. 254–261.

22. Ключарева, З.И. Влияние марганца в сочетании с макроудобрениями на некоторые биологические особенности, урожай и семенные качества картофеля: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 538 / З.И. Ключарева; М-во с. х. СССР. Башкирский СХИ. – Уфа, 1969. – 23 с.

23. Кожемякин, В.С. Влияние хелатных соединений металлов на рост и развитие растений картофеля / В.С. Кожемякин // Уральские нивы. – 1986. – № 6. – С. 38.

24. Кожемякин, В.С. Влияние комплексонов металлов на величину и качество урожая картофеля: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / В.С. Кожемякин; Госагропром РСФСР, НИИ картоф. хоз-ва. – М., 1986. – 23 с.

25. Кожемякин, В.С. Применение комплексонов металлов в качестве микроудобрений и их влияние на рост урожая картофеля / В.С. Кожемякин // Третье всесоюзное совещание по химии и применению комплексонов и комплексонов металлов: тез. докл. / АН СССР, Науч. Совет по неорганической химии, Комиссия по комплексонам и комплексонам металлов и др. – Челябинск, 1988. – С. 231–233.

26. Кожемякин, В.С. Применение комплексонов металлов в качестве микроудобрений и их влияние на получение запланированного урожая картофеля / В.С. Кожемякин // Программирование урожаев в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ, Всерос. отд-ние, Всерос. НИИ орошаемого земледелия; редкол.: И.С. Шатилов (отв. ред.) [и др.]. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1988. – С. 111–116.

27. Кожемякин, В.С. Влияние комплексонов металлов на рост урожая картофеля / В.С. Кожемякин // Селекционно-генетические, физиолого-биохимические и технологические аспекты интенсификации производства картофеля: тез. докл. науч.-произв. совещания (28 февр. – 2 марта 1989 г.) / Башкирский научный центр УрО АН СССР; редкол.: Ш.Я. Гилязетдинов (отв. ред.) [и др.]. – Уфа, 1989. – С. 59–61.

28. Кожемякин, В.С. Биорегуляторные свойства комплексонов металлов и их применение в сельском хозяйстве / В.С. Кожемякин, А.В. Жолнин // Селекция, биология, агротехника плодово-ягодных, овощных культур, картофеля: сб. науч. тр. / Юж.-Урал. НИИ плодоовощеводства и картофелеводства. – Челябинск, 1994. – Т. 1. – С. 106–111.
29. Кожемякин, В.С. Комплексоны металлов – перспективные рострегулирующие вещества в производстве картофеля / В.С. Кожемякин, А.В. Жолнин // Селекция. Биология. Агротехника плодово-ягодных культур и картофеля: сб. науч. тр. / Юж.-Урал. НИИ плодоовощеводства и картофелеводства. – Челябинск, 2001. – Т. 5. – С. 118–122.
30. Кожемякин, В.С. Комплексоны металлов – перспективные рострегулирующие вещества в производстве картофеля / В.С. Кожемякин, А.В. Жолнин // Вопросы картофелеводства: материалы науч.-практ. конф. «Науч. обеспечение картофелеводства России: состояние, проблемы» (к 70-летию ВНИИКХ), ВНИИКХ, 8–10 окт. 2001 г.; редкол.: А.В. Коршунов [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2001. – С. 402–406.
31. Кожемякин, В.С. Влияние комплексонов металлов на урожайность картофеля / В.С. Кожемякин, А.А. Васильев // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сб. науч. тр.; сост.: Т.В. Лебедева, О.В. Гордеев, А.А. Васильев. – Челябинск: ГНУ «Южно-Уральский НИИ плодоовощеводства и картофелеводства», 2012. – Т. 14. – С. 184–196.
32. Коршунов, А.В. Комплексоны металлов повышают урожай картофеля / А.В. Коршунов, А.Х. Абазов, Л.С. Федотова // Картофель и овощи. – 1995. – № 2. – С. 9.
33. Коршунов, А.В. Многофакторные опыты по картофелю (планирование, проведение, анализ) / А.В. Коршунов. – М.: ВНИИКХ, 2002. – 100 с.
34. Коршунов, А.В. Микроэлементы в картофелеводстве / А.В. Коршунов, Л.С. Федотова // Картофель России: в 3 т. / под ред. А.В. Коршунова. – М., 2003. – Т. 2. – С. 98–105.
35. Коршунова, Н.А. Влияние комплексонов металлов и систем защиты от болезней на продуктивность и качество клубней картофеля: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.11; 06.01.09 / Н.А. Коршунова; Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 1997. – 22 с.
36. Комплексоны металлов как прием повышения урожайности и улучшения качества картофеля / М-во с. х. и прод. Рос. Федерации; подгот. А.В. Коршунов; сост.: А.Х. Абазов [и др.]. – М.: ЦНТИ пропаганды и рекламы, 1995. – 32 с.
37. Мартинчик, Т.Н. Влияние регуляторов роста, органических и минеральных удобрений на продуктивность картофеля на дерново-подзолистой рыхло-супесчанной почве / Т.Н. Мартинчик // Картофельводство: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2013. – Вып. 21, ч. 2. – С. 100–108.
38. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля / В.П. Кирюхин [и др.]; Всерос. НИИ картоф. хоз-ва. – М.: НИИКХ, 1989. – 142 с.

39. Методические указания по испытанию в земледелии эффективности комплексонаов, комплексонаов микроэлементов и модифицированных ими минеральных удобрений / Всесоюз. произв.-науч. об-ние по агрохим. обслуж. с. х., Центр. ин-т агрохим. обслуж. с. х.; подгот. А.Н. Аристархов [и др.]. – М.: ЦИНАО, 1987. – 36 с.
40. Надёжкин, С.Н. Влияние предпосевной обработки клубней картофеля микро- и макроэлементами на его семенные и хозяйственные качества: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.538 / Н.С. Наумович; М-во с. х. СССР. Башкирский СХИ. – Уфа, 1969. – 21 с.
41. Николаев, Н.Н. Изменения в растении картофеля под воздействием Fe-НТФ и смеси комплексонаов / Н.Н. Николаев // Третье всесоюзное совещание по химии и применению комплексонаов и комплексонаов металлов: тез. докл. / АН СССР, Науч. Совет по неорганической химии, Комиссия по комплексонаам и комплексонаатам металлов и др. – Челябинск, 1988. – С. 235–236.
42. Николаев, Н.Н. Изучение влияния модифицированных удобрений и сеникантов на рост и развитие картофеля / Н.Н. Николаев // Селекционно-генетические, физиолого-биохимические и технологические аспекты интенсификации производства картофеля: тез. докл. науч.-произв. совещания, 28 февр. – 2 марта 1989 г. / Башкирский научный центр УрО АН СССР; редкол.: Ш.Я. Гилязетдинов (отв. ред.) [и др.]. – Уфа, 1989. – С. 65.
43. Поликсенова, В.Д. Индуцированная устойчивость растений к патогенам и абиотическим стрессовым факторам (на примере томата) / В.Д. Поликсенова // Вестн. Белорус. гос. ун-та им. В.И. Ленина. Сер. 2., Химия, биология, география: науч.-теорет. журн. – Минск: Изд-во БГУ, 2009. – № 1. – С. 48–60.
44. Разработка и проведение экспериментальной оценки эффективности применения в растениеводстве новых видов удобрений, полученных с использованием нанотехнологий / Н.П. Егоров [и др.] // Вестн. Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. – 2008. – № 6. – С. 94–99.
45. Технология производства картофеля с применением биологически активных веществ / В.С. Кожемякин [и др.] – Челябинск, 1989. – 36 с.
46. Технология производства клубней раннего картофеля / Д.А. Андрианов [и др.] // Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан / Россельхозакадемия, АН РБ, МСХ РБ, БГАУ, БНИИСХ; гл. ред. У.Г. Гусманов. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. – С. 210–211.
47. Оптимизация отдельных агроприемов в технологии возделывания раннего картофеля в условиях орошения / Г.В. Гуляева [и др.] // Аграрный вест. Урала. – 2013. – № 4. – С. 48–49.
48. Селиванов, А.В. Возделывание картофеля в Среднем Поволжье с использованием биопрепаратов и микроудобрений / А.В. Селиванов, Л.С. Федотова // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 35–38.
49. Тютюрев, С.Л. Научные основы использования химических активаторов болезнестойчивости в защите растений от патогенов: автореф. дис... д-ра биол. наук: 06.01.11 / С.Л. Тютюрев; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 1999. – 53 с.

50. Тютереv, С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений / С.Л. Тютереv; Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 2002. – 328 с.

51. Тютереv, С.Л. Обработка семян фунгицидами и другими средствами оптимизации жизни растений / С.Л. Тютереv; Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений, Инновационный центр защиты растений. – СПб., 2006. – 248 с.

52. Тютереv, С.Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы / С.Л. Тютереv; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб.: Нива, 2010. – 170 с.

53. Тютереv, С.Л. Природные и синтетические индукторы устойчивости растений к болезням / С.Л. Тютереv; Федер. агентство науч. орг., Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб.: ВИЗР, 2014. – 212 с.

54. Эффективность комплексного микроудобрения Грин Лифт на культуре картофеля в условиях Республики Башкортостан / А.Д. Андрианов [и др.] // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сб. науч. тр. / Рос. акад. наук, 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», 2015. – Т. 17. – С. 219–234.

55. Эффективность применения хелатов микроэлементов / Л.С. Федотова, [и др.] // Картофель и овощи. – 2008. – № 3. – С. 8–9.

56. Gröschl, K. Spurenelemente in der Kartoffel / K. Gröschl // Kartoffelbau. – 2014. – № 4. – P. 36–39.

57. Induced resistance in potato to *Phytophthora infestans* – effects of BABA in greenhouse and field tests with different potato varieties / E. Liljeroth, Th. Bengtsson, L. Wiik, E. Andreasson // European Journal of Plant Pathology. – 2010. – Vol. 127. – № 2. – P. 171–183.

Поступила в редакцию 21.12.2016 г.

A.D. ANDRIANOV, D.A. ANDRIANOV, D.N. EGOROV, N.V. KUZNETSOV

GREEN LIFT – THE NEWEST MEAN OF PRODUCTIONAL PROCESS REGULATION OF EARLY POTATOES

SUMMARY

The new preparation Green Lift for presowing cultivation seed and planting material and foliar application, protection from diseases and stress coping the different nature of plant crops is created. The highest yield of potatoes tubers was achieved when processing Green Lift planting and in budding and flowering. The increase to control constituted respectively on grades 8.9 and 11.2 t/ha. It was most economic to process three times when landing and in phases budding and blossoming.

Key words: early potatoes, microfertilizer, fungicide, Green Lift, yield and quality of tubers.

УДК 633.491+631.559.2

О.И. Борисёнок, А.И. Балыш

РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства

НАН Беларуси», г. Витебск

E-mail: vzish@yandex.by

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ
ПРИ ШИРОКОРЯДНЫХ ПОСАДКАХ****РЕЗЮМЕ**

Новая технология возделывания картофеля основана на получении клубней высокого качества и крупной товарной фракции 60 мм и более, которая используется в приготовлении картофелепродуктов.

Основные элементы технологии включают в себя: посадку картофеля на широких гребнях и применение повышенных доз минеральных удобрений. Эффективность элементов технологии изучена на сортах различной группы спелости.

Предлагаемая технология возделывания позволяет повысить урожайность картофеля на 15 %, выход товарных клубней – на 0,7–2,9, содержание крахмала – на 0,9–2,2, содержание витамина С – на 1,1–4,1 %.

Ключевые слова: картофель, технология, широкорядная посадка, урожайность, содержание крахмала.

ВВЕДЕНИЕ

Во многих странах мира ценной продовольственной культурой является картофель – это один из основных продуктов питания для человека. В 100 г свежей массы картофеля содержится в среднем около 295 кДж (70 ккал), причем в зависимости от содержания крахмала показатели колеблются от 65 до 90 ккал. В питании человека большое значение имеет витамин С. При ежедневном употреблении 300 г картофеля можно удовлетворить 2/3 суточной потребности в витамине С, витамине В₁ – на 17,5 % и витамине В₂ – на 5 %. Из минеральных веществ, содержащихся в клубнях, для человека особенно важны фосфор, калий и марганец. Также картофель служит сырьем для получения спирта, крахмала и другой продукции, используется на корм животным [5–7].

Картофель – одна из наиболее урожайных сельскохозяйственных культур. При благоприятных погодных условиях на плодородных почвах, при своевременном и правильном выполнении агротехнических приемов современные сорта картофеля способны формировать урожайность 500–700 ц/га. Интенсивность протекания процессов жизнедеятельности растений картофеля после его посадки и формирование конечного урожая определяются многими факторами, в первую очередь почвенно-климатическими условиями и принятой технологией выращивания.

Уровень развития сельскохозяйственного производства постоянно изменяется и совершенствуется. В связи с этим и агротехнические приемы претерпевают определенные изменения с учетом возделывания новых сортов, совершенствования системы удобрений, средств защиты растений, развития средств механизации. Совершенствование агротехнических приемов и технологий – процесс постоянный [1, 4].

В настоящее время в Республике Беларусь рекомендуется выращивать картофель рядовым способом с шириной междурядий 70 см. Однако с переходом на энергонасыщенные тракторы наблюдается несоответствие ширины междурядий и колес. Это приводит к уплотнению почвы, уменьшению площади питания растений, увеличению количества комков в почве. Во многих европейских странах, таких как Германия, Нидерланды, Польша и других в системе картофелеводства перешли на возделывание культуры с шириной междурядья 75 см (ранее было 62,5 см). В США, Канаде, Великобритании картофель возделывают при ширине междурядий 90–102 см [2, 4, 8].

До настоящего времени в Витебской области (Республика Беларусь) не разрабатывалась технология выращивания продовольственного картофеля при ширине междурядий 90 см с уровнем товарной урожайности не менее 50,0 т/га.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по разработке технологии производства продовольственного картофеля с высоким выходом товарной фракции и соответствия основных показателей качества продукции требованиям пищевой промышленности выполнены в 2014–2015 гг. в РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси».

Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком, со следующими агрохимическими показателями: рН – 5,68; гумус – 2,86; P_2O_5 – 212; K_2O – 267; медь – 2,40; цинк – 2,40; бор – 0,49 мг/кг почвы.

Схема опыта предусматривала изучение сочетаний агроприемов:

– ширина междурядий 70 и 90 см;

– дозы внесения удобрений: контроль – за счет почвенного плодородия,

$N_{90}P_{60}K_{150}$, $N_{120}P_{90}K_{180}$.

Агроприемы изучались на трех сортах: Лилея, Скарб, Рагнеда.

Многофакторный опыт закладывали методом систематического размещения делянок. Перед посадкой клубни картофеля проращивали, протравливали контактно-системным инсекто-фунгицидом «Селест-топ» (0,3 л/га) и высаживали вручную. Учетная площадь делянки составляла 36 м². Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б.А. Доспехова [3].

Довсходовая обработка почвы включала культивацию КПС-4,1 на глубину 6–8 см с боронованием, нарезку гребней проводили гребнеобразователем ПАН-3.

На 7 и 14 день после посадки картофеля проводили двукратную обработку окучником КОН-2,8.

В борьбе с сорной растительностью до всходов культуры применяли гербицид почвенного действия «Магнат» (0,75 кг/га). Против фитофторы в течение вегетации выполнены три обработки препаратами фунгицидного действия: Ридомил голд (2,5 кг/га) – в фазе начала смыкания ботвы в рядах, Ревус (0,6 л/га) – через 14 дней после первой обработки, Ширлан (0,4 кг/га) – за 20 дней до уборки. Обработку против вредителей проводили совместно со второй фунгицидной системным инсектицидом контактно-кишечного действия «Актара» (0,06 л/га). Все защитные мероприятия проводили опрыскивателем навесным штанговым ОВС-600.

Вегетационный период 2014 г. в период посадки и полных всходов характеризовался достатком влаги, количество атмосферных осадков превысило норму на 80 % и температурой, превышающей среднесуточную норму на 4 °С. В период интенсивного роста и клубнеобразования среднесуточная температура превышала норму на 2,3–6,2 °С, избыток атмосферных осадков составил 129 %. В целом разнообразный характер агрометеорологических условий 2014 г. благоприятно отразился на росте и развитии растений, на общем уровне продуктивности картофеля. Вегетационный период 2015 г. отличался острым дефицитом влаги в почве и повышенными температурами воздуха, что негативно отразилось на процессе клубнеобразования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Растения положительно отреагировали на улучшение условий почвенной среды за счет расширения междурядий до 90 см и внесения повышенных доз минеральных удобрений. На широкорядных посадках создаются лучшие условия для реализации потенциальной продуктивности интенсивных сортов, уменьшается плотность почвы в зоне клубнеобразования, повышается товарность клубней за счет снижения травмирования, создается более благоприятная влажность воздуха в посевах.

Выход товарных клубней при посадке картофеля с шириной междурядий 90 см на 0,7–2,9 % превышает посадку картофеля с шириной междурядий 70 см (табл. 1). Самый высокий выход товарных клубней отмечен у сорта Скарб при посадке с шириной междурядий 90 см и дозах минеральных удобрений $N_{120}P_{90}K_{180}$, показатель составил 94,7 %.

Для пищевой промышленности наиболее пригодными являются клубни размером по наибольшему поперечному диаметру более 60 мм. Анализ структуры урожая картофеля по фракциям выделяет сорт Скарб на фоне $N_{120}P_{90}K_{180}$ с шириной междурядий 90 см, с высоким выходом клубней крупной фракции – 50,3 %.

Урожайность картофеля при посадке с шириной междурядий 90 см в сравнении с шириной междурядий 70 см увеличивается на 7,9–32,1 ц/га по изучаемым сортам и в зависимости от доз минеральных удобрений (табл. 2).

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Структура урожая клубней сортов картофеля, среднее за 2014–2015 гг.

Вариант	Товарность, %		Структура урожая по фракциям, %					
			Крупная более 60 мм		Семенная 40–60 мм		Мелкая до 40 мм	
	Ширина междурядий, см							
	70	90	70	90	70	90	70	90
Сорт Лилея								
1. Контроль*	86,1	88,6	36,1	36,3	40,8	48,7	23,1	15,0
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	90,6	91,3	44,7	45,9	38,2	43,3	17,0	10,8
3. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	91,1	92,6	47,5	49,0	38,3	43,7	14,2	7,3
Сорт Скарб								
1. Контроль*	82,8	84,4	37,0	38,6	39,8	45,8	23,2	15,6
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	91,7	93,1	48,3	49,9	34,9	42,8	16,8	7,3
3. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	93,0	94,7	49,8	50,3	37,8	44,8	12,4	4,9
Сорт Рагнеда								
1. Контроль*	80,8	82,9	33,6	35,1	41,8	47,8	24,6	17,1
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	88,9	91,6	40,1	42,3	43,6	49,7	16,3	8,0
3. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	90,7	92,0	41,8	43,0	43,8	51,1	14,4	5,9

* Без удобрений.

Таблица 2 – Урожайность картофеля в 2014–2015 гг., ц/га

Вариант	2014 г.		2015 г.		Средняя	
	Ширина междурядий, см					
	70	90	70	90	70	90
Сорт Лилея						
1. Контроль*	162	171	198,2	229,6	180,1	200,3
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	324	349	402,8	442,0	363,4	395,5
3. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	344	377	591,4	617,4	467,7	497,2
<i>HCP₀₅</i>		2,9	3,1			
Сорт Скарб						
1. Контроль*	167	174	189,8	222,4	178,4	198,2
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	354	377	388,6	409,4	371,3	393,2
3. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	357	379	609,4	624,2	483,2	501,6
<i>HCP₀₅</i>		2,4	3,0			
Сорт Рагнеда						
1. Контроль*	171	178	190,6	224,2	180,8	201,1
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	337	351	432,4	448,2	384,7	399,6
3. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	403	424	581,6	576,4	492,3	500,2
<i>HCP₀₅</i>		3,2	3,3			

* Без удобрений.

При увеличении ширины междурядий с 70 до 90 см урожайность картофеля в контрольном варианте увеличивается по сортам: Лилея на 20,2 ц/га, Скарб на 19,8, Рагнеда на 20,3 ц/га; при внесении $N_{90}P_{60}K_{150}$ урожайность картофеля увеличивается по сортам: Лилея на 32,1 ц/га, Скарб на 21,9, Рагнеда на 14,9 ц/га; при внесении $N_{120}P_{90}K_{180}$ урожайность картофеля увеличивается по сортам: Лилея на 29,5 ц/га, Скарб на 18,4, Рагнеда на 7,9 ц/га. Самая высокая урожайность картофеля получена в варианте $N_{120}P_{90}K_{180}$ при посадке с шириной междурядий 90 см, которая составила 497,2–501,6 ц/га.

Биохимический анализ клубней установил, что посадка картофеля с шириной междурядий 90 см увеличивает содержание крахмала в пределах 0,9–2,2 % по всем изучаемым сортам независимо от группы спелости картофеля, при увеличении доз минеральных удобрений содержание крахмала снижается в пределах 0,3–2,7 % (табл. 3). Подобная динамика отмечена по содержанию витамина С в клубнях картофеля: самый высокий показатель получен в контроле без внесения удобрений с шириной междурядий 90 см у сорта Рагнеда – 30,5 мг%.

По содержанию сухого вещества в клубнях картофеля лучшие показатели получены при посадке с шириной междурядий 90 см без внесения удобрений у сорта Рагнеда – 23,8 %. В зависимости от доз минеральных удобрений отмечено снижение содержания сухого вещества по всем изучаемым сортам независимо от группы спелости картофеля.

Содержание нитратов в клубнях картофеля на 2,9–6,5 % ниже при посадке с шириной междурядий 70 см, чем с шириной междурядий 90 см.

Показателями целесообразности применения агротехнических приемов является величина чистого дохода (прибыль) и уровень рентабельности

Таблица 3 – Биохимические показатели клубней сортов картофеля, среднее за 2014–2015 гг.

Вариант	Крахмал, %		Сухое вещество, %		Витамин С, мг		Нитраты, мг/кг	
	Ширина междурядий, см							
	70	90	70	90	70	90	70	90
Сорт Лилея								
1. Контроль*	14,2	15,5	16,1	17,3	16,8	18,6	73,2	76,4
2. $N_{90}P_{60}K_{150}$	11,9	12,8	15,6	16,7	15,2	16,9	126,3	130,1
3. $N_{120}P_{90}K_{180}$	10,6	11,7	14,3	15,2	12,7	14,7	131,7	140,7
Сорт Скарб								
1. Контроль*	14,6	16,7	18,9	19,9	20,9	22,1	78,3	81,2
2. $N_{90}P_{60}K_{150}$	12,5	14,3	18,5	19,1	19,0	20,8	128,5	133,8
3. $N_{120}P_{90}K_{180}$	11,8	13,7	17,3	18,3	17,6	18,7	135,4	144,3
Сорт Рагнеда								
1. Контроль*	16,7	18,1	22,9	23,8	27,9	30,5	80,1	83,5
2. $N_{90}P_{60}K_{150}$	14,1	16,3	21,4	22,1	25,7	29,8	130,3	135,3
3. $N_{120}P_{90}K_{180}$	13,8	15,8	18,7	19,6	23,4	27,3	137,6	147,2

* Без удобрений.

производства, экономический расчет возделывания картофеля в зависимости от ширины междурядий и доз минеральных удобрений произведен на основании затрат по технологической карте возделывания и уборки картофеля и закупочных цен на картофель в ценах на 01.10.2015 г.

С экономической точки зрения из изучаемых приемов самый высокий чистый доход с гектара и уровень рентабельности обеспечил вариант с применением минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{150}$ при ширине междурядий 90 см. Чистый доход с 1 га составил 38,2–38,8 млн руб. по всем изучаемым сортам, что на 4,7–6,2 млн руб. превышает чистый доход при посадке картофеля с шириной междурядий 70 см, уровень рентабельности составил 53,1 % (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При посадке картофеля с шириной междурядий 90 см в сравнении с шириной междурядий 70 см урожайность картофеля увеличивается на 15 %, что составляет 7,9–32,1 ц/га по изучаемым сортам. Самая высокая урожайность картофеля составила 497,2–501,6 ц/га.

При посадке картофеля с шириной междурядий 90 см выход товарных клубней на 0,7–2,9 % превышает посадку картофеля с шириной междурядий 70 см. Самый высокий выход товарных клубней отмечен у сорта Скарб и составил 94,7 %.

Содержание крахмала при посадке картофеля с шириной междурядий 90 см увеличивается на 0,9–2,2 %, содержание витамина С – на 1,1–4,1 %;

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания сортов картофеля, среднее за 2014–2015 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га		Стоимость продукции, млн руб/га		Производственные затраты, млн руб/га		Чистый доход, млн руб/га		Рентабельность, %	
	Ширина междурядий, см									
	70	90	70	90	70	90	70	90	70	90
Сорт Лилея										
1. Контроль*	180,1	200,3	50,4	56,1	34,8	36,0	15,6	20,0	45,0	55,6
2. $N_{90}P_{60}K_{150}$	363,4	395,5	101,8	110,7	69,6	72,3	32,2	38,4	46,3	53,1
3. $N_{120}P_{90}K_{180}$	467,7	497,2	131,0	139,2	109,8	111,7	21,1	27,5	19,2	24,6
Сорт Скарб										
1. Контроль*	178,4	198,2	50,0	55,5	34,5	35,7	15,5	19,8	45,0	55,6
2. $N_{90}P_{60}K_{150}$	371,3	393,2	104,0	110,1	71,1	71,9	32,9	38,2	46,3	53,1
3. $N_{120}P_{90}K_{180}$	483,2	501,6	135,3	140,4	113,5	115,2	21,8	25,2	19,2	21,9
Сорт Рагнеда										
1. Контроль*	180,8	201,1	50,6	56,3	34,9	36,2	15,7	20,1	45,0	55,6
2. $N_{90}P_{60}K_{150}$	384,7	399,6	107,7	111,9	73,6	73,1	34,1	38,8	46,3	53,1
3. $N_{120}P_{90}K_{180}$	492,3	500,2	137,8	140,1	115,6	117,4	22,2	22,7	19,2	19,3

* Без удобрений.

при увеличении доз минеральных удобрений содержание крахмала снижается на 0,6–2,7 %, содержание витамина С – на 0,7–2,5 %.

Содержание сухого вещества в клубнях картофеля в зависимости от доз минеральных удобрений снижается по всем изучаемым сортам независимо от группы спелости картофеля.

При посадке картофеля с шириной междурядий 70 см содержание нитратов в клубнях на 2,9–6,5 % ниже, чем с шириной междурядий 90 см.

Самый высокий чистый доход с гектара и уровень рентабельности обеспечил вариант с применением минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{150}$ при ширине междурядий 90 см, чистый доход с 1 га составил 38,2–38,8 млн руб. по всем изучаемым сортам, уровень рентабельности – 53,1 %

В технологии производства продовольственного картофеля с целью получения урожайности товарной фракции не менее 50,0 т/га необходимо высаживать широкорядным способом с шириной междурядий 90 см при дозах минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{150}$.

Список литературы

1. Актуальные проблемы защиты картофеля, плодовых и овощных культур от болезней, вредителей и сорняков: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рожд. акад. НАН Беларуси Н.А. Дорожкина; Самохваловичи, 9–12 авг. 2005 г. / редкол.: С.А. Банадывев [и др.]. – Минск, 2005. – 429 с.
2. Диссертации о Земле [Электронный ресурс]: Урожайность и качество картофеля, возделываемого с междурядьями 90 см, в зависимости от высоты гребней при фрезерном окучивании и крупности посадочного материала. – Режим доступа: <http://earthpapers.net/urozhaynost-i-kachestvo-kartofelya-vozdelываемого-s-mezhduryadyami-90-sm-v-zavisimosti-ot-vysoty-grebney-pri-frezernom-ok>. – Дата доступа: 01.03.2016.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 335 с.
4. Интегрированная система защиты картофеля от фитофтороза, грибных, вирусных и бактериальных болезней / А.В. Коршунов, В.А. Шкаликов. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2006. – 404 с.
5. Картофель / Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаар. – 2-е изд. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 271 с.
6. Картофель / Д. Шпаар; под ред. Д. Шпаара. – Минск: ИД ООО «ДЛВ Агродело», 2007. – 458 с.
7. Организационно-правовое обеспечение механизма хозяйствования в сфере АПК: сб. науч. ст.: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. студ. и магистр., г. Горки, 19–22 мая 2015 г. / БГСХА; редкол.: А.П. Курдеко, А.А. Горновский, А.В. Масейкина. – Горки, 2012. – 280 с.
8. Сельхозсайт [Электронный ресурс]: Посадка картофеля – Режим доступа: <http://www.odinga.ru/ovosh/315-posadka-kartofelya.html>. – Дата доступа: 01.03.2016.

Поступила в редакцию 23.11.2016 г.

O.I. BORISENOK, A.I. BALYSH

CULTIVATION TECHNOLOGY OF POTATOES WITH WIDE ROWS PLANTINGS

SUMMARY

The new cultivation technology of potatoes is based on obtaining high quality tubers and large commercial fraction 60 mm or more which is used in the preparation of potatoes products.

Key technology elements include potatoes planting on the broad ridges and the use of mineral fertilizers high doses. The effectiveness of technology elements are studied on varieties of different ripeness groups.

The proposed cultivation technology allows to increase potatoes yield by 15 %, marketable tubers yield – 0.7 and 2.9, the starch content – 0.9–2.2, vitamin C content – 1.1–4.1 %.

Key words: potatoes, technology, wide row plantings, yield, starch content.

УДК 635.21 : 632 : 581.55

**С.В. Васильева, Е.В. Овэс, В.Н. Зейрук, О.В. Абашкин,
О.А. Старовойтова, Д.В. Абросимов, Ю.А. Масюк**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», пос. Красково,
Люберецкий район, Московская область, Россия

E-mail: vzeyruk@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЦЕНОЗОВ КАРТОФЕЛЯ И ТОПИНАМБУРА В МЕНЯЮЩИХСЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований за 2010–2016 гг. в виде сравнительной характеристики биоценозов картофеля и топинамбура. Главное внимание обращено на быстро изменяющиеся природно-климатические условия и последствия этих изменений.

Результаты проведенных учетов показали, что изменения климата оказали прямое влияние на распространение и численность многих видов изучаемых насекомых и сорняков.

В Центральном регионе Российской Федерации в агросистемах снижается видовое разнообразие и численный состав живых микроорганизмов. Мало адаптированные и редкие виды замещаются на хорошо адаптированные и более устойчивые.

Ключевые слова: картофель, топинамбур, биоценоз, агроценоз, болезни, энтомофауна, вредители, сорняки.

ВВЕДЕНИЕ

По официальным данным, происходящее в последние годы перераспределение тепла и влаги приводит к общим изменениям климата (размывание границ между временами года, растягивание периода таяния снега, увеличение вегетационного периода).

Среднегодовые температурные характеристики в Московской области с начала XXI в. повысились почти на 2 °С и составили 5,4–6,6 °С при средне-многолетней 4,8 °С. В зависимости от перемещения воздушных масс снегопада и дожди распределяются хаотично и годы с обильными осадками чередуются с чрезвычайно засушливыми. Это отрицательно сказывается на росте, развитии и репродукции сельскохозяйственных растений. Подобные изменения климата вносят нарушения в естественные и искусственные биоценозы (агроценозы), вызывают непредвиденные миграции, изменяя видовой состав и численность их компонентов [1–3], вносят коррективы в системы

адаптивного земледелия [4]. Кроме того, если в природных экосистемах существует естественный отбор, отвергающий неконкурентоспособные виды и формы организмов и их сообществ в экосистеме и тем самым обеспечивающий ее основное свойство – устойчивость, то в агроценозах действует преимущественно искусственный отбор, направленный человеком прежде всего на максимальное повышение урожайности сельскохозяйственных культур. По этой причине экологическая устойчивость агроценозов невелика. Они не способны к саморегуляции и самовозобновлению, подвержены угрозе гибели при массовом размножении вредителей или возбудителей болезней. В связи с этим особенности изменяющегося климата особо жестко влияют на процессы миграции, адаптации и интродукции энтомофагов (златоглазки, божьи коровки и т. д.) [5–8]. Температурный режим, резкие колебания периодов дождей и засух оказывают непосредственное влияние на динамику лета и активность вредителей сельскохозяйственных культур (колорадский жук, тли, различные виды клопов, блошек и т. д.) [1].

При быстро меняющихся природно-климатических условиях крайне важно отметить последствия этих изменений и оценить их влияние на местную флору и фауну, что может помочь в преодолении трудностей, возникающих при составлении прогнозов численности вредителей и энтомофагов, возбудителей болезней и расселению сорных растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Сотрудники ФГБНУ «ВНИИКХ им. А.Г. Лорха» ежегодно проводят мониторинг различных элементов агробиоценозов картофеля и топинамбура, включающий учет численности и вредоносности вредителей картофеля и топинамбура, сорных растений на посадках названных культур, оценку возможности природных энтомофагов и патогенов насекомых-вредителей картофеля и топинамбура [1, 3, 9–11]. При этом учитывается видовой состав, динамика лета и степень вредоносности тлей, колорадского жука и других особо опасных вредителей, в сочетании с данными по распространению и развитию вирусных, бактериальных и грибных болезней картофеля, опылителей, энтомофагов и сорняков на растениях картофеля и топинамбура в монокультурах и на смешанных посадках этих культур. Численность колорадского жука подсчитывали суммарно по имаго и по стадиям развития личинок. Учет тлей осуществляли с помощью сосудов Мёрике и визуального подсчета и определения численности различных форм на произвольно собранных 100 листьях картофеля с верхнего, среднего и нижнего ярусов куста. Остальные виды оценивали визуально на изучаемых растениях с помощью кошени сачком. Наблюдения проводили на опытных полях ФГБНУ «ВНИИКХ им. А.Г. Лорха» в Люберецком и Домодедовском районах Московской области.

Результаты проведенных в 2010–2016 гг. исследований показали, что изменения климата, происходящие в последние годы в Центральном регионе, оказали негативное влияние на распространение и численность многих видов

изучаемых насекомых и растений. Положительно отреагировали лишь некоторые широко распространенные виды, обладающие высокими адаптационными способностями [4, 5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как показали наши исследования, энтомофауна картофеля и топинамбура имеет существенные различия.

В монокультуре картофеля популяции насекомых базового (опытного) поля в последние годы пространственно удалены (до 8–10 км) от других крупных популяций, а также ежегодно подвергаются воздействию пестицидов: гербицидами – однократно, инсектицидами – одно-двукратно, фунгицидами – двух-трехкратно.

В 2010–2011 гг. на посадках картофеля было отмечено резкое увеличение численности подгрызающих совков, особенно озимой совки (*Scotia segetum Schiff.*). Количество гусениц достигало 15 шт. в пересчете на 1 куст. Было также отмечено большое количество личинок проволочников и хрущей [5]. В последующие годы с малоснежными зимами их численность существенно сократилась.

В условиях дождливого лета 2013, 2016 гг., как и в жарких и засушливых условиях 2010, 2011 гг., лёт всех видов тлей был минимальным, наблюдалось резкое снижение численности этих вредителей на растениях картофеля. Если в 2010–2011 гг. в конце июня – июле в ловушки попадали отдельные экземпляры бахчевой (*Aphis gossypii Glov.*), бобовой (*Aphis fabae Scop.*), большой (*Macrosiphum euphorbie*), обыкновенной картофельной (*Aulacorthum solani Kltb.*), крушинной (*Aphis nasturtii Kltb.*), крушинниковой (*Aphis frangulae Kltb.*) и персиковой (*Myzus persicae Sulz.*) тлей, то в условиях 2013 и 2016 гг. преобладали отдельные особи большой и обыкновенной картофельной и персиковой тлей. Изменения уровня миграции, помимо погодных условий, объясняется еще и сокращением производства овощной продукции, выращиваемой в условиях закрытого грунта. Снижению численности тлей способствовали также активно размножающиеся в 2013 г. личинки хищной галлицы (*Aphidoletes aphidifimiza Rond.*). То есть в условиях 2010–2016 гг. на опытных полях ФГБНУ «ВНИИКХ им. А.Г. Лорха» тли не представляли серьезной угрозы для растений картофеля. Число растений, инфицированных вирусами, в этот период не превышало 3–5 %. Их своевременно удаляли во время фитосортопрочисток.

В 2016 г. энтомофауна опытного поля состояла из 23-х фитофагов, относящихся к шести семействам, и была представлена в основном вредителями: колорадский жук, подгрызающие совки, листогрызущие совки, блошки, щелкуны, клопы и тли. Эти вредители представляют народно-хозяйственное значение и для картофелеводства Центрального региона России в целом. Преобладающими видами вредных насекомых являлись колорадский жук, подгрызающие совки, проволочники.

Колорадский жук в 2016 г. присутствовал на растениях картофеля от всходов до скашивания ботвы с очажной распространенностью и развивался в двух генерациях: первая – полная, вторая – частично до личинок 3–4-го возрастов.

Массовое заселение всходов перезимовавшими имаго из-за прохладной и дождливой погоды наблюдалось 25–28 июня, что на декаду позже, чем в 2015 г., плотность популяции вредителя находилась ниже ЭПВ. Теплая и жаркая погода июля ускорила развитие личиночной стадии и куколок. Молодые жуки появились в конце июля, а личинки 1–2-го возрастов 2-й генерации в первой декаде августа, как и в 2015 г. Уход личинок 4-го возраста 2-й генерации на окукливание происходил в конце августа. Дальнейшее развитие второй генерации прекратилось из-за предуборочного скашивания ботвы 20 августа.

Подгрызающие совки. В текущем году в фенофазу «полное цветение» поврежденность кустов гусеницами была от 3 до 7 %, поврежденность стеблей – от 2 до 5 %, в фенофазу «естественное отмирание ботвы» – соответственно от 8 до 10 и около 13 %. Повреждение клубней урожая картофеля опытного поля подгрызающими совками составило 0,4–0,6 %. Среди подгрызающих совок преобладала озимая совка.

Совка-гамма. Численность этого листогрызущего вредителя была незначительной. В фенофазу «полное цветение» заселение кустов опытного поля гусеницами составило от 0,3 до 0,6 % с численностью 1,5 особи на куст. Обработки полей инсектицидами, выполненные против колорадского жука, вызвали практически полную гибель гусениц.

Тли. Имели незначительное распространение. Заселение растений бескрылыми тлями было неравномерным: от 2 до 9 % листьев и численностью от 2 до 7 особей на 100 листьев, преобладали бобовая, персиковая, большая картофельная и бахчевая тли. Деформирования долей листа не наблюдалось.

Майский западный хрущ. Хозяйственного значения не имел. Повреждение урожая клубней опытных полей колебалось от 0,1 до 0,2 %.

Блошки. В фенофазе «полные всходы» распространение вредителей отмечалось на всей обследованной площади. Заметное повреждение листьев наблюдалось в изолированных очагах от 3 до 4 % растений. Преобладала картофельная блошка. Инсектицидные обработки, выполненные против колорадского жука, снизили численность блошек.

Щелкуны. Повреждение урожая клубней опытных полей проволочниками составило 0,1–0,7 %. Преобладал широкий щелкун.

Клопы. Численность этих сосущих вредителей была незначительной. В период бутонизации – цветения процент заселенных кустов клопами составил 0,5–0,6 % с численностью особей 1–2 экземпляра на куст. Преобладал полевой клоп.

Среди насекомых-опылителей наиболее часто встречались бабочки (белянки, крапивницы, голубянки), имаго серфид и шмели. Из энтомофагов наиболее многочисленными были личинки златоглазок и кокцинеллид, хищные клопы пикромерус и щитники, хотя в условиях 2016 г. отмечено снижение плотности популяций божьих коровок и сирфид, повысилась численность галлицы афидимизы и златоглазок.

Из сорняков в последние годы существенный ущерб картофелю наносили просо куриное, бодяк полевой, вьюнок полевой, галинзога мелкоцветная, лебеда

раскидистая, пырей ползучий и ширица запрокинутая. Практически исчезли ранее широко распространенные: ромашка лекарственная (*Matricaria chamomilla*), марь белая (*Chenopodium album* L.), мята полевая (*Mentha arvensis*), пикульник красивый (*Galeopsis speciosa*).

Резкие колебания температур и влажности также оказали негативное влияние на рост, развитие топинамбура и его энтомофауну. Жаркая, сухая или прохладная и влажная погода способствует сокращению ее видового состава и изменяют численность. Из вредных видов на растениях топинамбура преобладали гусеницы пядениц (*Operopthera brumata*), свекловичный клопик (*Poeciloscytus cognatus* Fieb.), личинки которого повреждали бутоны и цветки растения, цикадки (*Typhlocyba* sp.), высасывающие сок растений на нижней стороне листовой пластинки и вызывающие ее белесость, приводящую к нарушению фотосинтеза растений. В результате листья топинамбура сворачиваются и засыхают. Отмечено повреждение растений топинамбура проволочниками и гусеницами различных совок. Проволочники – личинки жуков-щелкунов (сем. Elateridae) обитают в почве, распространены повсеместно и являются вредителями многих видов растений. Потери растений от проволочников выражаются в изреживании посевов, угнетении поврежденных растений. Личинка в почве имеет длительный цикл развития (несколько лет), что осложняет применение химических средств защиты. Вредоносность проволочника на топинамбуре отмечена во второй половине лета – в период образования клубней. Повреждения личинками маточных клубней мало сказывается на развитии растения. Значительное снижение товарной ценности топинамбура вызывают ходы, которыми личинки пронизывают клубни насквозь или истачивают их. Нарушение целостности клубней приводит к увеличению риска проникновения возбудителей грибных и бактериальных инфекций и загниванию клубней в период хранения.

Клубни топинамбура могут также повреждать живущие в почве различные насекомые-вредители, например, медведка (*Gryllotalpa gryllotalpa*), личинки майского жука (*Melolontha melolontha*), или совки (*Agrotis segetum*, *Agrotis exclamationis*, *Polia oleracea*), которые повреждают клубни [2]. Слизни (*Arion lusitanicus*), которые в последнее время расширяют границы распространения, также могут выедать клубнеплоды.

Из энтомофагов на посадках топинамбура преобладали личинки божьих коровок, сирфид, златоглазок и хищные жужелицы (*Carabinae*), стафилиниды (*Staphylinidae*), клопы-пикромерусы, единично встречались верблюдки (*Raphidioptera*), численность которых в последние годы сокращается.

Разнообразие, количество и активность опылителей на растениях топинамбура превосходит их наличие на картофеле: имаго сирфид, шмели, единичные пчелы, многочисленные бабочки их различных семейств (белянки, голубянки, крапивницы, пяденицы, огневки). Следует отметить, что действие насекомых как опылителей топинамбура сказывается незначительно, так как процент образовавшихся семян и их всхожесть у разных сортов топинамбура

оказались крайне низкими (от 3 до 15 %). Очевидно около площадей, занятых топинамбуром, следует располагать пасеки, чтобы повысить число и уровень выживаемости семян.

Наличие сорняков на площадях с топинамбуром в заметной степени зависят от года пользования культурой. На топинамбуре первого года пользования преобладали ширица запрокинутая, аистник цикутный, хвощ полевой. На топинамбуре второго года пользования до появления всходов и смыкания растений преобладали осот полевой, вьюнок полевой, пырей ползучий, незабудка полевая, крапива жгучая, пастушья сумка, одуванчик лекарственный. Видовой состав на посадках топинамбура третьего года пользования до появления всходов и смыкания растений практически не отличался от второго года пользования. Наибольший вред растениям топинамбура наносил пырей ползучий.

Число клубней картофеля в урожае 2016 г. в пересчете на 1 куст достигало 20 шт. (у отдельных видов – до 10 клубней/куст и выше), средний вес 1 клубня – около 50 г, средний урожай – до 2 кг/куст (сорт Невский).

Число клубней топинамбура в урожае 2014 – 2016 гг. в пересчете на 1 куст достигало 120 шт. (у отдельных видов – свыше 200 клубней/куст), средний вес 1 клубня – около 35 г, средний урожай – до 3 кг/куст (сорт Бланк).

Из болезней картофеля единично встречался фитофтороз, распространение ризоктониоза и альтернариоза в сильной степени зависело от метеорологических условий, на топинамбуре отмечали мучнисторосяе грибы, которые особенно поражали ранние сорта (до 80 % листьев), поздние сорта страдали меньше (до 30 %), единично встречались листья, пораженные ржавчиной подсолнечника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов наблюдений можно сделать вывод, что изменения климата имеют прямое влияние на видовое разнообразие биоценозов сельскохозяйственных культур. В Центральном регионе Российской Федерации в агроэкосистемах резко снижается видовое разнообразие и численный состав живых организмов. Сокращаются мало адаптированные и редкие виды и замещаются на хорошо адаптированные и более устойчивые. На эти показатели также влияет тот факт, что на полях обычно культивируют один или несколько видов (сортов) растений, что уже приводит к значительному обеднению видового состава животных, грибов, бактерий. Кроме того, биологическое однообразие сортов культурных растений, занимающих большие площади, часто является основной причиной их массового уничтожения специализированными насекомыми (например, колорадским жуком) или поражения возбудителями болезней (мучнисто-росяными, ржавчинными, головневыми грибами, фитофторой и др.), распространению трудновыводимых сорняков, среди которых преобладают корневищные растения (пырей ползучий).

Список литературы

1. Моисеев, Ю. Глобальное изменение климата: производство продуктов питания / Ю. Моисеев, С. Носов, Н. Родина // *Международ. с.-х. журн.*, 1997. – № 5. – С. 30–34.
2. Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рожд. акад. Н.В. Смольского, Минск, 7–9 окт.: в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск: Конфидо, 2015. – Ч. 1. – 512 с.
3. Федотова, Л.С. В изменяющихся климатических условиях нужны новые подходы к возделыванию картофеля / Л.С. Федотова, А.В. Кравченко // *Картофель и овощи*, 2011. – № 2. – С. 20–22.
4. Влияние изменений экологической ситуации на видовой состав, активность и численность компонентов агроценозов в условиях Центрального региона Российской Федерации / О.В. Абашкин [и др.] // *Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития: материалы VI межрег. науч.-практ. конф.*, Чебоксары, 2014 / М-во с. х. Чувашской Респ., ГНУ «ВНИИКХ им. А.Г. Лорха», КУП ЧР «Агро-Инновации». – Чебоксары, 2014. – С. 165–170.
5. Мониторинг вредителей картофеля в Центральном регионе России. Методические указания / В.М. Глез [и др.] // М.: Изд-во Россельхозакадемия, ВНИИКХ, 2012. – 28 с.
6. Фитосанитарное состояние и мероприятия по борьбе с основными болезнями и вредителями в период вегетации и хранения картофеля / В.Н. Зейрук [и др.]. – М., 2014. – 22 с.
7. Зубков, А.Ф. Фитосанитарный мониторинг и защита растений в адаптивном земледелии / А.Ф. Зубков // *Защита и карантин растений*, 1997. – № 10. – С.13–14.
8. Влияние жары и засухи на видовой состав и миграционную активность тлей / О.В. Абашкин [и др.] // *Современное состояние и перспективы развития картофелеводства: материалы IV науч.-практ. конф.*, Чебоксары 16–17 февр. 2012 г. – Чебоксары, 2012. – С. 138–140.
9. Сорная растительность и энтомофауна клубнеплодов в экстремальных условиях 2011–2011 годов / О.В. Абашкин [и др.] // *Современное состояние и перспективы развития картофелеводства: материалы IV науч.-практ. конф.*, Чебоксары, 16–17 февр. 2012 г. – Чебоксары, 2012. – С.106–108.
10. Ижевский, С.С. Интродукция и акклиматизация энтомофагов / С.С. Ижевский. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1983. – 64 с.
11. Вредные насекомые агроценоза картофеля в центральном регионе России / В.М. Глез [и др.] // *Картофелеводство: сб. науч. тр.: материалы науч. конф. «Мировые генетические ресурсы картофеля и их использование в современных направлениях селекции» (к 125-летию со дня рожд. Н.И. Вавилова)* / Рос. акад. с.-х. наук ГНУ «ВНИИКХ им. А.Г. Лорха». – М., 2012. – С. 166–174.

Поступила в редакцию 23.11.2016 г.

S.V. VASILYEVA, E.V. OVES, V.N. ZEYRUK, O.V. ABASHKIN,
O.A. STAROVOYTOVA, D.V. ABROSIMOV, YU.A. MASYUK

**COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF BIOCENOSES
OF POTATOES AND TOPINAMBUR DURING
CHANGING CLIMATIC CONDITIONS**

SUMMARY

The research results during 2010–2016 presents comparative analysis of potatoes and topinambur biocenoses. The main attention is given to the rapidly changing natural and climatic conditions and aftereffect of the changings.

The results of conducted accounts showed that climate changings had a direct impact on development and numbers of many explored species and weedages.

In the Central region of Russia the species diversity and numbers of living microorganisms in agrosystems are decreasing. Infirm-adaptive and rare species replaced by well-adaptive and more substantial.

Key words: potatoes, topinambur, biocenosis, agrocoenosis, diseases, entomofauna, blights, weedages.

УДК 635.21:631.811.98(476.4)

И.Р. Вильдфлуш, Е.Л. Ионас

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область
E-mail: eliaai@rambler.ru

СОРТОВАЯ ОТЗЫВЧИВОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследований применения на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок с содержанием макро-и микроэлементов, а также регуляторов роста и их влияние на урожайность и качество клубней картофеля.

Ключевые слова: картофель, удобрения, сорт, дерново-подзолистая почва, урожай, качество.

ВВЕДЕНИЕ

Основными целями Государственной комплексной программы развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства на 2011–2015 годы было повышение эффективности картофелеводства, обеспечение потребности Беларуси в картофеле высокого качества на продовольственные и семенные цели, а также для промышленной переработки и увеличение экспортных поставок [1].

Для укрепления экономики страны, рационального использования государственных и других инвестиций в аграрно-промышленных предприятиях важнейшее значение имеет совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе применения удобрений, сохранения и повышения плодородия почв [2].

Одним из важнейших факторов увеличения урожайности картофеля и улучшения качества продукции, безусловно, является сорт [3]. Сорта картофеля в силу своих генетических особенностей используют неодинаковое количество питательных веществ для формирования урожая клубней. Знание особенностей питания растений определенного сорта – важнейший фактор повышения эффективности действия минеральных удобрений, максимального использования потенциальных возможностей сорта [4]. Однако потенциальные возможности сорта могут раскрыться лишь в том случае, если с помощью соответствующих агротехнических приемов будут созданы условия, отвечающие его биологическим требованиям [3]. Существенно повысить урожайность и улучшить качество сельскохозяйственных культур можно за счет оптимизации

питания растений, комплексного применения удобрений с микроэлементами. В комплексе факторов формирования урожая сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции решающее значение имеет сбалансированное питание растений необходимыми макро- и микроэлементами [5, 6].

В последние десятилетия во многих странах мира начали широко применять некорневой способ внесения удобрений, при котором растения оперативно получают питательные вещества через листья и стебли при опрыскивании. При выращивании картофеля некорневой способ – неотъемлемый прием интенсивной технологии производства. Некорневая подкормка является дополнительным источником питания, не заменяя основного внесения удобрений. Главное преимущество некорневых подкормок – быстрая доставка питательных элементов в критические периоды развития картофеля (начало клубнеобразования и накопление урожая), а также когда рост растений замедляется в результате различных стрессов (засуха, дожди, перепады температуры). Некорневые подкормки – самый быстрый способ устранения дефицита питательных веществ, так как проникновение их через лист происходит намного быстрее, чем через корень [7].

В связи с этим целью исследований было установление влияния новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок и комплексных препаратов на основе удобрений и регуляторов роста для среднераннего сорта картофеля Манifest и среднепозднего сорта Вектар на урожайность и качество клубней на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в 2014–2015 гг. на территории УНЦ «Опытные поля Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемым с глубины около 1 м моренным суглинком.

Предшественником картофеля были зерновые культуры. Общая площадь делянки – 25,2 м², учетной – 16,8 м², повторность в опыте четырехкратная, расположение делянок рендомизированое. В 2014 г. посадку картофеля проводили 12 мая и в 2015 г. – 6 мая четырехрядной картофелесажалкой КСМ-4, семенными клубнями 35–55 мм. Густота посадки 47,6 тыс. клубней на 1 га. Глубина посадки 8–10 см. Способ посадки гребневой.

Почва опытного участка имела низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), кислую реакцию почвенной среды ($pH_{\text{ккл}}$ 5,1–5,3), высокое содержание подвижных форм фосфора (269–318 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (173,3–214,5 мг/кг). Содержание подвижной меди составляло 2,06–2,13 мг/кг, подвижного цинка – 4,23–4,52 мг/кг.

В 2014 г. под вспашку согласно схеме опыта вносили навоз в дозе 40 т/га с содержанием N – 0,48–0,52 %, P₂O₅ – 0,2–0,22 %, K₂O – 0,55–0,59 %, в 2015 г. – 0,48–0,52, 0,2–0,22, 0,55–0,59 % соответственно.

Под культивацию использовали стандартные формы минеральных удобрений, а также новые формы комплексных удобрений для основного внесения в эквивалентных дозах по азоту, фосфору и калию ($N_{90}P_{68}K_{135}$).

В опытах применяли карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O). Из комплексных удобрений для основного внесения использовали азотно-фосфорно-калийное (АФК) удобрение марки N : P : K (16 : 12 : 24) с содержанием 0,12 % B, 0,15 % Cu и 4,0 % S, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, а также комплексное бесхлорное органоминеральное гранулированное удобрение для картофеля с содержанием макро- и микроэлементов (N – 6,0 %, P_2O_5 – 8,0, K_2O – 9,0, MgO – 2,0, Fe – 0,07, Mn – 0,1, Cu – 0,01, B – 0,025, массовая доля гуминовых соединений – 2,0 %), производимое в России.

Для некорневой подкормки использовали израильское комплексное водорастворимое удобрение «Нутривант Плюс. Картофельный» с содержанием $N_0 + P_{43} + K_{28} + Mg_2 + B_{0,5} + Mn_{0,2} + Zn_{0,2} + \text{Фергивант}$, которое вносили по вегетирующим растениям у сорта Манифест в дозах по 2,5 кг/га в фазе смыкания ботвы и в фазе бутонизации – конец цветения, а у сорта Вектар – по 2,0 кг/га в фазе смыкания ботвы, в фазах бутонизации и клубнеобразования. В опытах применяли белорусское жидкое комплексное удобрение «МикроСтим В, Cu», включающее N – 65 г/л, B – 40, Cu – 40 г/л, гуминовые вещества 0,6–6,0 мг/л в дозе 1,3 л/га в фазе начало бутонизации, а также регулятор роста «Экосил» в дозе 200 мл/га в начале цветения, при массовом цветении, через 7 дней после последней обработки.

Уход за посадками картофеля состоял из трехкратных междурядных обработок культиватором-окучником. В 2014 г. до появления всходов вносили почвенный гербицид «Зенкор» в дозе 1,0 кг/га, проводили две обработки против фитофтороза препаратом «Орвего» (0,8 л/га) и одну обработку фунгицидом «Акробат МЦ» (2,0 кг/га), инсектицидная обработка проводилась препаратом «Актара» (0,06 кг/га). В 2015 г. до всходов картофеля использовали почвенный гербицид «Зантран» в дозе 1,4 л/га, по всходам – Фюзилад Форте (1,0 л/га), фунгицидные обработки проводили Орвего (0,8 л/га) и Трайдексом (1,6 кг/га), инсектицидную обработку осуществляли препаратом «Вирий» (0,3 л/га).

В исследованиях определяли сухое вещество в клубнях согласно ГОСТ 27548-97, крахмал – по удельному весу клубней, витамин С – методом Мурри, растворимые углеводы – методом Бертрана (ГОСТ 26176-91), нитраты – ионометрически (ГОСТ 134,96,19-86).

В течение вегетации проводили фенологические, биометрические наблюдения и учеты в соответствии с методикой исследований по культуре картофеля.

Учет урожая осуществляли сплошным поделяночным методом, статистическую обработку данных – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Применение азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) увеличивало урожайность клубней картофеля по сравнению с неудобренным контролем у сорта Манифест на 7,1 т/га, у сорта Вектар – на 5,0 т/га (табл. 1).

Внесение калийных удобрений (K_{135}) в форме хлористого калия на фоне $N_{90}P_{68}$ способствовало возрастанию урожайности клубней как у сорта Манифест, так и Вектар на 2,3 и 6,0 т/га соответственно.

Внесение до посадки бесхлорного АФК удобрения и хлорсодержащего по действию на урожайность клубней было равнозначным и повышало урожайность по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, у сорта Манифест – на 9,6 и 8,9 т/га, увеличив окупаемость 1 кг НРК на 33 и 30 кг клубней, у сорта Вектар – на 6,0 и 5,1 т/га и окупаемость – на 20 и 17 кг соответственно.

Таблица 1 – Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на урожайность картофеля (среднее за 2014–2015 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га			Окупаемость 1 кг д. в. НРК удобрений урожаем клубней, кг
		к контролю	к фону		
			1	2	
Сорт Манифест					
1. Без удобрений	27,2	–	–	–	–
2. $N_{90}P_{68}$	34,3	7,1	–	–	45
3. $N_{90}P_{68}K_{135}$ – Фон 1	36,6	9,4	–	–	32
4. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК)	45,5	18,3	–	–	62
5. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК) бесхлорная	46,2	19,0	–	–	65
6. $N_{120}P_{70}K_{130}$ – Фон 2	42,4	15,2	–	–	48
7. Фон 2 + МикроСтим В, Сu	45,2	18,0	–	2,8	56
8. Фон 2 + Нутривант Плюс	51,6	24,4	–	9,2	76
9. Фон 2 + Экосил	46,9	19,7	–	4,5	62
10. $N_{130}P_{90}K_{150}$ + Нутривант Плюс	47,0	19,8	–	–	54
11. Фон 1 + навоз 40 т/га	46,7	19,5	10,1	–	–
НСР ₀₅	1,6	–	–	–	–
Сорт Вектар					
1. Без удобрений	22,1	–	–	–	–
2. $N_{90}P_{68}$	27,1	5,0	–	–	32
3. $N_{90}P_{68}K_{135}$ – Фон 1	33,1	11,0	–	–	38
4. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК)	38,2	16,1	–	–	55
5. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК) бесхлорная	39,1	17,0	–	–	58
6. $N_{120}P_{70}K_{130}$ – Фон 2	35,1	13,0	–	–	41
7. Фон 2 + МикроСтим В, Сu	38,4	16,3	–	3,3	51
8. Фон 2 + Нутривант Плюс	39,6	17,5	–	4,5	55
9. Фон 2 + Экосил	38,4	16,3	–	3,3	51
10. $N_{130}P_{90}K_{150}$ + Нутривант Плюс	41,4	19,3	–	–	52
11. Фон 1 + навоз 40 т/га	42,3	20,2	9,2	–	–
НСР ₀₅	1,5	–	–	–	–

Максимальная продуктивность картофеля у сорта Манифест (51,6 т/га) в среднем за два года исследований была получена от некорневой подкормки комплексным удобрением «Нутривант Плюс» на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$. В этом варианте прибавка урожайности к фону составила 9,2 т/га, а окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней – 76 кг. При использовании удобрения «Нутривант Плюс» на фоне более высоких доз удобрений ($N_{130}P_{90}K_{150}$) урожайность картофеля и окупаемость 1 кг NPK на этом сорте картофеля снизились и составили 47,0 т/га и 54 кг клубней соответственно. Обработка посадок комплексным удобрением «МикроСтим В, Си» на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ по действию уступала применению Нутривант Плюс. В этом варианте опыта прибавка от внесения МикроСтива В, Си составила к фону только 2,8 т/га при окупаемости 1 кг NPK 56 кг клубней.

Максимальная урожайность клубней у сорта Вектар (41,4 и 42,3 т/га) была в вариантах с некорневой подкормкой Нутривантом Плюс на фоне $N_{130}P_{90}K_{150}$ и при сочетании внесения 40 т/га навоза с $N_{90}P_{68}K_{135}$. Применение 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ увеличивало урожайность клубней картофеля сорта Вектар на 9,2 т/га. При использовании удобрения «Нутривант Плюс» на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ прибавка урожайности картофеля к фону составила 4,5 т/га при окупаемости 1 кг NPK 55 кг клубней. При применении удобрения «МикроСтим В, Си» и регулятора роста «Экосил» на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ действие на урожайность клубней, прибавку урожая к фону и окупаемость 1 кг NPK было равнозначным и составило 38,4 т/га, 3,3 т/га и 51 кг клубней соответственно.

Наибольшее содержание сухого вещества у сорта Манифест (26,0 %) было получено при использовании Нутриванта Плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ (табл. 2). После внесения хлорсодержащего и бесхлорного АФК удобрения, а также навоза 40 т/га на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ содержание сухого вещества увеличивалось на 1,5; 3,6 и 1,6 % соответственно. Применение МикроСтива В, Си и Экосила не способствовало повышению сухого вещества в клубнях.

Наибольшее содержание сухого вещества у сорта Вектар было получено при использовании Нутриванта Плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$, азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) и на контрольном варианте и где составило 27,2; 27,3 и 27,5 % соответственно. После внесения хлорсодержащего и бесхлорного АФК, МикроСтива В, Си и Экосила содержание сухого вещества в клубнях находилось на уровне фона. Использование навоза 40 т/га на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ снижало количество сухого вещества к фону на 3,9 %. Некорневая подкормка Нутривантом Плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ снижала содержание сухого вещества по сравнению с применением Нутриванта Плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 4,4 %.

Наибольшее содержание витамина С в клубнях картофеля у сорта Манифест (20,4 мг%) было получено в вариантах с неудобренным контролем, Нутривантом плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ (20,6 мг%) и с внесением хлорсодержащего АФК (21,5 мг%). Использование Нутриванта Плюс и Экосила увеличивало содержание витамина С к фону на 3,3 и 2,2 мг%. Внесение до посадки хлорсодержащего и бесхлорного АФК удобрения по сравнению с вариантом, где

Таблица 2 – Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на качество клубней картофеля (среднее за 2014–2015 гг.)

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Витамин С _c , мг-%	Сырой протеин, %	Растворимые углеводы, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг	
						2014 г.	2015 г.
Сорт Манифест							
1. Без удобрений	23,4	20,4	5,38	0,73	17,0	55,0	42,8
2. N ₉₀ P ₆₈	23,3	18,2	6,68	0,51	17,6	207,0	90,7
3 N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ – Фон 1	22,0	16,5	8,33	0,73	17,4	70,9	75,6
4. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК)	23,5	21,5	8,58	0,72	16,4	77,6	52,8
5. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК) бесхлорная	25,6	18,1	6,96	0,69	18,0	134,5	93,0
6. N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₃₀ – Фон 2	24,1	17,3	8,26	0,63	17,0	153,5	169,0
7. Фон 2 + МикроСтим В, Си	24,9	18,7	7,60	0,46	17,9	157,0	96,5
8. Фон 2 + Нутривант Плюс	26,0	20,6	7,41	0,70	17,9	216,5	98,6
9. Фон 2 + Экосил	24,4	19,5	7,93	0,46	17,4	200,0	107,2
10. N ₁₃₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Нутривант Плюс	25,0	19,6	8,27	0,54	17,2	186,0	171,5
11. Фон 1 + навоз 40 т/га	23,6	16,7	8,50	0,42	16,5	142,0	218,3
НСР ₀₅	1,5	1,5	0,3	0,03	0,3	15,7	30,3
Сорт Вектар							
1. Без удобрений	27,5	19,5	6,27	0,54	19,6	45,2	18,7
2. N ₉₀ P ₆₈	27,3	20,1	8,15	0,59	19,6	55,7	20,8
3 N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ – Фон 1	26,3	20,5	7,82	0,76	19,0	64,4	98,2
4. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК)	26,7	16,1	7,41	0,91	19,2	133,0	38,0
5. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК) бесхлорная	26,8	20,5	7,91	0,72	19,3	56,1	70,8
6. N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₃₀ – Фон 2	26,0	16,6	7,38	0,86	18,8	90,1	65,0
7. Фон 2 + МикроСтим В, Си	26,7	17,1	7,90	0,82	19,0	57,3	40,6
8. Фон 2 + Нутривант Плюс	27,2	18,6	8,19	0,84	19,4	130,0	62,6
9. Фон 2 + Экосил	25,9	17,0	8,49	0,43	18,8	68,0	56,6
10. N ₁₃₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Нутривант Плюс	22,8	18,4	8,44	0,68	18,6	75,4	101,5
11. Фон 1 + навоз 40 т/га	22,4	18,6	7,80	0,49	18,3	63,4	87,8
НСР ₀₅	0,5	0,6	0,6	0,04	0,5	13,6	12,7

в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, повышало количество витамина С на 5,0 и 1,6 мг%.

У сорта Вектар наибольшее содержание витамина С в клубнях (19,5–20,5 мг%) было отмечено в вариантах с неудобренным контролем, с внесением до посадки картофеля азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$), $N_{90}P_{68}K_{135}$ и бесхлорного АФК удобрения. Применение удобрения «Нутривант Плюс» на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ способствовало повышению витамина С к фону на 2,0 мг%.

Применение МикроСтива В, Си, Экосила и Нутриванта Плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ снижало количество сырого протеина в клубнях у сорта Манифест на 0,66, 0,33 и 0,85 % соответственно. Внесение бесхлорного АФК удобрения, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, также приводило к снижению содержания сырого протеина на 1,37 %.

Наименьшее содержание сырого протеина у сорта Вектар (6,27 %) было на неудобренном контроле. Применяемые удобрения способствовали увеличению сырого протеина в клубнях картофеля. Внесение бесхлорного АФК удобрения повышало количество сырого протеина по сравнению с внесением в эквивалентной дозе по азоту, фосфору и калию карбамида, аммофоса и хлористого калия на 0,09 %. Внесение хлорсодержащего АФК удобрения, наоборот, несколько снижало содержание сырого протеина в клубнях по сравнению с внесением стандартных удобрений на 0,41 %. Использование МикроСтива В, Си, Нутриванта Плюс и Экосила на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ увеличивало количество сырого протеина к фону на 0,52, 0,81 и 1,11 % соответственно. Некорневая подкормка Нутривантом Плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ повышала содержание сырого протеина по сравнению с применением Нутриванта Плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 0,25 %.

Варианты с внесением бесхлорного и хлорсодержащего АФК удобрения у сорта Манифест, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, по накоплению растворимых углеводов были равнозначными. Внесение навоза 40 т/га снижало содержание растворимых углеводов в клубнях на 0,31 %. Использование МикроСтива В, Си и Экосила способствовало уменьшению количества растворимых углеводов на 0,17 %. Применение Нутриванта Плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ увеличивало содержание растворимых углеводов на 0,07 %. Некорневая подкормка Нутривантом Плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ снижала содержание растворимых углеводов в клубнях по сравнению с применением Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 0,16 %.

У сорта Вектар использование регулятора роста «Экосил» на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ уменьшало количество растворимых углеводов к фону на 0,43 %. Внесение в почву навоза 40 т/га на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ также снижало содержание растворимых углеводов в клубнях на 0,27 %. Внесение хлорсодержащего

АФК увеличивало количество растворимых углеводов по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений на 0,15 %. Применение МикроСтива В, Си и Нутриванта Плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ по действию к фону по накоплению растворимых углеводов было равнозначным. Некорневая подкормка Нутривантом Плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ снижала содержание растворимых углеводов в клубнях по сравнению с применением Нутриванта Плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 0,16 %.

Максимальное количество крахмала в клубнях картофеля у сорта Манифест было получено при внесении бесхлорного АФК удобрения (18,0 %), что было выше фона, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 0,6 %. Использование Нутриванта Плюс и МикроСтива В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ повышало содержание крахмала в клубнях картофеля на 0,9 %. Применение Экосила увеличивало содержание крахмала на 0,6 %. Внесение хлорсодержащего АФК удобрения по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) и навоза 40 т/га на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ снижало содержание крахмала на 1,0 и 0,9 % соответственно.

В среднем за два года исследований у сорта Вектар наиболее высокое содержание крахмала (19,6 %) было отмечено в контрольном варианте и при использовании азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$). Использование АФК хлорсодержащего и бесхлорного АФК удобрения не изменяло содержание крахмала в клубнях картофеля по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений. Применение Нутриванта Плюс по сравнению с фоном $N_{120}P_{70}K_{130}$ повышало содержание крахмала в клубнях картофеля на 0,6 %. Использование МикроСтив В, Си и Экосила не изменяло содержание крахмала в клубнях картофеля по сравнению с фоном $N_{120}P_{70}K_{130}$.

Обработка растений Нутривантом Плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ по сравнению с его использованием на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ снижала содержание крахмала у сорта Вектар на 0,8 %. Применение навоза 40 т/га по сравнению с фоном $N_{90}P_{68}K_{135}$ также снижало содержание крахмала в клубнях картофеля на 0,7 %.

Важную роль в качестве продукции играет содержание нитратов, которые характеризуют пригодность использования картофеля в пищу. Согласно постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 июня 2013 г. № 52 предельно допустимое значение содержания нитратов в клубнях картофеля составляет 250 мг/кг. В наших исследованиях содержание нитратов в клубнях по вариантам опыта не превышало ПДК. В целом по двум годам исследований при применении новых форм удобрений и регуляторов роста наблюдалось снижение количества нитратов в клубнях по отношению к фону.

У сорта Манифест от применения новых форм комплексных удобрений и регулятора роста «Экосил» содержание нитратов в 2014 г. находилось в пределах

77,6–216,5 мг/кг, в 2015 г. – 52,8–171,5 мг/кг сырой продукции; у сорта Вектар в 2014 г. – 56,1–133,0 мг/кг, в 2015 г. – 38,0–101,5 мг/кг соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Двухкратная некорневая подкормка комплексным удобрением «Нутривант Плюс» на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ повышает урожайность клубней среднераннего сорта Манифест на 9,2 т/га, способствует получению максимальной урожайности картофеля – 51,6 т/га, повышает содержание сухого вещества на 1,9 %, витамина С – на 3,3 мг%, крахмала – на 0,9 %.

2. Максимальная урожайность у сорта Вектар была получена от применения некорневой подкормки Нутривантом Плюс на фоне более высоких доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ и от внесения 40 т/га навоза в сочетании с $N_{90}P_{68}K_{135}$ (41,4 и 42,3 т/га соответственно).

3. Внесение нового комплексного хлорсодержащего удобрения для картофеля с В, Си и S, разработанного Институтом почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, и комплексного органоминерального бесхлорного удобрения для картофеля российского производства по действию на урожайность клубней было равнозначным и по сравнению с внесением в эквивалентных дозах ($N_{90}P_{68}K_{135}$) карбамида, аммофоса и хлористого калия повышало урожайность клубней у сорта Манифест с 36,6 т/га до 45,5 и 46,2 т/га соответственно. После внесения хлорсодержащего и бесхлорного АФК удобрения содержание сухого вещества увеличивалось на 1,5 и 3,6 %, количество витамина С – на 5,0 и 1,6 мг%. При внесении бесхлорного АФК удобрения было получено максимальное количество крахмала в клубнях картофеля (18,0 %), что выше фона, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 0,6 %.

4. Обработка посадок картофеля МикроСтимом В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ повышает урожайность клубней у сорта Манифест на 2,8 т/га (с 42,4 до 45,2 т/га), увеличивает содержание крахмала на 0,9 %, способствует уменьшению количества растворимых углеводов на 0,17 %.

5. Применение МикроСтима В, Си и Экосила на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ у сорта Вектар по действию на урожайность клубней, на прибавку урожая к фону и окупаемость 1 кг НРК было равнозначным и составило 38,4 т/га, 3,3 т/га и 51 кг клубней соответственно. В этих вариантах наблюдалось увеличение содержания сырого протеина на 0,52 и 1,11 % соответственно.

6. Применение Нутриванта Плюс у сорта Вектар на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ повышало урожайность картофеля к фону на 4,5 т/га (39,6 т/га). В этом варианте наблюдалось повышение сухого вещества в клубнях на 1,2 %, увеличение содержания крахмала на 0,6 %, витамина С – на 2,0 мг%, сырого протеина – на 0,81 %.

7. В целом по двум годам исследований при применении новых форм удобрений и регуляторов роста наблюдалось снижение количества нитратов в клубнях картофеля по отношению к фону как у сорта Манифест, так и Вектар.

Список литературы

1. Ярохович, А.Н. Белорусскому картофелеводству – инновационный путь развития / А.Н. Ярохович // Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 8–10.
2. Семененко, Н.Н. Совершенствование системы применения удобрений – важнейшее условие повышения эффективности земледелия / Н.Н. Семененко // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 11–13.
3. Влияние различных уровней питания на продуктивность сортов картофеля разных сроков спелости и целевого назначения и их устойчивость к клубневым гнилям во время хранения / С.А. Фицура [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. – 2011. – Т. 19. – С. 457.
4. Подлужный, Г.И. Удобрения, сорт и качество клубней картофеля / Г.И. Подлужный, А.И. Куксов // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1 (34). – С. 284–287.
5. Вильдфлуш, И.Р. Агрэоэкономічная эфэктывнасць прымянення новых форм мікродобрыяў пры воздэльванні яровой пшеницы / И.Р. Вильдфлуш, Е.И. Коготко // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 4. – С. 12–14.
6. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 276 с.
7. Применяйте на картофеле биологическое удобрение Изабион в смеси с фунгицидами / М.А. Кузнецова [и др.] // Картофель и овощи. – 2012. – № 5. – С. 28–29.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

Поступила в редакцию 23.11.2016 г.

I.R. VILDFLUSH, E.L. IONAS

VARIETAL RESPONSIVENESS OF NEW POTATOES VARIETIES TO FERTILIZERS USE AND GROWTH REGULATORS IN THE NORTH-EASTERN PART OF BELARUS

SUMMARY

The research using results of the first time in sod-podzolic sandy loam soil of the north-eastern part of Belarus of complex fertilizers new forms for the main application and foliar feedings with the content of macro- and micronutrients and growth regulators and their influence on the yield and quality of potatoes tubers are given.

Key words: potatoes, fertilizers, variety, sod-podzolic soil, yield, quality.

УДК 631.412:635.21

Д.С. Гасило, С.А. Турко

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: technology@belbulba.by; gastilo1990@mail.ru

ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ – ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований плотности почвы при различной ширине междурядий с соответствующим комплектом машин. На среднесуглинистой дерново-подзолистой почве оптимальная плотность для картофеля при объемном весе пахотного слоя 0–10 см – 1,0 г/см³, 10–20 см – 1,1–1,2 г/см³.

Ключевые слова: картофель, сорт, плотность почвы, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Агрофизические показатели почвы в значительной степени определяет ее плодородие. Одним из показателей физического состояния почвы является ее объемный вес, или плотность. Она в первую очередь отражает характер сложения почвы, то есть строение, от которого зависит водно-воздушный и тепловой режим, что обуславливает деятельность почвенной микрофлоры и условия питания культурных растений [1, 2].

Исходя из результатов исследований И.Б. Ревута (1962), О.А. Виссера (1964–1965), в плотный слой почвы с объемным весом 1,4 г/см³ корни картофеля проникали с трудом, вес их на поле с плотной почвой составлял всего 50 % от веса воздушно-сухих корней на поле с рыхлой почвой. Большая твердость почвы оказывает механическое сопротивление росту корней и особенно клубней картофеля, что сказывалось на величине урожая. При культивации после вспашки почва по колее трактора уплотняется глубже, чем рыхлится культиватором. Урожай на уплотненной почве по колее был на 19,5 ц ниже, чем на рыхлой из-за большой плотности почвы в нижней части пахотного слоя (1,27–1,32 г/см³ по сравнению с 1,08–1,16 г/см³ на контроле). Увеличение плотности более 1,3 г/см³ приводит к резкому снижению урожая картофеля. Уплотнение почвы по колее трактора при культивации и внесении минеральных удобрений после вспашки вызывает значительное уменьшение урожая картофеля. Последняя предпосадочная обработка тяжелых почв должна производиться глубокорыхлящими орудиями [3–6].

Для растений вредна как слишком плотная, так и чрезмерно рыхлая почва, при оседании которой нередко повреждается корневая система. В частности, высокая плотность почвы вызывает большое механическое сопротивление

росту корней и других подземных частей растений [7, 23], ухудшение аэрации, что отрицательно влияет на поглощение питательных веществ корнями [24], увеличение объема недоступной для растений влаги [8–10].

Для различных сельскохозяйственных культур оптимальная плотность почвы неодинакова [2, 11].

Исходя из наблюдений В.Д. Воривода (1963–1966) и других исследователей, на участках с плотной почвой ($1,35\text{--}1,50\text{ г/см}^3$) всходы картофеля были замедленными и отставали в росте. На рыхлой почве высота растений в фазе бутонизации в среднем была 38,4 см, а на плотной – 26,9 см. При плотности $1,10\text{--}1,20\text{ г/см}^3$ растения были более мощные, темно-зеленого цвета, имели больше стеблей (6, 8). При плотности $1,35\text{--}1,50\text{ г/см}^3$ растения были слабо-развиты, бледно-зеленого цвета, имели всего лишь 3–5 стеблей. Урожай клубней на плотной почве был в два раза меньше, чем на рыхлой. С увеличением плотности почвы в клубнях картофеля снижается содержание крахмала и витамина С. Так, при плотности $1,10\text{ г/см}^3$ содержание витамина С (аскорбиновой кислоты) в клубнях в 1,15 раза больше, чем в клубнях, выросших при плотности сложения больше $1,35\text{ г/см}^3$. Содержание крахмала соответственно уменьшается с 13,0 до 12,0 %. Следует отметить, что клубни, выросшие на плотных почвах ($1,35$ и $1,50\text{ г/см}^3$) были деформированы, приплюснуты, имели уродливую форму, столоны и подземные стебли были сильно утолщены, прижаты к поверхности почвы. Глубина залегания клубней на рыхлых почвах (плотность $1,10\text{--}1,20\text{ г/см}^3$) – 18–20 см, на плотных почвах ($1,35\text{--}1,50\text{ г/см}^3$) – 10–12 см. При изучении влияния плотности почвы на корневую систему картофеля (под светонепроницаемой пленкой) резкой разницы в развитии растений отмечено не было, за исключением делянок с плотностью $1,50\text{ г/см}^3$. На рыхлых почвах клубни и столоны несколько углублялись в почву, на плотных – находились на поверхности и некоторые из них были деформированы. При отмывании корневой системы из ранцевого опрыскивателя было отмечено, что на рыхлой почве (плотность $1,10\text{ г/см}^3$) корни хорошо ветвились и были более мощные. Основная масса корней проникала до глубины 30 см и равномерно пронизывала всю толщу почвы. На плотных же почвах ($1,35\text{ г/см}^3$) корни развивались в верхнем слое (10–12 см) и плохо ветвились. При плотности почвы $1,50\text{ г/см}^3$ корни развивались на ее поверхности непосредственно под светонепроницаемой пленкой и распространялись лишь по червоточинам, по следам старых отмерших корней и по трещинам. Корни были значительно тоньше и мельче, чем на рыхлых почвах. Для нормального развития корневой системы картофеля оптимальная плотность почвы должна быть в пределах $1,10\text{ г/см}^3$ [2, 12, 13].

По мнению W.I. Flocker, G.R. Blake (1960), увеличение числа междурядных обработок свыше трех отрицательно влияет на урожай, так как последние обработки обычно проводят перед смыканием ботвы, когда корневая система картофеля бывает наиболее развита. Наши наблюдения показали, что в начале цветения картофеля корневая система в верхнем слое междурядий

почти полностью смыкается. При проведении же четвертой междурядной обработки сильно повреждаются столоны рабочими органами культиватора. К концу вегетации на всех вариантах независимо от междурядных обработок наблюдается уплотнение почвы. Изменение плотности происходит за счет погодных факторов, а также за счет того, что клубни и корни картофеля в некоторой степени уплотняют рыхлые почвы и разрыхляют уплотненные. На тяжелых суглинистых почвах их плотность оказывает существенное влияние на рост, корневую систему, урожай и качество картофеля. С увеличением плотности почвы до 1,35–1,50 г/см³ понижается урожай картофеля, уменьшаются вес одного клубня, процент содержания крахмала и витамина С. На плотных почвах корневая система картофеля развита слабее и бывает сосредоточена в основном в верхнем слое, поэтому на таких почвах уменьшается общая и рабочая адсорбирующая поверхность корней. С повышением плотности почвы увеличивается нерабочая поверхность корневой системы. Объем и вес корней на одно растение на уплотненных почвах значительно снижаются. Двухкратное боронование плюс двух-трехкратное рыхление междурядий обеспечивают получение более высоких урожаев, так как корневая система, столоны и клубни в течение всего вегетационного периода находятся в оптимальных условиях рыхлости, способствующих созданию лучшего водно-воздушного и питательного режима для картофеля [24, 25].

Исследования Почвенного института имени В.В. Докучаева, Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства, Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, Украинского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства, проведенные в различных регионах на почвах разного механического состава, показали, что даже при однократном проходе тяжелых колесных тракторов плотность пахотного слоя почвы возрастет на 20–40 %, уплотняющие деформации ее распространяются на глубину 40–60 см, а в отдельных случаях – до 1 м. При этом на глубине 20–30 см она может иметь плотность 1,4–1,5 г/см³, то есть близкую к критической (1,6–1,7 г/см³), при которой уже не распространяются корневые волоски растений. При этом разрушается ее структура [14, 15].

Как правило, весенние полевые работы проводят на глубину максимум 15 см, а нижняя часть пахотного слоя (15–30 см) остается уплотненной в течение всей вегетации культуры. Это ведет к снижению урожая возделываемых культур на 5–15 % и более. Как показывают данные полевых опытов (А.И. Пупонин, 1984, 1990), процесс снижения эффективного плодородия почвы под воздействием ходовых систем колесных тракторов носит кумулятивный характер. Депрессия урожайности на уплотненных почвах возрастает из года в год. Таким образом, при выполнении весенних обработок почвы следует соблюдать ряд важнейших условий: не начинать работы слишком рано, когда почва еще избыточно влажная и могут образовываться глыбы и глубокая колея от прохода машин; не вносить фосфорно-калийные удобрения

тяжелыми агрегатами в весенний период, более эффективно это можно сделать осенью на зябь; для увеличения опорной поверхности снижать давление в колесах трактора до 1,0–1,1 г/см³; использовать тяжелые тракторы мощностью 200–350 л. с. и более только со сдвоенными колесами; по данным полевых опытов (А.И. Пупонин), использование на севе трактора К-700 со сдвоенными колесами приводило к повышению урожая ячменя на 12,9 % по сравнению с применением трактора К-700 без сдвоенных колес [16, 17].

Исходя из проведенных исследований С.А. Воробьевым (1987), негативное влияние сельскохозяйственной техники и транспортных средств на почву стало совершенно очевидным и не замечать его – значит продолжать обострять проблему, ухудшая агрофизическое состояние почвы до такого состояния, из которого вывести ее будет нелегко [15]. Для этого потребуются большие усилия и немалые средства. Техническое перевооружение сельского хозяйства проводилось и сейчас идет довольно быстрыми темпами. Но при этом часто не в полной мере или же совсем не учитывалось то обстоятельство, что одновременно с мощностью и массой машин возрастало давление техники на почву. И сейчас оно по многим машинам превышает допустимое в два и более раз. Поэтому агрофизическое состояние пахотных земель и тенденции развития негативных процессов в почве вызывают серьезную тревогу. Угрожающими темпами растет плотность пахотного и подпахотного горизонтов. Интенсификация сельскохозяйственного производства, естественное стремление к повышению производительности труда вызвали объективную необходимость создания машин и орудий большой мощности и массы. За последние 20 лет масса тракторов, например, в расчете на единицу площади пашни увеличилась почти в 3 раза. К тому же за этот период изменилась и структура тракторного парка. Если в 1950-х годах колесные тракторы составляли 46 % парка, то в настоящее время – почти до 70 %. Причем в то время тракторов типа К-700 и Т-150К не было и удельное давление на почву не превышало 0,7–1,1 г/см³, а у современных энергонасыщенных колесных тракторов оно увеличилось в 1,5–2,0 раза. Технологии возделывания большинства сельскохозяйственных культур, как правило, требуют многократных проходов по полю тракторов, комбайнов, транспортных средств и другой техники. Нагрузка на нее за последние три десятилетия возросла в 2 раза, а в районах интенсивного земледелия – в 3–4 раза. Только в период предпосевных обработок и сева ходовые системы машин покрывают до 80 % поверхности поля, а плантации, например, сахарной свеклы, картофеля и других пропашных культур только весной подвергаются 3–5-кратному воздействию движителей. Почва – это живой объект с присущими ему сложными процессами. Однако об этом мы часто забываем как при создании техники, так и при выполнении полевых работ.

В течение последних 30 лет вопросы влияния плотности почвы на рост и продуктивность картофеля исследованы и освещены недостаточно. Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования было определение влияния обработки почвы на ее плотность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Объектами исследований являлись сорта Манifest и Вектар.

Полевой двухфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – сорт:

1. Манifest;
2. Вектар.

Фактор В – ширина междурядий:

1. Междурядья 70 см;
2. Междурядья 90 см;
3. Гряда (84 × 2 строки) + 96 см;
4. Гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см.

Пахотный горизонт опытных участков на полях, где проводили агротехнические опыты, характеризуется агрохимическими показателями, представленными в таблице 1.

Органические удобрения в дозе 40 т/га и минеральные ($N_{90}P_{60}K_{150}$) вносили на всю площадь опыта. Подготовка почвы к посадке заключалась в закрытии почвенной влаги культиватором КПС-4, вспашке ПЛН-3-35, чизелевании АЧУ-2,8 и предпосадочной культивации, нарезке гребней культиватором КРН-4,2 с междурядьями 70 см, на 90 см – ОКГ-4; посадка картофеля 70 см – Л-202, на 90 см – СК-4. Технологические операции на грядах были выполнены в следующей последовательности: закрытие почвенной влаги культиватором КПС-4, вспашке ПЛН-3-35, чизелевании АЧУ-2,8, нарезка гряд грядоделателем Grimme Combi Star CS 1500, сепарация почвы – Rota Power CS 170 (Shapeforma BSF 2000); посадка картофеля сажалкой GB-330 с формированием гряды в 2 строки с междурядьем 84 см (42 + 42) и 3 строки с междурядьями 42 см (42 + 42 + 42).

Таблица 1 – Агрохимические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2014–2015 гг.

Показатели	Количественные показатели почвы
Гумус, %	1,9–2,2
pH _{кcl}	4,4–5,2
P ₂ O ₅ , мг/кг	255,4–429,6
K ₂ O, мг/кг	332,0–356,7
Сu, мг/кг	3,1–4,0
В, мг/кг	1,5–2,8
Zn, мг/кг	2,6–2,9
Mn, мг/кг	15,3–19,8
Mg, мг/кг	62,3–68,2

Посадка картофеля на опытных участках осуществлялась в первой-второй декадах мая согласно схеме опыта. Для формирования гребней в период вегетации проводили две междурядные обработки: на 70 см – АК-2,8 и КОР-4; 90 см – КГО-3,6 и АМПК-4-90. На грядах междурядной обработки не проводили, так как картофелесажалка GB-330 формирует гряду необходимых параметров при посадке (высота гряды 25–30 см). После формирования гребней и гряд вносили гербициды «Магнат» и «Зенкор Ультра» в дозе 0,9 кг/га до всходов. Общая площадь под опытом 1,0 га.

Метеорологические условия 2014 г. в целом были благоприятными для выращивания картофеля, хотя и довольно контрастными. Весна была ранней, но с перепадами температуры воздуха и увлажнения почвы: апрель был теплым и сухим – температурный режим по декадам на 2,3–4,7 °С выше нормы, осадков за этот месяц выпало от 51,0 до 99,4 % от нормы. Погодные условия апреля (температура воздуха и почвы) явились благоприятным условием для подготовки почвы к посадке картофеля. Гидротермический коэффициент (далее – ГТК) в третьей декаде апреля составил 0,8. Первая декада мая характеризовалась умеренно теплой (температура на 0,1 °С ниже нормы) и сухой погодой (осадков 59,7 % от нормы), а во второй и третьей декадах потеплело (на 3,2–3,9 °С от нормы), осадков выпало 200,0 и 98,7 % соответственно, что затрудняло проведение междурядных обработок по формированию объемных гребней, но способствовало прорастанию и появлению дружных всходов картофеля. Начало июня было теплым (температура на 3,6 °С выше нормы) и сухим (осадков 44,8 % от нормы), а вторая и третья декады месяца оказались холодными (всего 14,9–15,0 °С, или на 2,0–2,2 °С ниже среднеголетних показателей), а также сухими (осадков на 16,7–26,0 % от нормы). Июль и август были жаркими: температура на 2,3–4,4 и 2,9–7,0 °С соответственно выше нормы (в среднем за месяц на 3,1 °С выше среднеголетних значений). Дожди в летние месяцы выпадали неравномерно: во второй декаде июля прошли обильные дожди (38,4 мм, или 120,4 % нормы), а в первой и третьей декадах выпало 16,3 и 1,3 мм, или 56,4 и 4,6 % от нормы соответственно. Во второй и третьей декадах августа осадки составили 151,8 и 241,1 % от нормы соответственно. Сентябрь был теплым и сухим, что благоприятствовало уборке урожая: температура на 0,2–2,0 °С выше нормы, дождей выпало 28,2 мм, или 48,6 % от нормы (только в третьей декаде уровень осадков был чуть выше среднеголетних показателей, ГТК = 3,0).

В 2015 г. весна была ранней, но с перепадами температуры воздуха и увлажнения почвы: апрель был теплым и сухим – температурный режим апреля на 0,9–1,7 °С выше нормы, а осадков за месяц выпало от 111,3 до 114,6 % от нормы. Погодные условия апреля (температура воздуха и почвы) были благоприятными для подготовки почвы к посадке картофеля. Первая декада мая характеризовалась теплой (на 1,6 °С выше нормы) и дождливой погодой (188,4 % от нормы), во второй декаде стало прохладнее (на 1,4 °С ниже нормы) и осадков выпало 31,9 %. В третьей декаде мая потеплело до +15,4 °С

(на 1,2 °С выше нормы) и прошли дожди (111,7 % от нормы), что способствовало появлению дружных всходов. В мае ГТК составил 1,87 (отношение суммы осадков к сумме температур выше на 10 °С). Начало июня было теплым (на 3,0 °С выше нормы) и сухим, а вторая и третья декады месяца также были теплыми (+16,4–17,3 °С, или выше на 0,1–0,5 °С среднемноголетних показателей) и неравномерными по увлажнению (на 5,3–87,9 % от нормы). За июнь ГТК составил всего 0,48. Июль и август были жаркими: температура воздуха была на 0,4–3,9 и 3,1–5,4 °С соответственно выше нормы (в среднем за месяц на 4,4 °С выше среднемноголетних значений). Количество осадков в июле по декадам составило 22,7, 28,1 и 25,0 мм (78,6, 88,1 и 89,3 % от нормы соответственно), что обеспечило формирование урожая картофеля. А в августе установилась сухая и жаркая погода: максимальные температурные показатели составили +26,0–30,5 °С, в первой декаде выпало 3,3 мм осадков, или 11,8 % от нормы, во второй декаде дождей не было, а в третьей выпало всего 2,0 мм, или 3,8 % от нормы. За август ГТК составил всего 0,08.

В соответствии с методикой исследований по культуре картофеля в период вегетации проводили следующие учеты и наблюдения: фенологическое – начало появления (10 %) и массовое появление всходов (75 %), бутонизация, цветение. Биометрические показатели (высота растений, число стеблей) определяли на 40 растениях по методике В. Росс, Ю. Росс [18].

Плотность почвы определяли после посадки, в период появления полных всходов картофеля, в фазе бутонизации или начало цветения и перед уборкой по слоям: 0–10; 10–20; 20–30 см.

Плотность почвы в естественном состоянии (ранее абсолютный удельный вес почвы) – есть масса почвы, включая все ее фазы (твердую, жидкую, газообразную) в единице объема. Выражается в г/см³, кг/м³, т/м³ и определяется чаще всего буровым методом, хотя можно применять и песчаный. Образец почвы берется при естественной влажности, а также с уплотнением почвы вследствие усадки. Данный показатель определяли по методике А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной (1973, 1986) [19–21].

Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б.А. Доспехова [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований после посадки в 2014 г. плотность почвы была различной по горизонтам, в фазе всходов было отмечено снижение данного показателя на всех горизонтах по сортам соответственно. Это объясняется применением сельхозмашин с активными рабочими органами при формировании гребней на 70 см – КОР-4, 90 см – АМПК-4-90 (табл. 2).

В фазе всходов почва была достаточно рыхлая после проведенных междурядных обработок (согласно схеме опыта). Плотность по горизонтам у сорта Манifest при различной схеме посадки и обработке почвы составила: 70 см – 1,03–1,21 г/см³; 90 см – 0,99–1,16 г/см³, гряда (84 – 2 строки) + 96 см –

Таблица 2 – Плотность почвы в зависимости от ширины междурядий и комплекта машин для их обработки, фаз развития растений, 2014 г.

Период отбора образцов	Горизонт почвы, см	Ширина междурядий			
		70 см	90 см	Гряда (84 – 2 строки) + 96 см	Гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см
Манифест					
После посадки	0–10	1,07	1,07	0,99	1,11
	10–20	1,21	1,13	1,15	1,25
	20–30	1,25	1,18	1,18	1,27
Всходы	0–10	1,03	0,99	0,97	1,13
	10–20	1,21	1,04	1,14	1,18
	20–30	1,21	1,16	1,14	1,25
Начало бутонизации	0–10	1,05	1,04	1,08	1,11
	10–20	1,16	1,11	1,14	1,19
	20–30	1,27	1,25	1,17	1,26
Перед уборкой	0–10	1,09	1,06	1,02	1,14
	10–20	1,14	1,14	1,18	1,16
	20–30	1,19	1,21	1,23	1,21
Вектар					
После посадки	0–10	1,08	1,04	0,91	1,02
	10–20	1,13	1,13	1,00	1,05
	20–30	1,17	1,21	1,14	1,15
Всходы	0–10	0,77	0,77	0,92	0,83
	10–20	1,02	0,83	1,06	0,88
	20–30	1,13	0,96	1,09	1,15
Начало бутонизации	0–10	0,90	0,87	0,98	0,98
	10–20	0,93	0,99	1,11	1,11
	20–30	1,03	1,06	1,17	1,19
Перед уборкой	0–10	1,08	0,92	1,02	1,00
	10–20	1,14	1,08	1,14	1,12
	20–30	1,21	1,14	1,19	1,21

0,97–1,14 г/см³, гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см – 1,13–1,25 г/см³; у сорта Вектар: 0,77–1,13 г/см³, 0,77–0,96 г/см³, 0,92–1,09 г/см³, 0,83–1,15 г/см³ соответственно.

В фазе бутонизации было отмечено увеличение плотности почвы по сравнению с фазой всходов на всех сортах и по всем вариантам опыта. У сорта Вектар плотность почвы при различной ширине междурядий составила: 70 см – 0,90–1,03 (+0,13) г/см³; 90 см – 0,87–1,06 (+0,10) г/см³, гряда (84 – 2 строки) + 96 см – 0,98–1,17 (+0,06–0,08) г/см³, гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см – 0,98 – 1,19 (+0,04–0,15) г/см³; у сорта Манифест: 1,05–1,27 (+0,04) г/см³; 1,04–1,25 (+0,09) г/см³; 1,08–1,17 (+0,11) г/см³; 1,11–1,26 г/см³ соответственно.

К моменту уборки почва в гребнях незначительно уплотнилась. На сорте Манифест плотность почвы составила: 70 см – 1,09–1,19 (+0,05) г/см³; 90 см – 1,06–1,21 (+0,02) г/см³, гряда (84 – 2 строки) + 96 см – 1,02–1,23 (+0,06) г/см³,

гряды (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см –1,14–1,21 (+0,03) г/см³; у сорта Вектар: 1,08–1,21 (+0,19) г/см³; 0,92–1,14 (+0,08) г/см³; 1,02–1,19 (+0,07) г/см³; 1,00–1,21(+0,02) г/см³ соответственно.

В 2015 г. по сравнению с 2014 г. в зависимости от примененной ширины междурядий плотность почвы по фазам роста растений картофеля различалась. При посадке с шириной междурядий 90 см и на грядах (2 строки) отмечалось снижение плотности почвы по сравнению с шириной междурядий 70 см и грядой (3 строки) на протяжении всего вегетационного периода (табл. 3).

Было изучено влияние ширины междурядий, схемы обработки почвы, плотности почвы на высоту растений и количество стеблей у данных сортов. Из таблицы 4 видно, что при ширине междурядий 90 см, а следовательно обработке почвы КГО-3,6 + АМПК-4-90 высота растений у сорта Манифест составила 70,5 см, количество стеблей – 5,2 шт.; у сорта Вектар – 87,5 см и

Таблица 3 – Плотность почвы в зависимости от ширины междурядий и комплекта машин для их обработки, фаз развития растений, 2015 г.

Период отбора образцов	Горизонт почвы, см	Ширина междурядий			
		70 см	90 см	Гряда (84 – 2 строки) + 96 см	Гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см
Манифест					
После посадки	0–10	1,12	0,99	0,94	0,97
	10–20	1,17	1,12	0,97	1,11
	20–30	1,27	1,18	1,17	1,23
Всходы	0–10	1,02	0,97	1,01	0,99
	10–20	1,16	1,10	1,04	1,01
	20–30	1,18	1,21	1,14	1,17
Начало бутонизации	0–10	1,06	1,01	0,96	1,03
	10–20	1,09	1,07	1,04	1,05
	20–30	1,14	1,10	1,09	1,09
Перед уборкой	0–10	1,06	1,03	0,96	0,96
	10–20	1,10	1,06	0,99	0,99
	20–30	1,12	1,09	1,02	1,11
Вектар					
После посадки	0–10	1,10	0,97	0,83	0,86
	10–20	1,14	1,11	0,96	1,12
	20–30	1,28	1,23	1,16	1,21
Всходы	0–10	1,06	0,93	0,89	0,91
	10–20	1,10	1,02	1,01	1,05
	20–30	1,24	1,11	1,07	1,04
Начало бутонизации	0–10	1,01	0,95	0,91	0,96
	10–20	1,06	1,01	1,04	1,07
	20–30	1,18	1,09	1,11	1,14
Перед уборкой	0–10	1,04	0,91	0,94	1,07
	10–20	1,11	1,00	1,08	1,08
	20–30	1,20	1,14	1,12	1,13

Таблица 4 – Влияние ширины междурядий и схем обработки почвы на биометрические показатели исследуемых сортов картофеля, 2014–2015 гг.

Сорт	Ширина междурядий	Количество стеблей, шт.	Высота растений, см
Манифест	70 см	3,3	61,0
	90 см	5,2	70,5
	Гряда (84 – 2 строки) + 96 см	5,8	61,5
	Гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см	5,6	58,0
Вектар	70 см	4,2	66,0
	90 см	5,0	87,5
	Гряда (84 – 2 строки) + 96 см	6,0	71,5
	Гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см	6,0	80,5

5,0 шт. соответственно. При выращивании сортов Манифест и Вектар на грядах (84 – 2 строки) + 96 см и (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см отмечено увеличение количества стеблей, но высота растений была значительно ниже.

Нами было определено влияние ширины междурядий и схем обработки почвы на урожайность исследуемых сортов картофеля (табл. 5).

Таким образом, в 2014–2015 гг. урожайность исследуемых сортов картофеля, выращенных при ширине междурядий 70 см, 90 см, гряда 2 строки, гряда 3 строки, при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{150}$ на фоне 40 т/га органических удобрений была на достаточно высоком уровне: Манифест на 70 см – 40,8–42,3 т/га, 90 см – 49,5–51,9 т/га, 2 строки – 46,6–49,1 т/га, 3 строки – 47,3–50,4 т/га, у сорта Вектар – 44,9–47,5 т/га, 47,6–53,7 т/га, 46,6–50,2 т/га, 45,2–52,8 т/га соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На среднесуглинистой дерново-подзолистой почве оптимальная плотность для картофеля при объемном весе в верхней части пахотного слоя 1,0 г/см³, а в нижней 1,1–1,2 г/см³.

Таблица 5 – Влияние ширины междурядий и схем обработки почвы на урожайность исследуемых сортов картофеля, 2014–2015 гг.

Сорт	Ширина междурядий	Урожайность, т/га	
		2014 г.	2015 г.
Манифест	70 см	42,3	40,8
	90 см	51,9	49,5
	Гряда (84 – 2 строки) + 96 см	49,1	46,6
	Гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см	50,4	47,3
НСР 0,05		2,8	4,6
Вектар	70 см	47,5	44,9
	90 см	53,7	47,6
	Гряда (84 – 2 строки) + 96 см	50,2	46,6
	Гряда (42 + 42 + 42 – 3 строки) + 54 см	52,8	45,2
НСР 0,05		2,6	4,1

Результаты исследований за 2014–2015 гг. свидетельствуют, что оптимальной схемой посадки для сортов Манифест и Вектар была посадка с шириной междурядий 90 см.

Список литературы

1. Бахтин, П.У. Динамика твердости некоторых почв Среднего Заволжья и Южного Зауралья / П.У. Бахтин, А.С. Львов // Почвоведение. – 1960. – № 5. – С. 53–63.
2. Гадалова, К.И. К вопросу о плотности почвы и ее влияние на развитие корней и урожайность кукурузы / К.И. Гадалова // Труды ВИУА. – 1959. – Вып. 32. – С. 235–240.
3. Виссер, О.А. Плотность почвы и урожай / О.А. Виссер // Картофель и овощи. – 1964. – № 4. – С. 4–5.
4. Виссер, О.А. Плотность почвы и урожай картофеля / О.А. Виссер // Вестн. с.-х. науки. – 1965. – № 12. – С. 35–37.
5. Ревут, И.Б. Плотность почвы и ее плодородие / И.Б. Ревут, В.Г. Лебедева, И.А. Абрамов // Сб. тр. по агроном. физике. – 1962. – Вып. 10. – С. 154–165.
6. Колясев, Ф.Е. Влияние рыхления и уплотнения почвы на сохранение почвенной влажности / Ф.Е. Колясев // Сб. тр. по агроном. физике. – М.: Сельхозгиз, 1948. – Вып. 4. – С. 61–69.
7. Доспехов, Б.А. Влияние различных способов основной обработки на агрофизические свойства почвы и урожай / Б.А. Доспехов, В.М. Болоболова // Известия ТСХА. – 1959. – № 6. – С. 57–62.
8. Мичурин, Б.Н. Связь содержания влаги со всасывающим давлением и плотностью почвы / Б.Н. Мичурин // Теоретические вопросы обработки почв. – 1969. – Вып. 2. – С. 155–159.
9. Мичурин, Б.Н. Влияние механического состава и структуры почвы на равновесие и передвижение воды / Б.Н. Мичурин, В.Г. Онищенко // Теоретические вопросы обработки почв. – 1969. – Вып. 2. – С. 147–155.
10. Ревут, И.Б. Физика почв и проблемы их обработки / И.Б. Ревут. – Вестн. с.-х. науки. – 1961. – № 7. – С. 30–41.
11. Колясев, Ф.Е. Об оптимальной плотности почвы для зерновых культур на дерново-подзолистых почвах / Ф.Е. Колясев, Г.В. Шаронова // Сельское хозяйство Северо-Западной зоны. – 1959. – № 10. – С. 34–45.
12. Воривода, В.Д. Плотность почвы и урожай / В.Д. Воривода, О.А. Виссер // Картофель и овощи. – 1964. – № 4. – С. 16.
13. Третьяков, Н.П. Плотность почвы и корневая система растений / Н.П. Третьяков, В.Н. Галицкий // Земледелие. – 1963. – № 4. – С. 15–16.
14. Писарев, Б.А. Влияние плотности почвы на урожай картофеля / Б.А. Писарев, В.Д. Воривода // Докл. ВАСХНИЛ. – 1965. – № 4. – С. 13–17.
15. Воробьев, С.А. Беречь почву от переуплотнения техникой / С.А. Воробьев // Земледелие. – 1987. – № 9. – С. 15–18.

16. Пупонин, А.И. Агротехнические приемы уменьшения переуплотнения почв / А.И. Пупонин, Н.С. Матюк // Труды ВАСХНИЛ. – Ресурсосберегающие системы обработки почв. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 17.
17. Пупонин, А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны / А.И. Пупонин. – М.: Колос, 1984. – С. 183–184.
18. Росс, В. Биометрические измерения в посевах сельскохозяйственных культур / В. Росс, Ю. Росс. – М.: ВАСХНИЛ, 1969. – 25 с.
19. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Высшая школа, 1973. – Вып. 2. – 397 с.
20. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – Вып. 3. – С. 88–105.
21. Емельянов, П.А. Теоретические и экспериментальные исследования дискового заделывающего органа лукопосадочной машины / П.А. Емельянов, А.В. Сибирёв, А.Г. Аксенов. – Пенза: РИО ПГСХА. – 2015. – С. 78–83.
22. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
23. Phillips, R.E. Don Kirkham. Soil Compaction in the Field and Corn Frowth // R.E. Phillips, Don Kirkham. – Agronomy Journal. – 1962. – № 1. – P. 46–47.
24. Flocker, W.I. Effect of Soil Compaction on Tomato and Potato Yield // W. I. Flocker, H. Timm, Vomorn. – Agronomy Journal. – 1960. – № 6. – P. 335–348.
25. Blake, G. R. Soil Compaction and potato growth // G. R. Blake, D. U. Boeller. – American Potato Journal. – 1960. – № 12 (37).

Поступила в редакцию 15.11.2016 г.

D.S. GOSTILO, S.A. TURCO

SOIL DENSITY IS ONE OF THE BASIC ELEMENTS IN POTATOES CULTIVATION

SUMMARY

The research results of soil density with various width of row-spacings with the corresponding set of cars are presented. On the semiloamy derno-podzolic soil optimum density for potatoes with volume weight of arable layer of 0–10 cm – 1.0 g/cm³, 10–20 cm – 1.1–1.2 g/cm³.

Key words: potatoes, variety, soil density, Belarus.

УДК 635.21:631.5

А.К. Горбунов

ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», г. Челябинск, Россия
E-mail: kartofel_chel@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСАДКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ЛЕСОСТЕПИ ЮЖНОГО УРАЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ

РЕЗЮМЕ

В лесостепи Южного Урала урожайность картофеля главным образом зависит от уровня минерального питания (30,2 %), протравливания семенного материала (27,8) и густоты посадки (21,5 %). В меньшей степени на продуктивность картофеля влияют срок (5,1 %) и глубина посадки (1,7 %), а также взаимодействие факторов АС (срок посадки и протравливание клубней – 5,2 %), АД (срок и густота посадки – 3,1) и АВ (срок и глубина посадки – 1,8 %). Агроклиматические условия лесостепной зоны Южного Урала гарантируют получение программируемой урожайности 25 т/га, а в условиях достаточной обеспеченности осадками – 40 т/га клубней как при посадке 17–20 мая, так и при позднем сроке посадки (1–5 июня). Для этого необходимо по паровому предшественнику (яровой рапс на сидерат) применять удобрения под планируемый урожай, а посадку проводить с одновременным протравливанием семенного материала 17–20 мая на глубину 5–6 см, а 1–5 июня – на глубину 10–12 см.

Ключевые слова: картофель, срок, глубина и густота посадки, уровень минерального питания, протравливание семенного материала, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Использование адаптивных сортов, высококачественного семенного материала и совершенствование технологии возделывания – основа для повышения продуктивности картофелеводства [1]. В 2009 г. в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Уральскому региону, внесен среднеспелый сорт картофеля Тарасов, сочетающий комплекс хозяйственно ценных признаков.

Реализация биологического потенциала сорта Тарасов в условиях Южного Урала требует создания условий для максимального усвоения фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР) посевами путем подбора оптимального сочетания сроков и густоты посадки, величины посадочного материала, уровня минерального питания и других элементов технологии с учетом плодородия почвы и уровня влагообеспеченности лесостепной зоны [2, 3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В 2011–2013 гг. нами проведены исследования по изучению влияния комплекса агротехнических факторов (срок, густота и глубина посадки, протравливание семенных клубней и применение расчетных доз минеральных удобрений) на урожайность картофеля сорта Тарасов в условиях лесостепной зоны Южного Урала.

Закладку опыта, проведение анализов, учетов и наблюдений осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками [4]. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом многофакторного дисперсионного анализа с расчетом вклада изучаемых факторов в общую вариацию [5]. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,90–7,26 %, P_2O_5 – 118–160, K_2O – 193–257 мг/кг почвы, $pH_{\text{сол}} = 5,12$ –5,20. Предшественник картофеля – пар сидеральный (яровой рапс). Для посадки использовали клубни средней семенной фракции (50–80 г). Нормы удобрений, установленные расчетно-балансовым методом, в среднем за три года составили: под урожай 25 т/га – $N_{60}P_{36}K_{60}$, под урожай 40 т/га – $N_{176}P_{157}K_{234}$.

Схема опыта. Фактор А – срок посадки: 1. Оптимальный (17–20 мая); 2. Поздний (1–5 июня). **Фактор В – глубина посадки:** 1. Мелкая (5–6 см); 2. Глубокая (10–12 см). **Фактор С – протравливание семенных клубней:** 1. Без обработки (контроль); 2. Обработка клубней во время посадки препаратом ТМТД. **Фактор D – густота (схема) посадки:** 1. 49,3 тыс. клубней на 1 га (75 × 27 см); 2. 70,1 тыс. клубней на 1 га (75 × 19 см). **Фактор Е – уровень минерального питания:** 1. Без удобрений (контроль); 2. Удобрения в расчете на урожай 25 т/га; 3. Удобрения в расчете на урожай 40 т/га.

Метеорологические условия отличались по годам исследований (табл. 1). По величине гидротермического коэффициента вегетационный период 2011 г. был признан умеренно влажным (ГТК = 1,62), 2012 г. – засушливым (ГТК = 0,79) и 2013 г. – недостаточно влажным (ГТК = 1,18).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Срок посадки картофеля позволяет влиять на весь комплекс факторов внешней среды (температуру, свет, влажность и др.). Он в значительной мере

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода 2011–2013 гг.

Месяц	Температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Много-летняя	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Много-летняя
Май	13,3	14,9	12,3	11,9	40,4	14,2	44,6	39
Июнь	17,2	20,8	19,0	16,8	93,5	58,0	34,6	58
Июль	20,1	22,7	19,8	18,4	135,1	30,0	83,8	82
Август	15,8	19,3	17,7	16,2	35,6	84,7	97,5	60
Сентябрь	13,7	11,8	12,9	10,7	41,8	30,2	35,1	36
За вегетацию	16,0	17,9	16,3	14,8	346,5	217,1	295,6	275

определяет начало вегетации, время уборки, величину урожая и качество клубней [6]. Поэтому правильный выбор срока посадки является важнейшим фактором в создании благоприятных условий для роста и развития растений [7].

Проведенные исследования показали, что при первом сроке посадки (табл. 2) всходы появились на 24–27 день, а при втором (табл. 3) – на 18–22 день после посадки. Посадка в начале июня приводила к сокращению довсходового периода на 5–6 дней по сравнению с посадкой 15–17 мая.

Оптимальные сроки посадки обеспечивали повышение полевой всхожести картофеля в случае использования непротравленного семенного материала в среднем на 1,2–1,9 % по сравнению с посадкой в начале июня, и на 0,6–1,5 % – в варианте с протравленными клубнями.

Глубина заделки семенных клубней оказывает непосредственное влияние на прорастание картофеля и все последующие процессы роста и развития растений [8]. В нашем опыте мелкая посадка 17–20 мая ускоряла появление всходов на 2–3 дня, создавая тем самым более благоприятные условия для формирования ассимиляционной поверхности, увеличивая этот показатель в среднем на 4,5 тыс. м²/га (18,1 %) по сравнению с заделкой клубней на 10–12 см.

Преимущество мелкой заделки заметно снижалось при позднем сроке посадки – в среднем на 0,8 тыс. м²/га (3,4 %), что объясняется тем, что в начале июня температура почвы на глубине посадки уже не лимитирует прорастание клубней. По мнению Б.А. Писарева, разница в глубине посадки меняет температуру и, как следствие, заметно влияет на прорастание, рост и формирование картофельного куста [9]. В южных районах он рекомендует посадку на глубину 12–15 см, а в северных – заделывать клубни в верхний, быстро прогревающийся слой почвы.

Посадка в оптимальные сроки на глубину 5–6 см способствовала увеличению листового индекса в среднем на 3,7 тыс. м²/га (12,8 %) по сравнению с поздней посадкой. При глубокой посадке 17–20 мая комплекс условий в зоне размещения посадочных клубней был менее благоприятным, поэтому она не обеспечивала увеличения листовой поверхности по сравнению с посадкой 1–5 июня (в 9-ти вариантах из 12-ти разница была недостоверной).

Площадь листьев на 1 га в значительной мере зависела от протравливания семенного материала (36 %) и уровня минерального питания (32), в меньшей степени – от густоты (8,3), глубины (8,1), срока посадки (4,1) и взаимодействия факторов А и В (срок и глубина посадки – 3,6 %).

Вегетативное размножение картофеля объясняет высокий эффект мероприятий, направленных на подавление первичной инфекции, находящейся на семенных клубнях [10]. В нашем опыте обработка семенного материала фунгицидом ТМТД способствовала увеличению площади листьев на 1 га в среднем на 5,5 тыс. м²/га (23,6 %).

Известно, что картофель хорошо отзывается на внесение удобрений [11]. В наших исследованиях применение минеральных удобрений в расчете на урожай 25 т/га повышало ассимиляционную поверхность листьев в среднем

на 5,2 тыс. м²/га (24,7 %), NPK на урожай 40 т/га – на 8,9 тыс. м²/га (42,2 %) по сравнению с неудобренным контролем.

Максимальная ассимиляционная поверхность листьев картофеля в опыте формировалась в варианте мелкой заделки протравленных семенных клубней при загущенной посадке во второй декаде на фоне внесения минеральных удобрений под урожай 40 т/га – 39,5 тыс. м² на 1 га.

Урожайность картофеля сорта Тарасов в условиях лесостепной зоны Южного Урала в сильной степени зависела от уровня минерального питания (30 %), протравливания семенного материала (28) и густоты посадки (22), достоверно, но в меньшей мере – от срока (5,1) и глубины посадки (1,7 %), а также от взаимодействия факторов АС (срок посадки и протравливание семенных клубней – 5,2), АД (срок и густота посадки – 3,1) и АВ (срок и глубина посадки – 1,8 %).

В лесостепи Южного Урала планируемая урожайность картофеля 25 и 40 т/га достижима в условиях достаточного увлажнения вегетационного периода, однако дефицит летних осадков приводит к ее резкому снижению. Так, в условиях 2012 г. урожай клубней сорта Тарасов был в 2,57 раза, а в 2013 г. – в 2,34 раза ниже, чем в условиях благоприятного 2011 г. (см. табл. 2, 3).

В среднем за 2011–2013 гг. формирование планируемого урожая 25 т/га обеспечили посеvy картофеля, полученные с использованием протравленного семенного материала, – от 24,0 до 35,1 т/га в зависимости от срока, глубины и густоты посадки. Очевидно, это объясняется тем, что обработка клубней ТМТД сдерживало развитие ризоктониоза (*Rhizoctonia solani*) в течение всего периода вегетации, улучшая тем самым фитосанитарное состояние агроценоза [12].

Фактическая урожайность картофеля на фоне применения удобрений в расчете на урожай 40 т/га в лучшем варианте (поздняя загущенная посадка с заделкой протравленных клубней на глубину 10–12 см) составила 96,3 % от заданной.

Загущение посадок с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га сопровождалось закономерным ростом урожая картофеля: при первом сроке посадки – в среднем на 2,77 т/га (12,0 %), при втором – на 6,35 т/га (27,1 %).

Протравливание семенного материала во время посадки 17–20 мая увеличивало урожайность картофеля в среднем на 7,42 т/га (34,4 %), а при посадке 1–5 июня – в среднем на 2,92 т/га (11,2 %). Рост эффективности протравливания в 2,5 раза при ранней посадке, очевидно, объясняется более высокой вредоносностью ризоктониоза в ранневесенний период. Так, В.Г. Иванов, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский отмечают, что при посадке картофеля в третьей декаде апреля степень развития *Rhizoctonia solani* на столонах в условиях Беларуси в 1,5 раза, на корнях – в 2,3, «белой ножки» – в 1,3 раза больше, чем при посадке во второй декаде мая [13]. Проявление ризоктониоза на стеблях (ростках) увеличилось в 1,8 раза.

Глубокая заделка семенных клубней при поздней посадке вызывала рост урожайности картофеля в среднем на 2,70 т/га (10,4 %). Тогда как при первом

Таблица 2 – Урожайность картофеля сорта Тарасов при посадке во второй декаде мая в зависимости от приемов агротехники, т/га

Глубина посадки (В), см	Обработка клубней (С)	Схема посадки (D), см	Уровень питания на урожай (Е), т/га	Урожайность общая, т/га			
				2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
5–6	Без обработки	75 ´ 27	Контроль	31,2	7,9	9,1	16,1
			25	43,2	10,1	13,2	22,2
			40	42,6	9,3	18,2	23,4
		75 ´ 19	Контроль	34,4	10,5	11,3	18,7
			25	40,2	13,9	15,7	23,3
			40	44,8	14,1	19,6	26,2
	ТМТД, ТПС (2,5 л/т)	75 ´ 27	Контроль	40,0	11,9	11,5	21,1
			25	53,7	13,2	18,2	28,4
			40	58,5	15,7	22,0	32,0
		75 ´ 19	Контроль	36,9	20,1	12,3	23,1
			25	47,1	21,1	22,9	30,4
			40	62,0	22,3	26,1	36,8
10–12	Без обработки	75 ´ 27	Контроль	31,5	8,4	10,1	16,7
			25	37,2	10,1	12,5	19,9
			40	32,6	10,9	20,2	21,2
		75 ´ 19	Контроль	35,7	11,5	9,7	19,0
			25	40,7	15,8	14,1	23,6
			40	42,6	15,9	22,0	26,8
	ТМТД, ТПС (2,5 л/т)	75 ´ 27	Контроль	40,7	14,3	12,4	22,5
			25	49,2	19,5	16,4	28,4
			40	56,7	20,1	21,8	32,9
		75 ´ 19	Контроль	35,9	22,6	12,4	23,6
			25	45,6	27,9	18,4	30,6
			40	57,1	26,9	24,3	36,1
НСР ₀₅				7,28	2,72	3,15	3,46
НСР ₀₅ (А, В, С, D)				1,49	0,55	0,64	0,71
НСР ₀₅ (Е)				1,82	0,68	0,79	0,86

сроке посадки этот прием был неэффективным: прибавка урожая в среднем составила 0,19 т/га. Другими словами, при ранней посадке нужно сажать мельче. Этот вывод согласуется с результатами исследований в других регионах России и Беларуси [9, 10, 13].

Проведенные исследования показали, что в условиях неустойчивого увлажнения лесостепной зоны Южного Урала поздние сроки посадки (1–5 июня) картофеля не снижают, а в некоторых вариантах обеспечивают достоверное повышение продуктивности, так как растения сорта Тарасов долго сохраняют листовой аппарат в рабочем состоянии и эффективно используют осадки второй половины вегетации.

Полученные данные согласуются с результатами ранее проведенных исследований в лесостепной зоне Челябинской области. Так, в опытах К.И. Осипова

Таблица 3 – Урожайность картофеля сорта Тарасов при позднем сроке посадки в зависимости от приемов агротехники, т/га

Глубина посадки (В), см	Обработка клубней (С)	Схема посадки (D), см	Уровень питания на урожай (Е), т/га	Урожайность общая, т/га			
				2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
5–6	Без обработки	75 × 27	Контроль	30,2	10,5	12,7	17,8
			25	42,0	11,6	16,0	23,2
			40	45,5	13,7	18,2	25,8
		75 × 19	Контроль	37,7	17,4	14,1	23,1
			25	47,4	18,1	20,9	28,8
			40	45,8	19,6	22,9	29,4
	ТМТД, ТПС (2,5 л/т)	75 × 27	Контроль	31,6	13,6	13,7	19,6
			25	36,5	16,6	18,9	24,0
			40	43,3	16,4	23,0	27,6
		75 × 19	Контроль	39,1	20,8	16,1	25,3
			25	50,0	24,9	22,1	32,3
			40	54,1	26,0	25,1	35,1
10–12	Без обработки	75 × 27	Контроль	31,2	10,5	12,9	18,2
			25	41,1	12,9	19,3	24,4
			40	46,7	15,2	22,8	28,3
		75 × 19	Контроль	44,8	15,8	18,2	26,3
			25	49,1	19,6	25,5	31,4
			40	50,8	22,1	29,2	34,0
	ТМТД, ТПС (2,5 л/т)	75 × 27	Контроль	34,0	14,4	16,0	21,5
			25	41,5	19,4	22,2	27,7
			40	51,1	19,2	26,6	32,3
		75 × 19	Контроль	40,4	21,1	18,6	26,7
			25	50,5	28,0	26,9	35,1
			40	54,4	28,0	33,0	38,5
НСР ₀₅				7,28	2,72	3,15	3,46
НСР ₀₅ (А, В, С, D)				1,49	0,55	0,64	0,71
НСР ₀₅ (Е)				1,82	0,68	0,79	0,86

(1947–1949 гг.) летняя посадка (13 июня) сорта Ранняя роза повышала урожайность клубней в среднем на 3,77 т/га, сорта Эпикур – на 2,53 т/га, и только по среднепозднему сорту Лорх преимущество (5,23 т/га) обеспечивал весенний срок посадки. Были даны рекомендации по применению летних посадок картофеля для раннеспелых сортов с целью получения высококачественного семенного материала [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Агроклиматические условия лесостепи Южного Урала позволяют гарантированно получать урожайность клубней сорта Тарасов на уровне 25 т/га, а в условиях нормальной обеспеченности осадками – 40 т/га как при посадке во второй декаде мая, так и при посадке в начале июня. Для этого необходимо на

фоне сидерального пара (яровой рапс) применять удобрения в расчете на планируемый урожай, протравливать семенной материал с заделкой его при посадке 17–20 мая на глубину 5–6 см, а при поздней посадке (1–5 июня) – на глубину 10–12 см.

Список литературы

1. Васильев, А.А. Сорт – основа урожая / А.А. Васильев, В.П. Дергилев // Картофель и овощи. – 2004. – № 7. – С. 6–7.
2. Васильев, А.А. Оптимизация технологии возделывания картофеля на Южном Урале: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / А.А. Васильев; Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства. – Челябинск, 2015. – 363 с.
3. Горбунов, А.К. Влияние глубины посадки на урожайность клубней картофеля сорта Тарасов / А.К. Горбунов // Вестн. ЧГАА. – 2013. – Т. 63. – С. 95–100.
4. Методика исследований по культуре картофеля. – М.: НИИКХ, 1967. – 262 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Дмитриева, З.А. Оптимальные сроки и густота посадки / З.А. Дмитриева // Картофель и овощи. – 1985. – № 2. – С. 15–17.
7. Карманов, С.Н. Урожай и качество картофеля / С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов. – М.: Россельхозиздат, 1988. – 167 с.
8. Ганзин, Г.А. Сроки посадки и урожай / Г.А. Ганзин, А.Х. Абазов // Картофель и овощи. – 1984. – № 3. – С. 15–16.
9. Писарев, Б.А. Сортовая агротехника картофеля / Б.А. Писарев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.
10. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов [и др.]. – М.: Картофелевод, 2009. – 272 с.
11. Зиганшин, А.А. Программирование урожаев, результативность удобрений и орошения / А.А. Зиганшин, Л.Р. Шарифуллин // Вестн. с.-х. науки, 1979. – № 7. – С. 26–32.
12. Мирсаидова, Г.А. Протравливание семенных клубней картофеля должно стать обязательным на Южном Урале / Г.А. Мирсаидова, А.А. Васильев // Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 26–28.
13. Иванюк, В.Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В.Г. Иванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский. – Минск: РУП «Белорусский НИИК», 2003. – 550 с.
14. Васильев, А.С. Плоды народного труда / А.С. Васильев // Картофель. – 1957. – № 5. – С. 33–36.

Поступила в редакцию 23.11.2016 г.

A.K. GORBUNOV

EFFECT OF PLANTING DATES ON PRODUCTIVITY OF POTATOES IN THE SOUTHERN URALS STEPPE DEPENDING ON GROWTH METHODS**SUMMARY**

The potatoes yield is mainly depend on the mineral nutrition level in the forest of the South Urals (contribution factor – 30.2 %), seed dressing (27.8) and planting density (21.5 %). But at least extent on the efficiency of potatoes influence period (5.1 %) and the planting depth (1.7 %) as well as the interaction between the AC factors (planting time and dressing tubers – 5.2 %), AD (time and planting density – 3.1) and AB (time and planting depth – 1.8 %). Agroclimatic conditions of the forest-steppe zone of Southern Urals guarantee the programmable yield 25 t/ha and in conditions of security sufficient precipitation – 40 t/ha of tubers as landing May 17–20 and for late planting dates (June 1–5). In order to do this on a steam predecessor (spring rape on the green manure) fertilizer used the planned yield and planting carried out with the simultaneous treatment of seeds 17–20 May at depth of 5–6 cm, and on June 1–5 – 10–12 cm depth.

Key words: potatoes, date, planting density and depth, mineral nutrition level, seeds grains treatment, yield.

УДК 635.21:581.134:631.543:631.816.1

Р.В. Ильчук, Ю.Р. Ильчук

Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины, с. Оброшино, Пустомытовский район, Львовская область, Украина
E-mail: roman_ilchuk@ukr.net

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСАДКИ И ДОЗ УДОБРЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

На основании исследований (2013–2015 гг.) установлена зависимость таких показателей, как вкусовые качества, величина крахмальных зерен и других от отдельных элементов технологии выращивания картофеля сортов различных групп спелости.

При внесении высоких доз удобрений в раннеспелых сортах ухудшались вкусовые качества клубней, уменьшалась величина крахмальных зерен.

Ключевые слова: картофель, качество, вкус, крахмал, сроки посадки, дозы удобрений.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является исключительной культурой соответственно содержания в клубнях различных химических соединений, которые необходимы человеческому организму не только для поддержки нормальной жизнедеятельности, но и для оздоровления его, успешного лечения многих болезней, а также вывода из организма вредных веществ (тяжелые металлы, радионуклиды), которые отравляют организм или нарушают обмен веществ.

Химический состав клубней картофеля, как и всех сельскохозяйственных культур, значительно изменяется в зависимости от сорта, климатических условий, вегетационного периода и технологий выращивания.

Основными составляющими клубней картофеля являются вода и крахмал, другие органические и минеральные соединения находятся в меньшем или большем количестве, хотя их значение в питании исключительное. Отклонение по составу отдельных элементов в зависимости от элементов выращивания является достаточно значимым. Очень часто максимальное содержание в несколько раз превышает минимальное. Разница содержания белка, например, в зависимости от сорта может быть 6–7-кратной, а жиров – 20-кратной. Поэтому качественные показатели клубней даже одного и того же сорта в зависимости от года и места выращивания могут быть очень разными [1].

О кулинарном качестве картофеля принято судить на основании его мягкости после кулинарной обработки и вкуса.

По мнению многих исследователей, вкус картофеля – относительно постоянный сортовой признак [2, 3]. Однако П.С. Теслюк, М.Я. Молоцкий и другие считают, что вкус – признак переменный и зависит не только от сорта, но и условий выращивания [4, 5, 6]. Он обусловлен поражением клубней болезнями, повреждением во время уборки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Цель исследований – изучить влияние агротехнических мероприятий выращивания картофеля на кулинарные свойства, в частности вкус и качество крахмала.

Исследования проводились на протяжении 2013–2015 гг. в почвенно-климатических условиях Западного региона Украины, в котором сосредоточены четыре природные зоны: Полесье, Западная лесостепь, Прикарпатская равнина и Закарпатская низменность, а также Горные Карпаты, которые соответственно занимают 27, 37, 16 и 20 % территории региона.

При исследовании изучали сорта картофеля различных групп спелости: раннеспелые – Божедар, Бородянская розовая, Днипрянка, Зов, Кобза, Повинь, Серпанок; среднеспелые – Вира, Вирыня, Захидна, Лилея, Легенда, Лыбидь, Дубравка, Пекуровская, Слава, Словянка.

Почвы опытного участка – серые лесные поверхностно оглеенные среднесуглинистые. Агрохимические показатели пахотного слоя: рН солевого раствора – 4,7–5,2; содержание гумуса по Тюрину – 1,96–1,98 %; подвижного фосфора – 80–83 и обменного калия (по Масловой) – 88–91 мг/кг; легкогидролизуемого азота (по Корнфилдуду) – 114–119 мг/кг.

Технология выращивания картофеля общепринятая для Западной лесостепи Украины. Опыты закладывались в 4-польном севообороте лаборатории картофелеводства со следующим чередованием культур: 1 – сидеральные культуры (озимый рапс), 2 – картофель, 3 – озимая пшеница, 4 – вико-овсяная смесь (на зеленую массу).

Величину крахмальных зерен измеряли по большему диаметру при помощи микроскопа МБИ-3 окуляр-микрометром при увеличении в 300 раз в пяти параллельных пробах по 180–200 зерен в каждой. Средний размер крахмальных зерен высчитывали как среднее арифметическое [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе исследований установлено, что наилучшие вкусовые показатели имели клубни, независимо от группы спелости, выращенные при посадке в оптимальные строки. Посадка на 20 дней позже по сравнению с оптимальными строками привела к ухудшению вкусовых качеств как в группе раннеспелых, так и в группе среднеспелых сортов.

Так, если при I-м сроке посадки независимо от уровней питания вкусовые качества в группе раннеспелых сортов в среднем составляли 3,6, в группе среднеспелых – 3,8 балла, то при опоздании с посадкой на 20 дней вкус клубней

ухудшался до 3,4 балла. Кроме того, клубни, выращенные при поздних сроках посадки, были более водянистыми, хуже разваривались, наблюдалось ферментативное потемнение мякоти после варки (табл. 1).

Оптимальным вариантом питания, который обеспечивает лучший вкус клубней с рассыпчатой, а не водянистой мякотью, было внесение 40 т/га навоза + N₆₀P₆₀K₉₀. Вкусовые качества клубней раннеспелых сортов были на 0,5 балла выше по сравнению с вариантами, где вносили 40 т/га навоза + N₁₂₀P₁₂₀K₁₈₀ и на 0,3 балла выше по сравнению с контролем (табл. 2).

В группе среднеспелых сортов на варианте 40 т/га навоза + N₆₀P₆₀K₉₀ оценка вкусовых качеств клубней была также наиболее высокой и составляла 4,5 балла. Внесение удобрений в дозе 40 т/га навоза + N₁₂₀P₁₂₀K₁₈₀ приводит к значительному ухудшению вкусовых качеств среднеспелых сортов. Клубни после варки приобретают синевато-серый оттенок, имеют неприглядный вид.

Причиной того, что сорта среднеспелой группы сильно реагируют на высокий агротехнический фон удобрения, по нашему мнению, является более длительный вегетационный период по сравнению с раннеспелыми сортами. Они имели больший вынос питательных веществ, в частности азота, а при повышенном азотном питании вместе со снижением крахмалистости ухудшаются вкусовые и кулинарные качества картофеля. Это происходит прежде всего за счет увеличения содержания сахаров и некоторых свободных аминокислот, которые во время приготовления блюд распадаются до низко летучих соединений (метаноловый тиолов, акролеин, сероводород и др.).

Установлено, что вкусовые качества, кроме химического состава, зависят от физических показателей, а именно от величины крахмальных зерен [9, 10].

Размер крахмальных зерен – это один из главных признаков качества крахмала, так как для промышленной переработки более ценный картофель с крупными зёрнами в крахмале. Кроме того, с размером крахмальных зерен связано строение мякоти клубней, ее рассыпчатость при готовке [7, 8].

Таблица 1 – Влияние сроков посадки и доз удобрений на вкусовые качества клубней картофеля разных групп спелости (среднее за 2013–2015 гг.), балл

Дозы удобрений	Оценка вкусовых качеств			
	Раннеспелые сорта		Среднеспелые сорта	
	I-й срок	IV-й срок	I-й срок	IV-й срок
Без удобрений (контроль)	3,6	3,5	3,9	3,7
40 т/га навоза (фон)	3,5	3,4	4,2	4,0
Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	3,9	3,6	4,5	3,9
Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,6	3,3	3,4	2,8
Фон + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	3,4	3,1	3,2	2,7
Среднее по срокам посадки	3,6	3,4	3,8	3,4
НСП ₀₅ удобрение сроки посадки	0,16	0,15	0,18	0,19
	0,07	0,06	0,08	0,05

Таблица 2 – Влияние доз удобрения на качественные показатели клубней картофеля (среднее за 2013–2015 гг.)

Дозы удобрений	Запах	Вкусовые качества	Моно- и дисахара, %	Сумма сахаров, % на сухое вещество	Содержание аминокислот, мг%
	по 5-балльной шкале				
Раннеспелые сорта					
Без удобрений (контроль)	2,3	3,0	0,71	5,12	208
40 т/га навоза (фон)	2,3	3,1	0,69	5,20	217
Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	2,5	3,3	1,88	4,07	274
Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,2	2,8	1,55	6,13	298
Фон + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	2,1	2,6	1,52	6,87	319
НСР ₀₅	0,02	0,35	0,23	0,84	67
Среднеспелые сорта					
Без удобрений (контроль)	2,6	4,0	0,97	6,18	210
40 т/га навоза (фон)	2,7	4,2	0,95	6,29	218
Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	2,9	4,5	1,95	5,13	234
Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,5	3,1	1,93	7,94	283
Фон + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	2,3	2,9	1,88	7,81	321
НСР ₀₅	0,03	0,77	0,46	1,03	64

По мнению большинства исследователей, величина крахмальных зерен – сортовой признак, но как и содержание крахмала он не является постоянным, а изменяется в зависимости от погоды, почвы, условий выращивания, величины и степени созревания клубней [11].

В наших исследованиях влияние отдельных агротехнических мероприятий выращивания картофеля на величину крахмальных зерен заключалось в том, что при увеличении уровня питания размер крахмальных зерен уменьшался с 25,4 до 20,2 микрона в раннеспелых сортах и с 27,8 до 24,7 микрона в среднеспелых. В целом, сорта картофеля, которые мы изучали, независимо от группы спелости, характеризовались средней зернистостью крахмала (25,4–27,8 микрона) (табл. 3).

Сроки посадки по-разному влияли на размер крахмальных зерен, для раннеспелых сортов характерно увеличение их на более поздних сроках посадки на 0,7–3,6 микрона, для среднеспелых – уменьшение на 1,5–2,7 микрона.

При распределении крахмальных зерен на фракции установлено, что большая фракция (35–60 микрон) была только в отдельных сортах среднеспелой группы (Слава, Словянка), в остальных в основном преобладала фракция 21–35 микрон, которая составляла от 69,6 до 100 % в группе среднеспелых и 40,4–76,5 % в группе раннеспелых сортов. Крахмальные зерна менее 12,5 и более 60 микрон в обеих группах сортов отсутствовали.

Внесение удобрений в дозе 40 т/га + N₆₀P₆₀K₉₀ положительно влияло на качественные показатели крахмала, именно на этом варианте уменьшался удельный вес мелкой фракции (12,5–21,0 микрона) и, в свою очередь, увеличилось процентное отношение ценного среднезернистого крахмала.

Таблица 3 – Влияние сроков посадки и уровня удобрения на размер крахмальных зерен, среднее за 2013–2015 гг., микрон

Дозы удобрений	Размер крахмальных зерен			
	Раннеспелые сорта		Среднеспелые сорта	
	I-й срок	IV-й срок	I-й срок	IV-й срок
Без удобрений (контроль)	25,4	26,1	27,8	26,5
40 т/га навоза (фон)	24,6	25,6	26,5	23,4
Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	24,5	24,8	26,4	24,1
Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	22,2	23,7	25,8	22,5
Фон + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	20,2	23,8	24,7	22,0
НСР ₀₅ удобрение	0,26	0,19	0,20	0,22
сроки посадки	0,16	0,14	0,15	0,13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при выращивании картофеля, подобрав оптимальный комплекс агротехнических мероприятий, возможно обеспечить население картофелем с высоким содержанием витаминов, крахмала и других качественных показателей.

Сроки посадки и уровень питания оказали значительное влияние на качественные показатели клубней. Наиболее высокое содержание крахмала и сухого вещества у сортов раннеспелой группы отмечено для I-го срока, для сортов среднеспелой группе соответственно II-го срока посадки. С опозданием посадки уменьшалось содержание крахмала, сухого вещества, ухудшались вкусовые качества, уменьшалась величина крахмальных зерен.

При внесении высоких доз удобрений по сравнению с контролем (без удобрений) в раннеспелых сортах на 0,2–0,7 балла ухудшались вкусовые качества клубней, на 5,2 микрона уменьшалась величина крахмальных зерен. Аналогичная тенденция ухудшения качественных показателей клубней при внесении высоких доз удобрений наблюдалась и у сортов среднеспелой группы.

Список литературы

1. Власенко, М.Ю. Фізіологія рослин з основами біотехнології / М.Ю. Власенко, Л.Д. Вельямінова-Зернова, В.В. Мацькевич. – Біла Церква: БДАУ, 2006. – 502 с.
2. Власенко, Н.Е. Улучшение качества картофеля / Н.Е. Власенко, С.М. Майстренко, М.И. Мороз. – Киев: Урожай, 1979. – 71 с.
3. Писарев, Б.А. О качестве продовольственного картофеля / Б.А. Писарев // Картофель и овощи. – М.: Колос, 1979. – № 6. – С. 15–17.
4. Теслюк, П.С. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на урожайность и качество картофеля / П.С. Теслюк, С.А. Клець // Картофелеводство: межвед. темат. науч. сб. – Киев: Урожай, 1987. – Вып. 18. – С. 47–49.

5. Теслюк, П.С. Вплив добрив на урожай і якість картоплі при беззмінному використанні насінного матеріалу / П.С. Теслюк, Н.В. Дудченко // Картоплярство: міжвід. темат. наук. зб. – Вип. 3. – Київ: Урожай, 1972. – С. 71–75.
6. Теслюк, П.С. Насінництво картоплі / П.С. Теслюк, М.Я. Молоцький, М.Ю. Власенко. – Біла Церква, 2000. – 200 с.
7. Влияние вируса X на величину крахмальних зерен / И.А. Веселовский, Г.М. Смирнова // Картофель и овощи. – М.: Колос, 1970. – № 9. – С. 9.
8. Веселовский, И.А. Значение биохимических и анатомических показателей клубней и крахмала для определения их качества / И.А. Веселовский, Р.А. Черноусова, М.И. Бохонова // Записки ЛСХИ. – Ленинград: Изд. АН СССР, 1974. – Т. 238. – С. 3–10.
9. Веселовский, И.А. От чего зависит вкус картофеля / И.А. Веселовский // Картофель и овощи. – М.: Колос, 1975. – № 5. – С. 16.
10. Веселовский, И.А. Химический состав и вкус картофеля / И.А. Веселовский, Е.С. Бойкова // Картофель и овощи. – М.: Колос, 1971. – № 6. – С. 15–16.
11. Метлицкий, Л.В. Биохимия картофеля / Л.В. Метлицкий; под ред. Н.С. Бацианова // Картофель. – М.: Колос, 1970. – С. 41–59.
12. Ракицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Ракицкий. – Минск: Высшая школа, 1964. – 235 с.

Поступила в редакцию 18.11.2016 г.

R.V. ILCHUK, YU.R. ILCHUK

QUALITY POTATOES INDICATORS OF DIFFERENT RIPENESS GROUP DEPENDING ON PLANTING TIME AND FERTILIZERS RATE

SUMMARY

The dependence of quality indicators (taste, starch grains quantity, etc.), individual elements of potatoes cultivation technologies varieties of different maturity groups is given on the base of research in 2013–2015. The tubers taste worsened, the size of starch grains decreased at heavy fertilizing in quickly ripening varieties.

Key words: potatoes, quality, taste, starch, planting time, fertilizer rate.

УДК 664.87:635.21/24

**З.В. Ловкис, Д.А. Зайченко, С.А. Арнаут,
А.А. Литвинчук**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск
E-mail: newteh@belproduct.com**ЛИНИЯ ПО ВАКУУМИРОВАНИЮ КАРТОФЕЛЯ
И ТОПИНАМБУРА****РЕЗЮМЕ**

В статье приводятся результаты научного сопровождения задания 2.6 «Разработать технологию и сформировать многофункциональную линию по вакуумированию картофеля и топинамбура» программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура на 2013–2016 годы», выполняемого РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Приведены основные этапы работ и результаты проведенных исследований.

Ключевые слова: картофель, топинамбур, мойка, вакуумирование.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей отраслью экономики и главной составляющей агропромышленного комплекса Российской Федерации и Республики Беларусь является сельское хозяйство. Максимальный удельный вес в сельскохозяйственном сегменте принадлежит растениеводству. Очевидно, что концепции государственной политики обоих государств направлены на обеспечение населения востребованными высококачественными продуктами питания.

Рынок пищевых продуктов динамично изменяется, и на первый план выдвигаются вопросы правильного, полезного, сбалансированного по основным пищевым веществам питания. С развитием концепции здорового питания население все больше внимания уделяет употреблению полезной пищи: свежих овощей и фруктов, продуктов с минимальной обработкой, сохранивших нативную пищевую ценность сырьевых ингредиентов. Немаловажным критерием при выборе пищевых продуктов является удобство употребления или приготовления, упрощение процесса получения готовой продукции.

Картофель занимает одну из лидирующих позиций в продуктовом рационе населения Республики Беларусь, что, в свою очередь, определяет необходимость масштабного возделывания данной культуры. Российская Федерация по объемам производства (выращивания) картофеля уступает лишь Китаю, занимая второе место в мире, Беларусь находится на восьмом месте.

Топинамбур в республике еще не нашел широкого распространения как промышленная культура, ни в возделывании, ни в переработке. Вместе с тем

результаты исследований химического состава, его диетических свойств дают основание рассматривать топинамбур как очень перспективную сельскохозяйственную культуру при создании различных продуктов здорового питания, в том числе в домашних условиях [1].

Решению проблемы обеспечения населения высококачественными продуктами переработки картофеля и топинамбура, максимально сохранившими свои полезные свойства, призвана содействовать программа Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура на 2013–2016 годы». Комплексный подход от выращивания до переработки этих культур позволит придать им особый статус в решении проблем продовольственной безопасности Союзного государства в свете современных тенденций развития потребительского рынка.

Известно, что хранение картофеля длительное время приводит к значительным потерям как за счет его естественной убыли, так и в результате порчи. Строительство картофеле- и овощехранилищ при высоких показателях эффективности (сохранение картофеля с высокими характеристиками) требует значительных инвестиций. Альтернативным вариантом рационального использования сырьевых ресурсов является переработка корнеплодов в промышленных масштабах на готовые продукты либо полуфабрикаты быстрого приготовления.

Вышесказанное обосновывает актуальность разработки новых технологий и расширения ассортимента продуктов из картофеля и топинамбура и прежде всего полуфабрикатов быстрого приготовления.

Внедрение новых технологий с применением новых и усовершенствованных технологических процессов, а также использование при производстве продуктов питания новых видов сырья влечет за собой неизбежную модернизацию существующих производств путем установки нового и модернизированного оборудования [2].

В Республике Беларусь накоплен большой опыт в разработке и производстве отечественного оборудования по первичной обработке плодоовощного сырья. В частности, в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработано и изготавливается, в том числе и на экспорт, технологическое оборудование для разгрузки из контейнеров, мойки, калибровки, измельчения, бланширования, сушки, дробления, дозирования, смешивания различного плодоовощного сырья.

В рамках выполнения научно-технической программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура на 2013–2016 годы» была поставлена задача по разработке универсального комплекта оборудования для производства подготовленных сырого картофеля и топинамбура, упакованных под вакуумом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Целью работы являлась разработка современной технологии и оборудования для производства подготовленных вакуумированных картофеля и топинамбура.

Объекты исследований – плоды картофеля и топинамбура, рабочие органы машин и оборудования.

Несмотря на имеющийся достаточно большой опыт по аппаратурному оформлению процесса подготовки картофеля к переработке, для подготовки топинамбура, учитывая его видовые характеристики, необходима разработка специализированного оборудования, позволяющего эффективно удалять поверхностные загрязнения минимально повреждая клубни топинамбура.

Цель этапа – разработать конструкторскую документацию на отдельные единицы технологического оборудования и изготовить опытные образцы технологического оборудования. Разработать комплект программ и методик проведения испытаний, изготовить и провести испытания опытных образцов основного технологического оборудования, провести исследования обеспечения точности выполнения заданных технологических параметров опытными образцами оборудования.

Для достижения поставленной задачи специалистами Центра разработана и спроектирована линия по переработке и вакуумированию картофеля и топинамбура. Линия предназначена для мойки сырья с удалением камней, очистки, дочистки и отбраковывания некачественной продукции, обработки продукта растворами пищевых добавок, обсушивания продукта, дозировки и вакуумирования. Основными технологическими требованиями, предъявляемыми к проектируемой в рамках проекта линии, были компактность и возможность установки как на специализированных предприятиях по переработке плодов и овощей, так и на малых фермерских предприятиях, выращивающих картофель и топинамбур.

Специалистами центра проведена серия экспериментов с целью определения рациональных рабочих характеристик опытных образцов оборудования для различных условий эксплуатации.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- определено влияние изменения различных параметров опытных образцов оборудования на энергоемкость процесса;
- определено влияние частоты вращения рабочих органов на производительность оборудования;
- обработаны полученные результаты и определены рациональные рабочие характеристики опытных образцов оборудования.

Объекты исследования – опытные образцы оборудования.

Предмет исследований – клубни картофеля и топинамбура.

Величина потребляемой электроэнергии опытными образцами оборудования определялась посредством снятия показаний с векторного преобразователя частоты E2-8300. В результате анализа полученных данных устанавливалось влияние различных параметров опытных образцов оборудования на энергоемкость процесса. Для определения частоты вращения рабочих органов оборудования использовали тахометр ДО-01Р. Производительность оборудования устанавливалась методом взвешивания обработанного сырья за определенный промежуток времени.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках выполнения данной тематики были изготовлены опытные образцы оборудования: контейнероопрокидыватель Ш12-ККТ; бункер накопительный Ш12-ТШТ; машина моечная барабанного типа Ш12-ММТ; машина моечная щеточного типа Ш12-МШТ; конвейер инспекционный Ш12-ТИ; конвейер-осушитель роликовый Ш12-ОР; конвейер передающий Ш12-КПД; ванна для обработки продуктов растворами пищевых добавок Ш12-ВОД, и осуществлен авторский надзор за их изготовлением.

На рисунках 1 и 2 показана аппаратурно-технологическая схема многофункциональной линии по вакуумированию картофеля и топинамбура и показаны некоторые образцы оборудования.

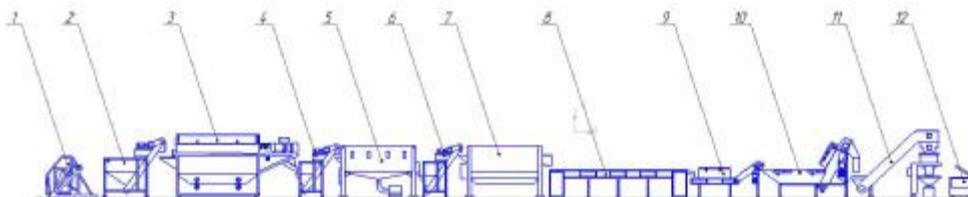


Рисунок 1 – Аппаратурно-технологическая схема многофункциональной линии по вакуумированию картофеля и топинамбура:

- 1 – контейнероопрокидыватель; 2 – ванна с транспортером; 3 – машина барабанная моечная; 4 – транспортер; 5 – машина моечная щеточного типа; 6 – транспортер; 7 – машина образивной очистки; 8 – транспортер инспекционный; 9 – транспортер с душирующим устройством; 10 – ванна с транспортером, обдувом и системой обеззараживания; 11 – машина дозирующая; 12 – упаковщик вакуумный



Рисунок 2 – Отдельные единицы оборудования многофункциональной линии по вакуумированию картофеля и топинамбура:

- 1 – контейнероопрокидыватель Ш12-ККТ; 2 – машина моечная барабанная Ш12-ММТ; 3 – машина моечная щеточного типа Ш12-МШТ; 4 – ванна обработки растворами пищевых добавок Ш12-ВОД; 5 – конвейер передающий Ш12-КПД

На основании проведенных теоретических расчетов разработана конструкторская документация и изготовлены опытные образцы оборудования. Для определения основных характеристик оборудования разработан комплект программ и методик проведения испытаний. Проведены предварительные (заводские) испытания опытных образцов оборудования. По результатам проведенных заводских (предварительных) испытаний была осуществлена доработка опытных образцов оборудования и проведен второй этап предварительных (эксплуатационных) испытаний. Сформирован комплект документации, включающий паспорт, руководство по эксплуатации, «Обоснование безопасности» к ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» на опытные образцы оборудования. Проведены испытания и декларирование оборудования на соответствие ТР ТС 004/2011, ТР ТС 010/2011, ТР ТС 020/2011.

В процессе проведения второго этапа предварительных (эксплуатационных) испытаний установлены технические характеристики машин (табл. 1, рис. 3–7) [3].

Таблица 1 – Технические характеристики опытных образцов оборудования

Наименование оборудования	Производительность, кг, не менее	Установленная мощность, кВт, не более
Конвейер инспекционный Ш12-ГИ	1600	1,5
Контейнероопрокидыватель Ш12-ККТ	2000	3,0
Бункер накопительный Ш12-ТШТ	1780	2,0
Осушитель роликовый Ш12-ОР	600	2,0
Конвейер передающий Ш12-КПД	1800	1,5
Машина моечная барабанного типа Ш12-ММТ	1630	3,73
Машина моечная щеточного типа Ш12-МШТ	1580	8,0
Ванна для обработки продуктов растворами пищевых добавок Ш12-ВОД	600	0,75

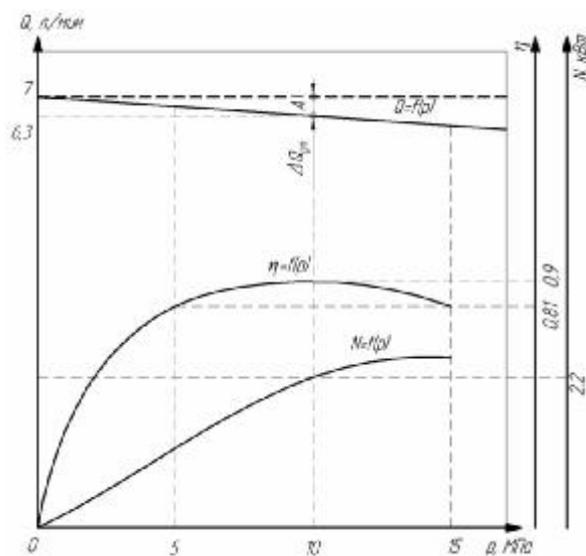


Рисунок 3 – Характеристики насоса

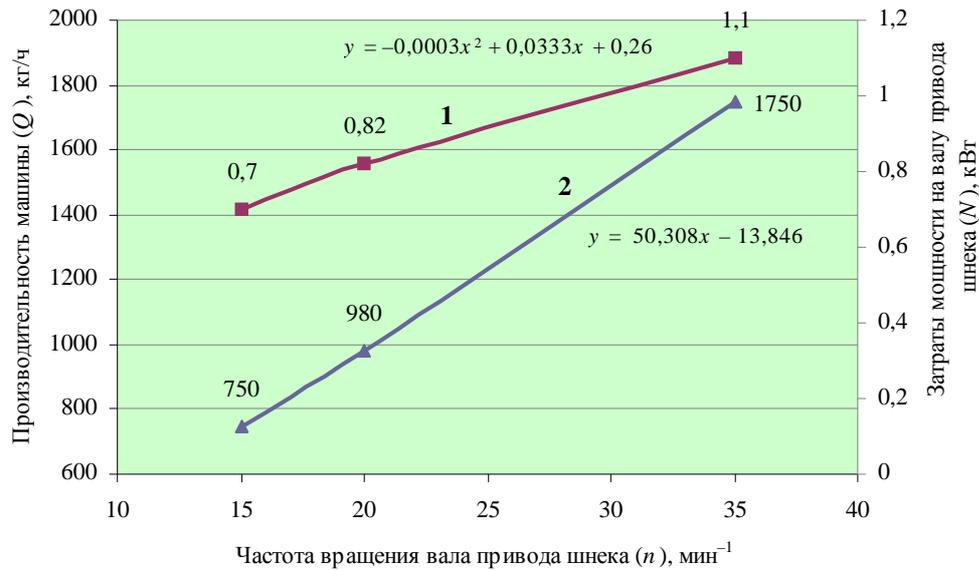


Рисунок 4 – Характеристика бункера-накопителя Ш12-ТШТ:
 1 – загратагы мощности на валу привода шнека (N), кВт;
 2 – производительность машины (Q), кг/ч

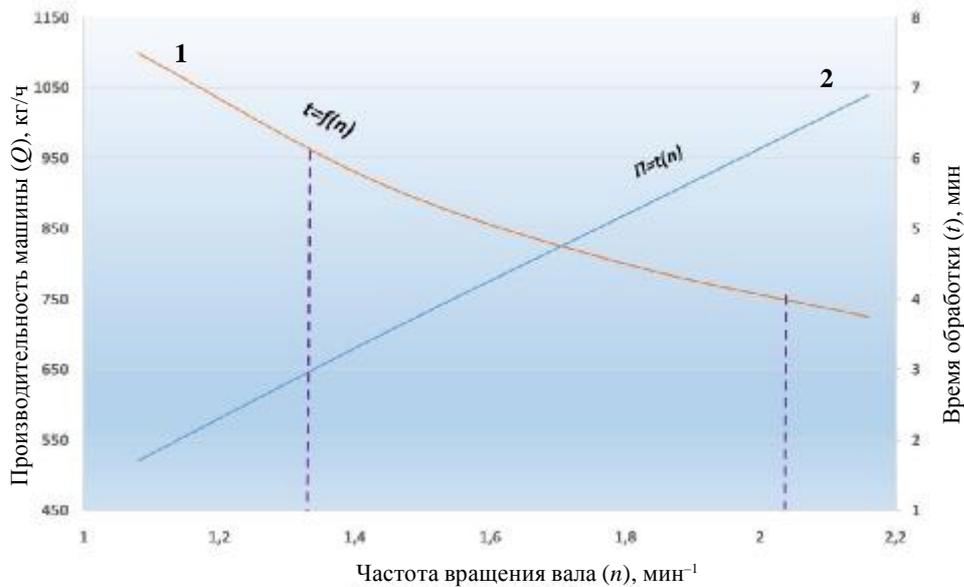


Рисунок 5 – Характеристика ванны обработки Ш12-ВОД:
 1 – время обработки (t), мин; 2 – производительность машины (Q), кг/ч

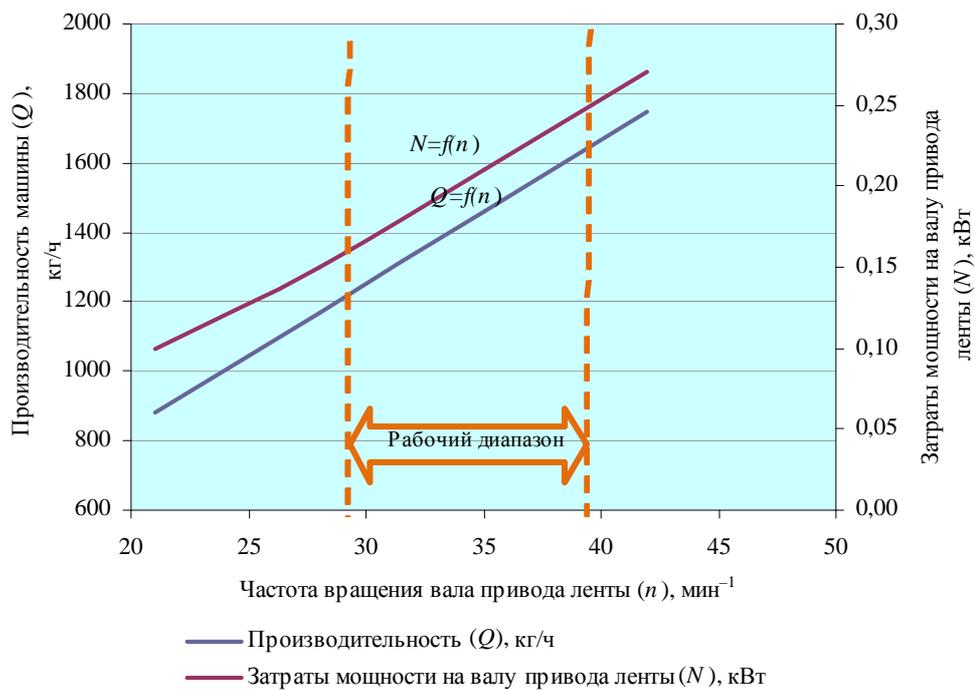


Рисунок 6 – Характеристика конвейера передающего Ш12-КПД

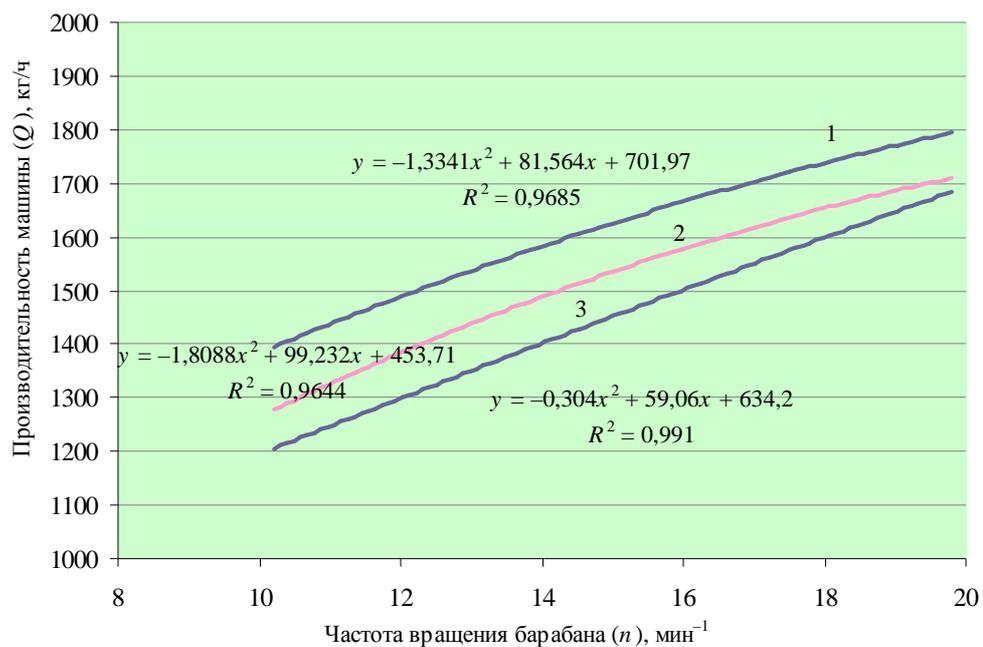


Рисунок 7 – Характеристика моечной машины Ш12-ММТ:

1 – при угле наклона машины $\alpha = 4^\circ$; 2 – при угле наклона машины $\alpha = 2^\circ$;
 3 – при угле наклона машины $\alpha = 0^\circ$

Проведена оценка технологической пригодности для обеспечения точности выполняемых операций оборудования, входящего в технологическую линию по вакуумированию картофеля и топинамбура.

Для оценки работоспособности технологической линии для каждой конкретной технологической операции были определены показатели и критерии, по результатам оценки которых можно сделать выводы о качестве работы каждой единицы оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опытные образцы оборудования успешно прошли все этапы испытаний на предприятии-изготовителе, доставлены на предприятие-потребитель – КСУП «Брилево» (Гомельская обл.), где проведены работы по их монтажу, подключению к коммуникациям предприятия и наладке. Проведены исследования в производственных условиях при полной загрузке сырьем на точность выполнения технологических параметров с микробиологическим контролем на промежуточных операциях. Оборудование подготовлено к проведению государственных приемочных испытаний.

Список литературы

1. Ситников, Е.Д. Практикум по технологическому оборудованию консервного и пищевого концентратного производств / Е.Д. Ситников. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 416 с.
2. Практикум по процессам и аппаратам пищевых производств / А.В. Логинов [и др.]. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2003. – 336 с.
3. Ловкис, З.В. Гидравлика: учеб. пособие / З.В. Ловкис. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 439 с.

Поступила в редакцию 10.11.2016 г.

**Z.V. LOVKIS, D.A. ZAYCHENKO, S.A. ARNAUT, A.A. LITVINCHUK
LINE FOR POTATOES AND TOPINAMBUR VACUUMING**

SUMMARY

The article presents the results of scientific support tasks 2.6 «To Develop Technology and Build a Multifunctional Line for Potatoes and Topinambur Vacuuming» of the Union State Program «Innovative Development of Potatoes and Topinambur Production in 2013–2016», performed by RUE «RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus». The basic stages of work and the research results are given.

Key words: potatoes, topinambur, washing, vacuuming.

УДК 664.2

**З.В. Ловкис, Н.Н. Петюшев, С.А. Арнаут,
А.А. Литвинчук, Д.И. Гоман**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск
E-mail: newteh@belprodukt.com

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КАРТОФЕЛЕКРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

РЕЗЮМЕ

В статье представлена разработанная технология получения сырого корма и сухого концентрата путем переработки картофельной мезги. Исследования проводились в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Ключевые слова: картофельная мезга, обезвоживание, смешивание, сушка.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью современного этапа по развитию пищевой промышленности Республики Беларусь является недостаточно широкое практическое применение технологий и процессов глубокой переработки побочных продуктов, образующихся в процессе производства. На сегодняшний день мировая экономика ориентирована на безотходные или малоотходные технологии, которые могут быть реализованы только за счет их научного обоснования и ускорения научно-технического прогресса сопутствующей техники. В этих условиях важно находить новые пути ресурсосберегающей переработки сырья, в частности, переработки картофеля на крахмал [1].

При переработке картофеля по современной технологической схеме с использованием гидроциклонных установок образуются два продукта: крахмальная суспензия с концентрацией сухих веществ (СВ) 36–40 % и смесь мезги с картофельным соком с СВ = 6,5–7,0 %. Картофельная мезга представляет собой остаток растертого картофеля после извлечения крахмала. Со временем количество получаемых отходов постоянно растет, только в нашей стране за год переработки картофеля на крахмал в качестве отходов получают порядка 60–70 тыс. т мезги. Для извлечения крахмала в картофельную кашку добавляется вода, поэтому влажность свежей мезги составляет более 90 % [2].

В связи с отсутствием на крахмальных заводах утилизационных цехов для переработки отходов только некоторыми заводами рационально используется небольшая часть картофельной мезги. В Республике Беларусь утилизация картофелекрахмальных отходов производится следующими методами: отстаиванием в очистных сооружениях (отстойниках) и последующим вывозом

на поля фильтрации или на корм скоту. В настоящее время вторичные сырьевые ресурсы в переработанном виде можно использовать в других областях промышленности. Поэтому сегодня принципиально важно сохранить эти материалы для дальнейшей переработки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Целью работы являлась разработка современной технологии и оборудования для переработки картофельной мезги на сухой концентрат. Объекты исследований – сухая и влажная картофельная мезга, рабочие органы машин и оборудования.

Для достижения поставленной задачи специалистами центра разработана технология и спроектирована линия по переработке влажной картофельной мезги на сухой концентрат. В состав линии вошло оборудование по обезвоживанию картофельной мезги, смешиванию, сушке, а также еще ряд вспомогательных единиц оборудования (накопительные емкости, транспортеры).

Специалистами центра проведена серия экспериментов с целью отработки технологии и определения рациональных рабочих характеристик опытных образцов оборудования для различных условий эксплуатации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование форм связи влаги с картофельной мезгой говорит о том, что мезга имеет свободную влагу, которая может быть легко удалена механическим путем, а также связанную влагу, которая имеет наиболее сильные связи с материалом и может быть удалена путем теплового воздействия (сушкой).

Сотрудниками РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработана технология переработки отходов картофелекрахмального производства непосредственно в зонах производства картофеля, что в результате позволит повысить эффективность использования сырья, улучшить экологическую обстановку предприятия, получать сырую отпрессованную и сухую картофельную мезгу, которые могут быть использованы для кормления сельскохозяйственных животных.

Технология включает в себя следующие стадии:

1. Обезвоживание картофельной мезги на центробежном сите. Наиболее экономичным и эффективным способом извлечения мелкодисперсных частиц из жидких отходов является механическое осаждение их в поле действия центробежных сил. Среднее содержание сухих веществ в сгущаемых отходах достигает 10–18 %. Полученные сгущенные отходы представляют собой массу упругой консистенции, пригодную для транспортировки, реализации потребителю или дальнейшей переработки.

Для достижения этих целей разработано и изготовлено сито центробежное Ш12-УЦМ (рис. 1).

Сито центробежное предназначено для обеспечения эффективного разделения суспензии сырой мезги на обезвоженную мезгу и жидкую фракцию

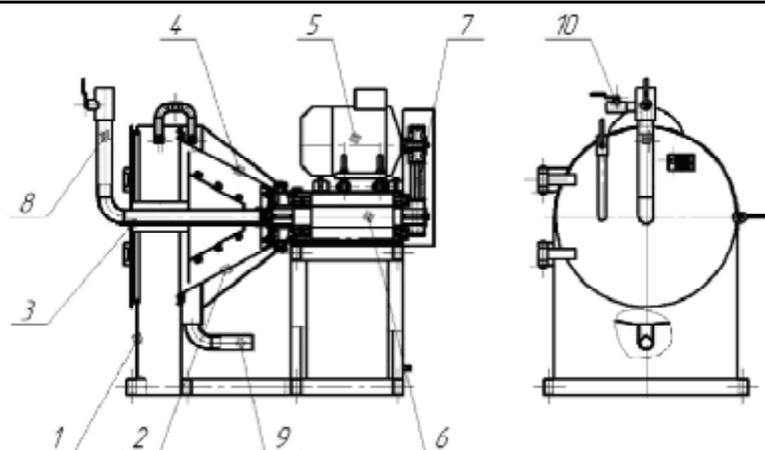


Рисунок 1 – Сито центробежное Ш12-УЦМ:

1 – рама; 2 – корпус; 3 – крышка; 4 – сито; 5 – электропривод; 6 – вал;
7 – ременная передача с системой шкивов; 8 – подводящий патрубок; 9 – отводящий
патрубок; 10 – система подвода воды для ополаскивания и разбавления

(клеточный сок с водой). Принципиальная схема работы сита представлена на рисунке 2.

Сито работает следующим образом: в рабочую камеру через подводящий патрубок после гидроциклонной установки подается суспензия, а через систему подвода подается вода для промывки сита. Сито приводится во вращательное движение через ременную передачу от электродвигателя. Суспензия, поступая в рабочую камеру, подвергается воздействию центробежной

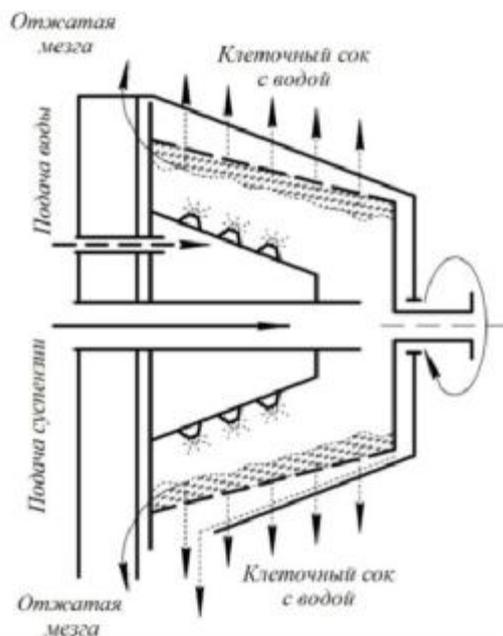


Рисунок 2 – Принципиальная
схема работы сита
центробежного Ш12-УЦМ

силы. Растворенная в воде и клеточном соке картофеля мезга задерживается ситом и постепенно выводится из сита через выгрузное отверстие. Вода и клеточный сок проходят сквозь ячейки сита и выводятся из аппарата посредством отводящего патрубка в канализацию.

Испытание заключалось в следующем: в рабочую камеру центробежного сита после гидроциклонной установки подавалась жидкая картофельная мезга. Процесс разделения проводился как с подачей воды для промывки сита, так и без воды (рис. 3).

На выходе из сита была получена отжатая картофельная мезга и клеточный сок. Произведен отбор образцов.

В лабораторных условиях был произведен анализ отобранных образцов. Влажность обезвоженной на центробежном сите мезги составила от 85 ± 3 % до 95 ± 3 % (рис. 4).

2. Отжим на ленточном прессе. Предварительно сгущенная мезга после центробежного сита обезвоживается действием давления за счет сжатия между лентами ленточного пресса. Обезвоженный осадок снимается с фильтровальных лент с помощью ножей. Фильтровальные ленты подвергаются промывке

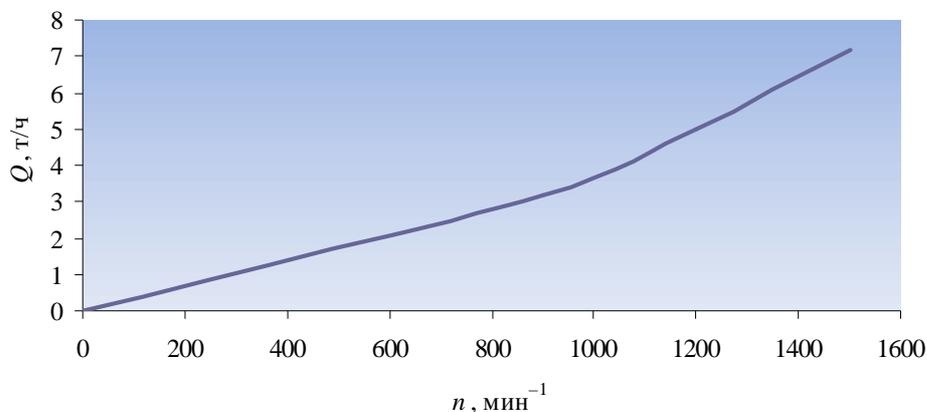


Рисунок 3 – Зависимость производительности сита центробежного от частоты вращения

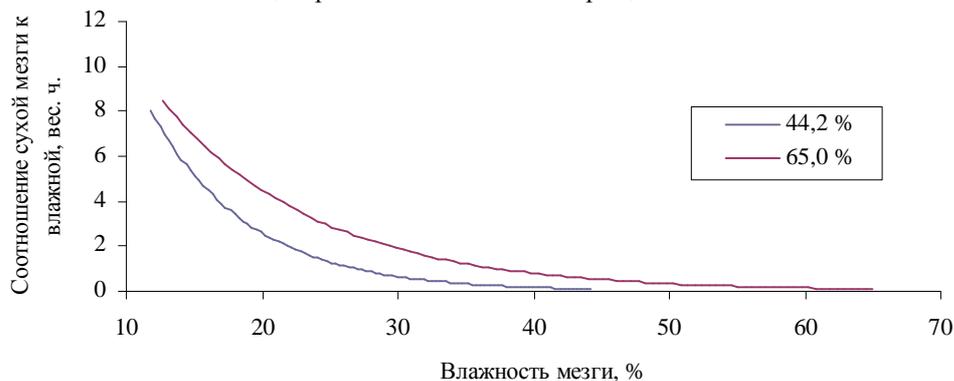


Рисунок 4 – Зависимость смешивания картофельной мезги различной влажности

технической водой, подаваемой под давлением через форсунки. Фильтрат и промывная вода собираются в поддоне и отводятся на очистку с целью повторного использования.

Ленточный пресс позволяет получить мезгу с влажностью до 60 %.

3. Смешивание с высушенным возвратом. Для уменьшения влажности и придания картофельной мезге рыхлой структуры проводится процесс смешивания отпрессованной на ленточном прессе и уже высушенной мезги.

Для отработки технологии подготовки сырья с целью снижения влажности материала перед сушкой проведены исследования процесса смешивания сухой и влажной картофельной мезги.

С помощью полученных экспериментальных зависимостей можно графически определить соотношение сухой и влажной мезги для получения мезги заданной влажности. Для получения, к примеру, мезги с влажностью 12 % необходимо взять 1 весовую часть обезвоженной на ленточном прессе мезги с влажностью 44,2 % и 7,5 весовых частей сухого концентрата мезги влажностью 8,4 %.

4. Сушка картофельной мезги. Процесс сушки влажных материалов является технологическим процессом, при котором меняются структурно-механические, технологические и биохимические свойства материала. Изменение этих свойств обусловлено тем обстоятельством, что в процессе сушки происходит изменение форм связи влаги с материалом и ее частичное удаление путем испарения. В процессе сушки происходит целый ряд взаимосвязанных явлений (перенос тепла от теплоносителя к материалу, испарение влаги, перенос влаги с поверхности материала в окружающую среду, перенос влаги внутри материала), которые определяют характер и длительность процесса сушки. Решающее значение в данном процессе имеет перенос влаги с поверхности материала в окружающую среду (внешний массоперенос) и перенос влаги изнутри материала на его поверхность (внутренний массоперенос).

Сотрудниками РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведены исследования процесса сушки предварительно обезвоженной на центробежном сите картофельной мезги (полученной при производстве крахмала на ОАО «Рагозницкий крахмальный завод») как в лабораторных условиях, так и с использованием экспериментальной сушильной установки.

В лабораторных условиях проводились исследования возможности сушки картофельной мезги. Высушивание проводили при различной температуре воздуха на протяжении заданного времени. Результаты исследований приведены в виде графиков (рис. 5, 6)

Так, нами установлено, что массовая доля влаги мезги картофельной в результате сушки при температуре 75 °С с 1 по 11 ч изменялась с 85,5 до 33,6 %, при температуре 85 °С – с 83,3 до 25,2, при температуре 95 °С – с 82,5 до 9,5, при температуре 105 °С – с 80,1 до 0 % (10 ч сушки – 9,8 % влаги), при температуре 115 °С – с 77,1 до 0 % (10 ч сушки – 9,0 % влаги).

Исследование показывает, что процесс сушки довольно четко разделяется на 2 периода: в первом периоде удаление влаги из мезги происходит с

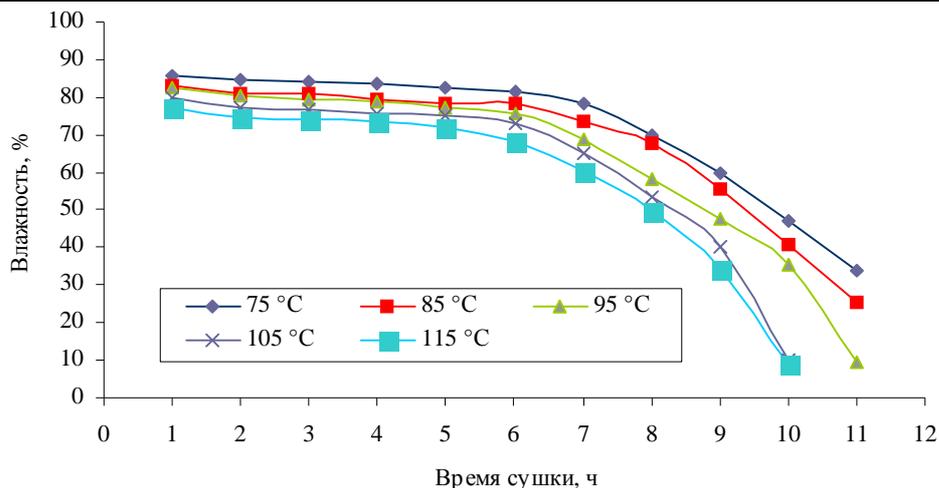


Рисунок 5 – Зависимость влажности картофельной мезги от времени сушки при различной температуре сушильного агента

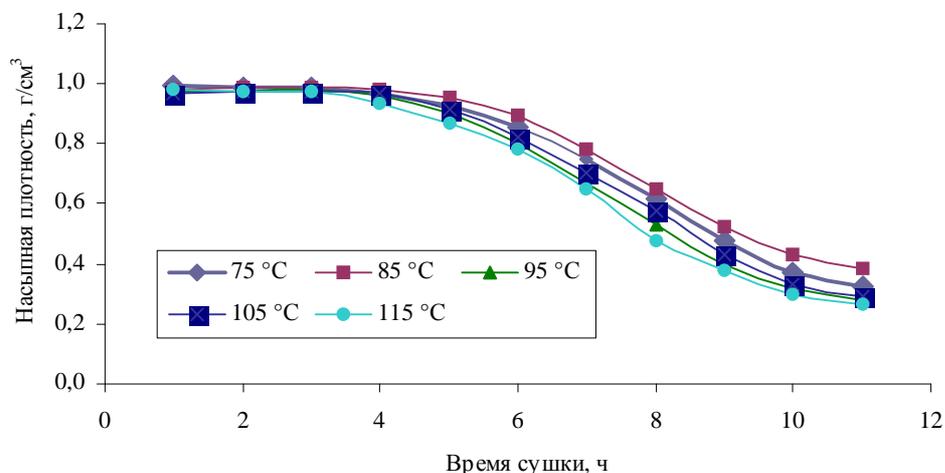


Рисунок 6 – Зависимости насыпной плотности картофельной мезги

постоянной скоростью, во втором периоде, начиная с критической влажности, скорость сушки постепенно уменьшается. Величина критической влажности определяет границу первого периода сушки.

Одновременно со снижением влажности у мезги крахмальной наблюдалось уменьшение насыпной плотности. Сушка мезги картофельной при температуре 75 °C с 1 по 11 ч способствовала понижению насыпной плотности с 0,983 до 0,327 г/см³, при температуре 85 °C – с 0,984 до 0,387, при температуре 95 °C – с 0,984 до 0,387, при температуре 95 °C – с 0,975 до 0,280, при температуре 105 °C – с 0,971 до 0,293, при температуре 115 °C – с 0,981 до 0,263 г/см³.

Процесс сушки протекает по двум закономерностям: в первом периоде, когда скорость сушки постоянна, убыль влагосодержания во времени происходит по

закону прямой; во втором периоде, когда скорость сушки уменьшается, изменение влагосодержания во времени происходит по криволинейной зависимости.

С помощью макетного образца сушильной установки Ш12-УСЭ проведены исследования кинетики процесса сушки картофельной мезги (рис. 7).

На первом этапе исследований определялся температурный режим работы макетного образца сушильной установки на холостом ходу. Для этого требовалось определить температуру сушильного агента (воздуха) на входе и на выходе из сушилки в зависимости от расхода воздуха и температуры масла. Расход воздуха изменяли от 0,26 до 0,36 м³/с путем регулирования частоты электрического тока, подаваемого на привод вентилятора, а температуру масла – от 80 до 170 °С. Результаты экспериментов приведены в виде графиков (рис. 8).

С целью получения на выходе из сушильной установки готовой кормовой смеси проведены эксперименты по сушке влажной картофельной мезги с использованием в качестве возврата, помимо сухой картофельной мезги, другого растительного сырья. В качестве такого сырья была использована пшеничная и кукурузная крупа.

Из рисунка 9 видно, что интенсивность удаления влаги при сушке мезги как с пшеничной, так и с кукурузной крупой практически идентична.

Для сравнительной оценки влияния круп и сухой мезги на интенсивность сушки были проведены исследования по определению зависимости, отображающей интенсивность сушки при использовании в качестве возврата сухой мезги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате разработки технологии подобраны основные технологические операции и изготовлено оборудование, позволяющее получить готовый продукт с заданными свойствами.



Рисунок 7 – Установка сушильная экспериментальная Ш12-УСЭ

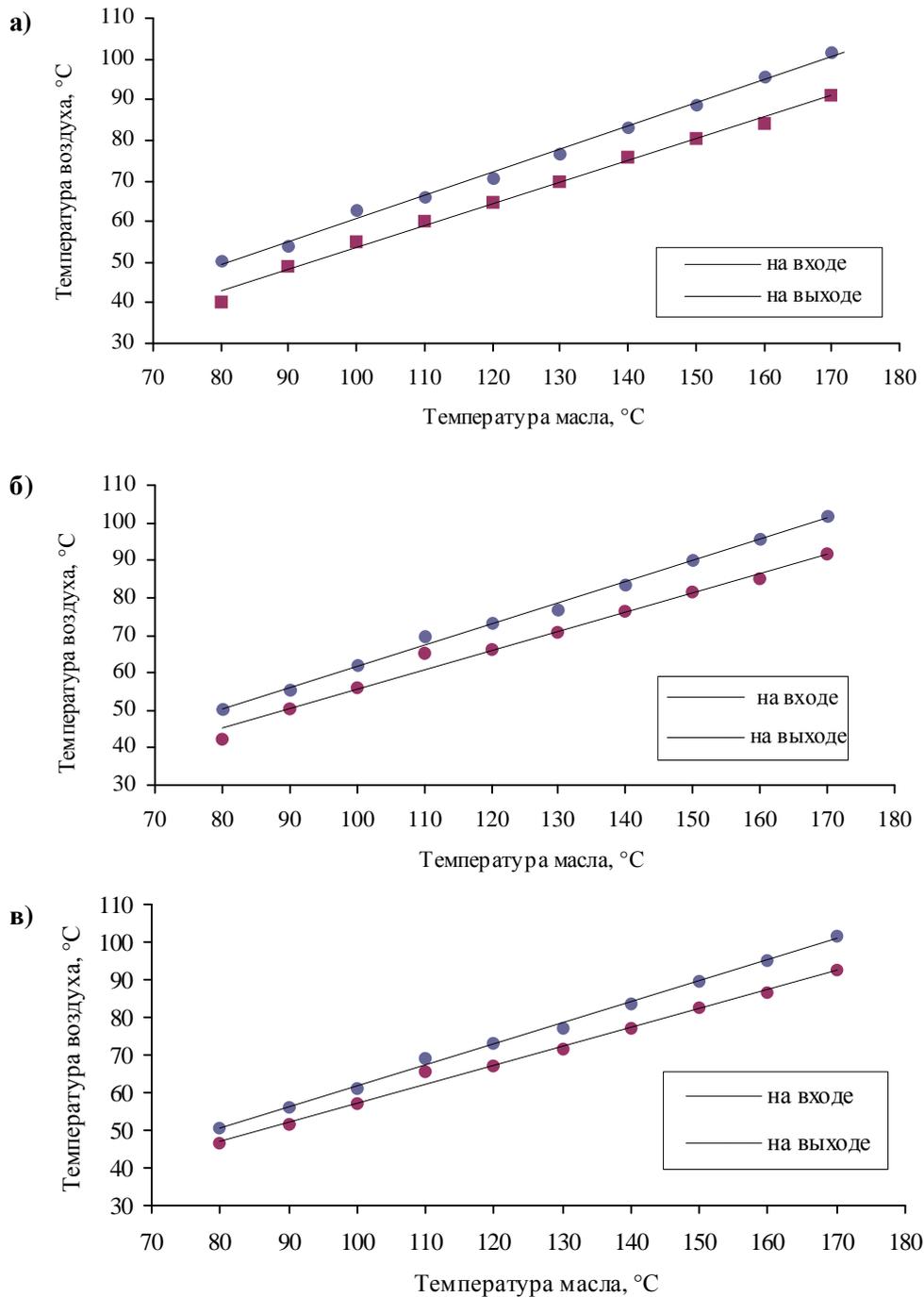


Рисунок 8 – Зависимость температуры воздуха на входе и на выходе из сушилки в зависимости от температуры масла:
 а) расход воздуха $0,26 \text{ м}^3/\text{с}$; б) расход воздуха $0,31 \text{ м}^3/\text{с}$;
 в) расход воздуха $0,35 \text{ м}^3/\text{с}$

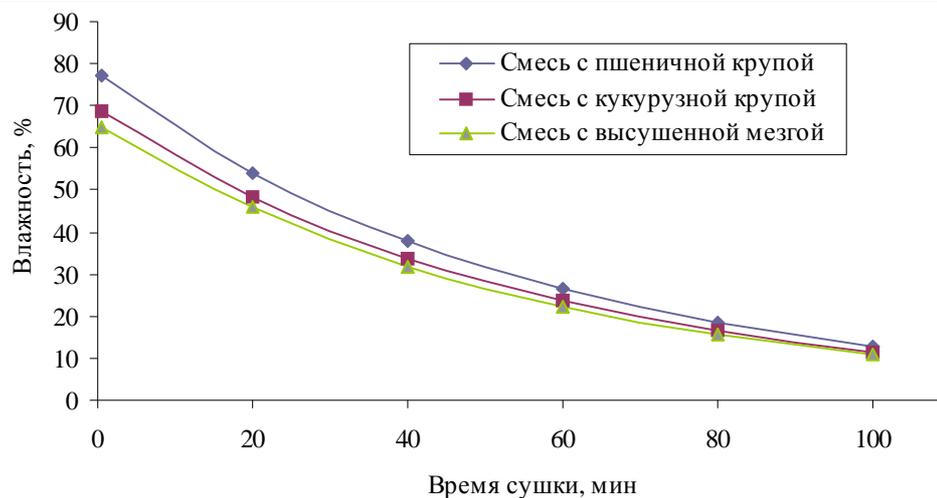


Рисунок 9 – Сравнительная характеристика использования в качестве возврата пшеничной и кукурузной крупы, а также сухой мезги

Проведены исследования по отработке процессов механического обезвоживания, подготовки к сушке и сушки картофельной мезги в лабораторных и производственных условиях.

Список литературы

1. Литвяк, В.В. Характеристика предприятий картофельно-крахмальной отрасли Республики Беларусь / В.В. Литвяк // 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. 15. – С. 288–299.
2. Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З.В. Ловкис [и др.]; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». – Минск: Беларус. навука, 2008. – 537 с.

Поступила в редакцию 23.11.2016 г.

Z.V. LOVKIS, N.N. PETYUSHEV, S.A. ARNAUT,
A.A. LITVINCHUK, D.I. GOMAN

WASTE CONVERSION TECHNOLOGY OF POTATO-STARCH PRODUCTION

SUMMARY

The description of designed technology of dampfeed and dry concentrate by potatoes pulp processing is presented in the article. The given researches were conducted in RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus».

Key words: potatoes pulp, dehydrated, mixing, drying.

УДК 664.87:635.21/24

**З.В. Ловкис, Н.Н. Петюшев, С.А. Арнаут,
А.А. Литвинчук, Л.В. Евтушевская**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск
E-mail: olishenia@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СУХОГО КАРТОФЕЛЬНОГО ПЮРЕ И ТОПИНАМБУРА

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты диспергирования сухого картофельного пюре и сушеного топинамбура, дана оценка разработанного измельчителя по полученному качеству конечного продукта.

Исследования проводились в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Ключевые слова: картофель, топинамбур, измельчение, диспергирование, просеивание, гранулометрический состав, плотность.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время полноценное питание населения Республики Беларусь является важной проблемой и актуальной задачей, поэтому в последние годы наметилась тенденция обогащения продуктов питания различными биологически активными веществами растительного происхождения, которые способствуют сохранению и улучшению здоровья человека.

Перед пищевой промышленностью стоит необходимость создания продуктов питания высокой пищевой ценности, в том числе обладающих диетическим и профилактическим действием. Возросла потребность в продуктах быстрого приготовления с высоким содержанием белка, витаминов, углеводов и пищевых растительных волокон [1].

Выполнения поставленной задачи можно добиться, используя картофель, овощи и нетрадиционное растительное сырье, например клубни топинамбура.

Технология получения диетического пюре из картофеля и топинамбура включает в себя ряд технологических операций, одной из которых является измельчение [2, 3].

Измельчением называется процесс увеличения поверхности твердых материалов путем их раздавливания, истирания, раскалывания и удара [5].

Диспергирование – тонкое измельчение твердого тела или жидкости, в результате которого образуются дисперсные системы, порошки, суспензии, эмульсии, аэрозоли.

Методы диспергирования – механическое, электрическое, диспергирование ультразвуком, термическое диспергирование.

Механическое диспергирование осуществляется под действием внешней механической работы. Оборудование, применяемое при механическом диспергировании, – это ступки, мельницы, дробилки различных типов, жернова [4].

Целью исследований являлось получение диетического продукта на основе сухого картофельного пюре и топинамбура, пригодного для повседневного употребления всеми возрастными группами населения.

Для получения однородного картофельно-топинамбурового пюре необходимы компоненты, обладающие одинаковой насыпной плотностью, поэтому основной задачей при проведении измельчения являлось получение измельченного картофельного пюре, имеющего насыпную плотность, равную насыпной плотности порошка топинамбура.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Работа выполнялась научным коллективом РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Объектом исследований служили хлопья сухого картофельного пюре, представляющие собой тонкие пластинки произвольной формы толщиной 0,2–0,3 мм и длиной (шириной) 1,0–4,0 мм (рис. 1), и сушеный бланшированный топинамбур (кубики 8 × 8 мм) – рис. 2.



Рисунок 1 – Сухое картофельное пюре (хлопья)



Рисунок 2 – Сушеный бланшированный топинамбур (кубики)

Диспергирование сухого картофельного пюре осуществлялось в опытно-промышленных условиях РУП «Мариз» на измельчителе Ш12-ДКХ (рис. 3).

Применялось механическое диспергирование за счет ударно-истирающего воздействия.

Процесс измельчения образцов сухого картофельного пюре в виде хлопьев разных производителей и сухеного бланшированного топинамбура в виде кубиков проводили при разных оборотах рабочего органа измельчителя: 3600 мин⁻¹, 3000 мин⁻¹, 2400 мин⁻¹, 1800 мин⁻¹.

Для определения гранулометрического состава измельченного продукта использовали виброгрохот FRITSCH analysette 3 и сита с размерами отверстий 1,0; 0,8; 0,5 и 0,2 мм.



Рисунок 3 – Общий вид измельчителя Ш12-ДКХ



Рисунок 4 – Общий вид измельчителя Comitrol (Urschel laboratories)

После измельчения опытные образцы просеивали и определяли массу фракций в процентах от общей массы.

Эффективность работы измельчителя Ш12-ДКХ определяли используя сравнительный анализ проведенных исследований гранулометрического состава сухого картофельного пюре производства ЗАО «Погарская картофельная фабрика», измельченного на измельчителе Ш12-ДКХ и на измельчителе Comitrol (Urschel laboratories, inc), который представлен на рисунке 4.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения исследований использовали сухое картофельное пюре ОАО «Машпищепрод» и ЗАО «Погарская картофельная фабрика», масса образцов составляла не менее 3000 г.

В таблице 1 представлен химический и энергетический состав данного сухого картофельного пюре.

Измельченные образцы сухого картофельного пюре просеивали и определяли массу фракций в процентах от общей массы. На рисунке 5 представлены полученные результаты.

На основании проведенных исследований установлено, что частота вращения рабочих органов влияет на размер частиц измельченного сухого картофельного пюре. Так, при частоте 3600 мин⁻¹ и 3000 мин⁻¹ выход продукта с размером частиц 0,2 мм составляет 65,35–87,37 % и 63,45–89,13 % соответственно, а при частоте 2400 мин⁻¹ и 1800 мин⁻¹ – 68,08–91,38 % и 61,05–65,54 % соответственно (табл. 2).

Исходя из полученных данных установлено, что гранулометрический состав измельченного сухого картофельного пюре производства ЗАО «Погарская картофельная фабрика» более однородный, чем измельченного сухого картофельного пюре производства ОАО «Машпищепрод».

Анализируя химический состав сухого картофельного пюре этих производителей (см. табл. 1), было установлено, что состав сухого картофельного пюре влияет на его гранулометрический состав.

При определении эффективности работы измельчителей были проведены сравнительные исследования гранулометрического состава сухого картофельного

Таблица 1 – Химический состав и энергетическая ценность сухого картофельного пюре в 100 г продукта

Производители	Состав	Влажность, %	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал/кДж	Срок годности, мес.
ЗАО «Погарская картофельная фабрика», Россия	Картофель свежий	8,2	7,0	Менее 0,5	72,0	320/1340	36
	Стабилизатор Е 450						
	Эмульгатор Е 471						
	Антиоксиданты Е 223, Е 304						
	Лимонная кислота Е 330						
В-каротин Е 160a							
ОАО «Машпищепрод», Беларусь	Картофель свежий	7,8	5,5	1,0	80	355/1482	18
	Эмульгатор Е 471						

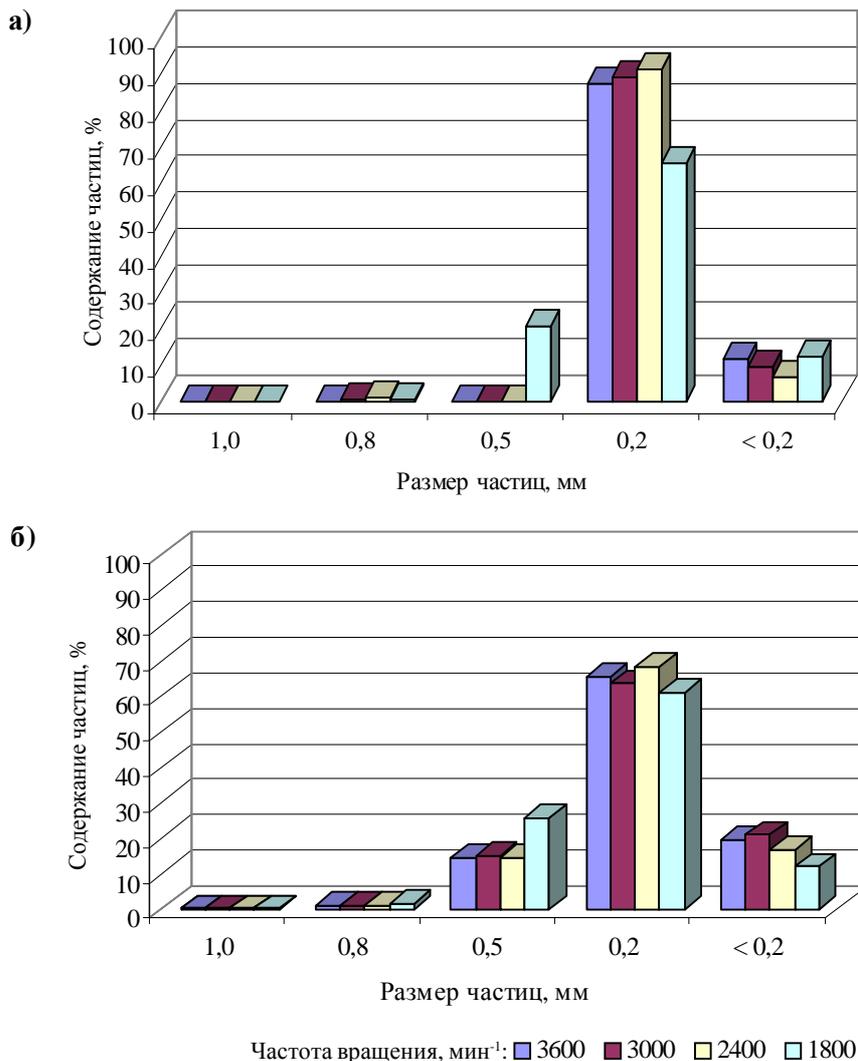


Рисунок 5 – Зависимость гранулометрического состава измельченного сухого картофельного пюре разных производителей от частоты вращения рабочего органа измельчителя: а) производство ЗАО «Погарская картофельная фабрика»; б) производство ОАО «Машпищепрод»

пюре производства ЗАО «Погарская картофельная фабрика». Полученные результаты представлены на рисунке 6.

Из данных рисунка можно сделать вывод, что измельченное сухое картофельное пюре, полученное на измельчителе Ш12-ДКХ, по размеру частиц является более однородным. Так, частицы с размером 0,2 мм составляют 89,1 % к общей массе измельчаемого продукта, тогда как содержание частиц с размером 0,2 мм измельченного сухого картофельного пюре на измельчителе Comitrol составляет 65,54 % к общей массе.

Таблица 2 – Гранулометрический состав измельченного сухого картофельного шере при разной частоте вращения рабочего органа

Размеры отверстий контрольных сит, мм	Частота вращения рабочего органа, мин ⁻¹							
	3600 мин ⁻¹		3000 мин ⁻¹		2400 мин ⁻¹		1800 мин ⁻¹	
	ЗАО «Погарская картофельная фабрика»	ОАО «Машицепрод»	ЗАО «Погарская картофельная фабрика»	ОАО «Машицепрод»	ЗАО «Погарская картофельная фабрика»	ОАО «Машицепрод»	ЗАО «Погарская картофельная фабрика»	ОАО «Машицепрод»
1	0,12	0,15	0,19	0,13	0,14	0,13	0,2	0,07
0,8	0,39	0,89	0,94	0,9	0,13	0,99	0,77	1,5
0,5	0,04	14,34	0,19	14,77	0,3	14,31	21,0	25,43
0,2	87,37	65,35	89,13	63,45	91,38	68,08	65,54	61,05
< 0,2	12,08	19,27	9,55	20,75	7,05	16,48	12,49	11,95

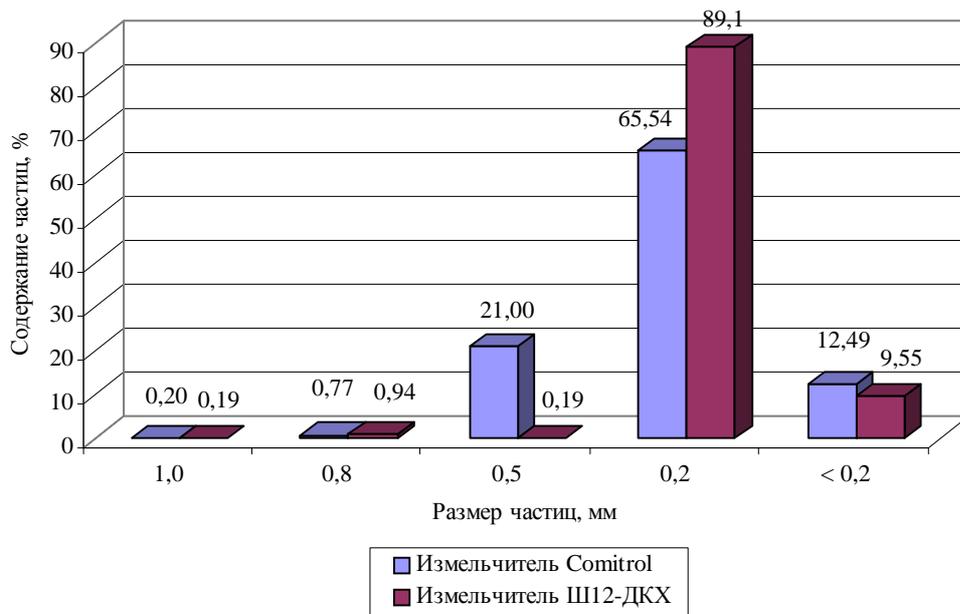


Рисунок 6 – Гранулометрический состав сухого картофельного поро, измельченного на измельчителе Ш12-ДКХ и Comitrol

В опытно-промышленных условиях РУП «Мариз» был исследован процесс измельчения сушеного бланшированного топинамбура в виде кубиков на измельчителе Ш12-ДКХ. Полученный продукт представлен на рисунке 7, данные по измельчению – в таблице 3.

На основании проведенных исследований и полученных данных можно сделать вывод, что частота вращения рабочих органов влияет на однородность размера частиц сушеного бланшированного топинамбура. Так, при частоте 3600 мин⁻¹ и 3000 мин⁻¹ выход продукта с размером частиц 0,5 мм и 0,2 мм составляет 34,4–35,3 % и 33,9–31,1 % соответственно, то есть получен более однородный продукт.



Рисунок 7 – Топинамбур сушеный (бланшированный) измельченный

Таблица 3 – Гранулометрический состав измельченного сушеного топинамбура (бланшированного), % от общей массы

Диаметр сита, мм	Частота вращения рабочего органа, мин ⁻¹			
	3600 мин ⁻¹	3000 мин ⁻¹	2400 мин ⁻¹	1800 мин ⁻¹
1	1,8	2,0	3,2	1,4
0,8	14,8	14,4	9,2	7,8
0,5	34,4	35,3	28,0	34,5
0,2	33,9	31,1	41,2	34,9
< 0,2	15,2	17,2	18,5	21,3

Также был составлен сравнительный анализ гранулометрического состава исследуемых продуктов, результаты которого представлены в таблице 4.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что на степень измельчения и однородность измельченных сухих продуктов из картофеля и топинамбура влияют как физико-химические свойства продукта, технология его получения, так и оборудование.

В результате после смешивания измельченных образцов сухого картофельного пюре и сушеного топинамбура получили насыпную плотность смеси измельченного картофельного пюре и порошка – $\rho = 0,6 \text{ г/см}^3$, или 600 кг/м^3 .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено:

1. Для получения однородной смеси из сухого картофельного пюре и топинамбура необходимо проводить измельчение при частоте рабочего органа измельчителя 3000 мин^{-1} ;

2. Измельченное сухое картофельное пюре, полученное на измельчителе Ш12-ДКХ, по размеру частиц является более однородным, так как частицы с размером $0,2 \text{ мм}$ составляют $89,1 \%$ к общей массе измельчаемого продукта,

Таблица 4 – Сравнительный анализ гранулометрического состава измельченных сухих продуктов из картофеля и топинамбура

Размер частиц, мм	Выход фракций, % от общей массы		
	Измельченное сухое картофельно-топинамбуровое пюре, соотношение 4 : 1, произведенное на промышленной линии получения сухого картофельного пюре ОАО «Машпищепрод», измельченное на измельчителе Ш12-ДКХ	Измельченное сухое картофельное пюре на измельчителе Ш12-ДКХ	Измельченный топинамбур (бланшированный) на измельчителе Ш12-ДКХ
1	0,13	0,19	2,0
0,8	0,17	0,94	14,4
0,5	0,28	0,19	35,3
0,2	67,5	89,13	31,1
< 0,2	31,92	9,55	17,2

а содержание частиц с размером 0,2 мм измельченного сухого картофельного пюре на измельчителе Comitrol составляет 65,54 % к общей массе;

3. Состав сухого картофельного пюре влияет на его гранулометрический состав;

4. После смешивания измельченных образцов насыпная плотность смеси измельченного картофельного пюре и порошка составила $\rho = 0,6 \text{ г/см}^3$, или 600 кг/м^3 .

Список литературы

1. Мазур, А.М. Машины и оборудование для переработки картофеля / А.М. Мазур. – М.: Полимаг, 1999. – 372 с.

2. Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – М.: Ростов н/Д: МарТ, 2004. – 687 с.

3. Бутковский, В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В.А. Бутковский, Е.М. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 462 с.

4. Химик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1388.html>. – Дата доступа: 11.12.2015.

5. Кавецкий, Г.Д. Процессы и аппараты пищевых производств / Г.Д. Кавецкий, А.В. Королев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 430 с.

Поступила в редакцию 15.11.2016 г.

Z.V. LOVKIS, N.N. PETYUSHEV, S.A. ARNAUT, A.A. LITVINCHUK,
L.V. EVTUSHEVSKAYA

TECHNOLOGY RESEARCH OF DISPERGATING OF DRY MASHED POTATOES AND TOPINAMBOUR

SUMMARY

The dispergating results of dry mashed potatoes and dried topinambour are presented in the article, the estimation of worked out grinding is given on the received quality of an end product.

The researches were conducted in RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus».

Key words: potatoes, topinambour, grinding, dispersing, dressing, particle size distribution, density.

УДК 633.49

**З.В. Ловкис, А.А. Шепшелев, С.А. Арнаут
А.А. Литвинчук, А.С. Данилюк**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск
E-mail: aleksandr.sergeevich.2011@inbox.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОЕЧНОЙ МАШИНЫ ЩЕТОЧНОГО ТИПА

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований, испытаний и построения рабочих характеристик машины моечной щеточного типа, которые проводились в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Ключевые слова: картофель, топинамбур, мойка, машина моечная щеточного типа, производительность, потребляемая мощность, чистота отмыва, расход воды, процент поврежденных клубней.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях жесткой конкуренции на внутреннем и внешнем продовольственных рынках для повышения конкурентоспособности отечественных производителей на первое место выходят вопросы снижения себестоимости и повышения качества отечественной продукции.

В структуре производимой продукции сельского хозяйства плодоовощная занимает немаловажное значение. Вопросы ее переработки также являются актуальными, а операция предварительной обработки – определяющей. В связи с этим проведение исследований (мойка и т. д.) являются значимыми для формирования качества конечного продукта.

От свойств сырья зависит технология очистки поверхности, технология разделения в потоке по качественным характеристикам, производительность и эффективность работы технологического оборудования, качество готовой продукции, потери.

Качественное проведение мойки сырья в технологических процессах имеет важное значение, так как эффективность ее проведения положительно сказывается как на показателях качества конечного продукта, так и в целом на экономике производства. В этой связи для сырья, обладающего сложной «неправильной» геометрической формой (топинамбур, картофель и др.) и, соответственно, характеризующегося повышенным уровнем загрязнения операцию мойки осуществляют в две ступени.

На первой ступени проходит грубая мойка с отделением камней и тяжелых примесей. На второй – происходит доочистка поверхности сырья за счет интенсивного взаимодействия с рабочими органами машины моечной.

Вопрос интенсивного взаимодействия рабочих органов машины моечной с сырьем должен решаться при соблюдении ряда условий:

- обеспечение минимального механического воздействия на сырье;
- обеспечение оптимального взаимодействия сырья с рабочими органами машины с целью полной его очистки;
- минимальное потребление ресурсов (вода, электроэнергия);
- обеспечение поточности процесса [1–3, 5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

С целью реализации процесса второй стадии мойки и очистки корнеклубнеплодов специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработана моечная машина щеточного типа Ш12-МШТ (рис. 1–3).

Моечная машина щеточного типа предназначена для второй стадии мойки картофеля или топинамбура с удалением загрязнений с помощью щеток и ополаскивания водой.

Конструкцией машины предусмотрено наличие 9 цилиндрических щеток, расположенных полукругом. Передвижение сырья осуществляется за счет вращения щеток и многочисленных взаимодействий сырья друг с другом. Сырье во время мойки омывается из душирующего устройства.



Рисунок 1 – Машина моечная щеточного типа Ш12-МШТ



Рисунок 3 – Мойка с ополаскиванием клубней картофеля в машине моечной щеточного типа Ш12-МШТ

Машина работает следующим образом:

- 1) через загрузочный лоток машины поступает сырье;
- 2) в моечной машине за счет вращения щеток и многочисленных взаимодействий сырья друг с другом происходит процесс мойки;
- 3) загрязнения, счищенные щетками, смываются водой, поступающей через душирующее устройство;

4) сырье продвигается внутри машины к противоположному концу, где расположен выгрузной лоток.

Одним из основных показателей, характеризующих любую моечную машину, является производительность и расход воды.

Теоретическая производительность Q (кг/ч) машины Ш12-МШТ определяется по следующей формуле:

$$Q = 28,8 \cdot V \cdot j \cdot r \cdot e / t,$$

где V – полная вместимость моющей части моечной машины щеточного типа, м³;

j – коэффициент заполнения моющей части клубнями;

r – насыпная плотность клубней, кг/м³;

e – коэффициент использования машины;

t – продолжительность пребывания клубней в машине, с.

Для машины щеточного типа при расчете такого показателя как расход воды применима следующая формула расхода воды Q_b (м³/с):

$$Q_b = (\mu \cdot \pi \cdot d^2 / 4) \cdot k \cdot \sqrt{2 \cdot P_u / \rho_c},$$

где m – коэффициент расхода;

d – диаметр отверстия форсунки, м;

k – количество форсунок;

P_u – напор воды у отверстия истечения, Па;

ρ_c – плотность воды, кг/м³.

Фактические значения технических показателей машины Ш12-МШТ были определены после проведения испытаний.

На эффективность работы моечной машины оказывают влияние такие параметры, как частота вращения щеточных валов, угол установки моечной ванны машины, степень загрузки моечной ванны сырьем и т. д.

В качестве выходных оценочных параметров, определяющих эффективность работы машины, выступают производительность, затрачиваемая мощность, расход воды, качество мойки.

Качество мойки сырья в моечной машине зависит от различных параметров: времени нахождения сырья в ванне машины, частоты вращения щеточных валов, расхода воды на орошение, степени заполнения ванны сырьем и т. д. В то же время достижение высокого качества мойки связано с ростом частоты вращения щеточных валов, повышенным расходом воды, увеличением времени нахождения сырья в ванне машины, что в совокупности приводит к повышению удельных энергозатрат на процесс в целом.

В связи с этим представляет интерес нахождение зависимостей производительности от геометрических (углы установки ванны машины), механических (частота вращения щеточных валов) и технологических (степень заполнения моечной ванны, свойства сырья, температура воды и т. д.) параметров. Полученные данные будут оптимизированы для получения заданной степени очистки

сырья. Основные контролируемые показатели работы машины представлены в таблице 1.

С целью проведения исследований использовали современные измерительные приборы, общий вид которых представлен на рисунке 4, а основные параметры – в таблице 2.

Производительность машины, потребляемая мощность и степень загрязненности клубней картофеля определялись серией контрольных опытов на машине путем определения времени прохождения в потоке при установившемся

Таблица 1 – Контролируемые показатели

№ п/п	Показатели	Обозначение	Ед. изм.	Метод контроля
1	Производительность	Q	кг/ч	Весы, секундомер
2	Степень открытия вентеля	θ	%	Визуально
3	Частота вращения щеточного вала	n	мин ⁻¹	Тахометр, векторный преобразователь частоты
4	Степень открытия заслонки	Δ	%	Угломер
5	Процент повреждаемых клубней	δ	%	Расчетно
6	Чистота отмыва клубней	Ω	%	Расчетно
7	Расход воды	Q_w	м ³ /с	Расходомер
8	Количество форсунок	k	шт.	Расчетно
9	Затраты мощности	N	Вт	Ваттметр
9	Угол наклона машины	α	градус	Угломер
10	Степень заполнения клубнями	e	%	Визуально



Рисунок 4 – Перечень приборов для проведения исследований:
 1 – векторный преобразователь частоты E2-8300; 2 – весы CAS BW-60RB;
 3 – линейка V-07 Можга; 4 – секундомер Интеграл С-01; 5 – угломер Е-1;
 6 – тахометр ДО-01Р; 7 – ваттметр

Таблица 2 – Параметры измерительных приборов

Тип прибора	Марка	Предел измерения		Цена наименьшего деления
		нижний	верхний	
Весы	CAS BW-60RB	0	60 кг	1 г
Секундомер	Интеграл С-01	0	60 с	1 с
Тахометр	ДО-01Р	0	30000 мин ⁻¹	10 мин ⁻¹
Векторный преобразователь частоты	Е2-8300	0	15 кГц	0,1 кГц
Угломер	Е-1	0	360°	1°
Линейка	V-07 Можга	0	40 см	0,1 см
Ваттметр	PCE-350	0	3,5 кВт	1 Вт

режиме маркированных клубней от момента их попадания в загрузочный лоток до выхода из выгрузного. Опыты проводились при частоте вращения вала $n = 300 \text{ мин}^{-1}$; $n = 340 \text{ мин}^{-1}$; $n = 378 \text{ мин}^{-1}$; $n = 415 \text{ мин}^{-1}$ при помощи варьирования частоты тока, подаваемого на электродвигатель, в пределах 40...55 Гц с изменением степени открытия шибера ($D = 10 \%$, 20, 30, 50, 70, 90, 100 %) и угла наклона моечной машины ($\alpha = -5^\circ$, $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = 5^\circ$). При проведении эксперимента производительность определялась при различных режимах работы машины.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам экспериментов построены зависимости (рис. 5–10).

Исходя из анализа графиков, изображенных на рисунке 5, наибольшая производительность машины моечной щеточного типа Ш12-МШТ наблюдается при следующем режиме работы: частота вращения щеточного вала $n = 415 \text{ мин}^{-1}$; степень открытия заслонки $D = 100 \%$, угол наклона моечной машины $\alpha = 5^\circ$.

Как видно из графика, изображенного на рисунке 6, наименьшие затраты мощности машины моечной щеточного типа Ш12-МШТ наблюдаются при следующем режиме работы: частота вращения щеточного вала $n = 300 \text{ мин}^{-1}$; степень заполнения $e = 40 \%$; угол наклона моечной машины $\alpha = 5^\circ$.

Наибольшая чистота отмыва клубней картофеля и топинамбура наблюдается при угле наклона моечной машины $\alpha = -5^\circ$ с минимальной степенью открытия заслонки $D = 10 \%$ и частоте вращения щеточного вала $n = 378 \text{ мин}^{-1}$ (рис. 7).

Наибольший процент повреждаемых клубней картофеля и топинамбура наблюдается при угле наклона моечной машины $\alpha = -5^\circ$ с минимальной степенью открытия заслонки $D = 10 \%$ и частоте вращения щеточного вала $n = 415 \text{ мин}^{-1}$ (рис. 8).

На основании рисунка 9 можно сделать вывод, что при увеличении степени открытия вентиля и количества форсунок прямо пропорционально увеличивается расход воды через душирующее устройство машины.

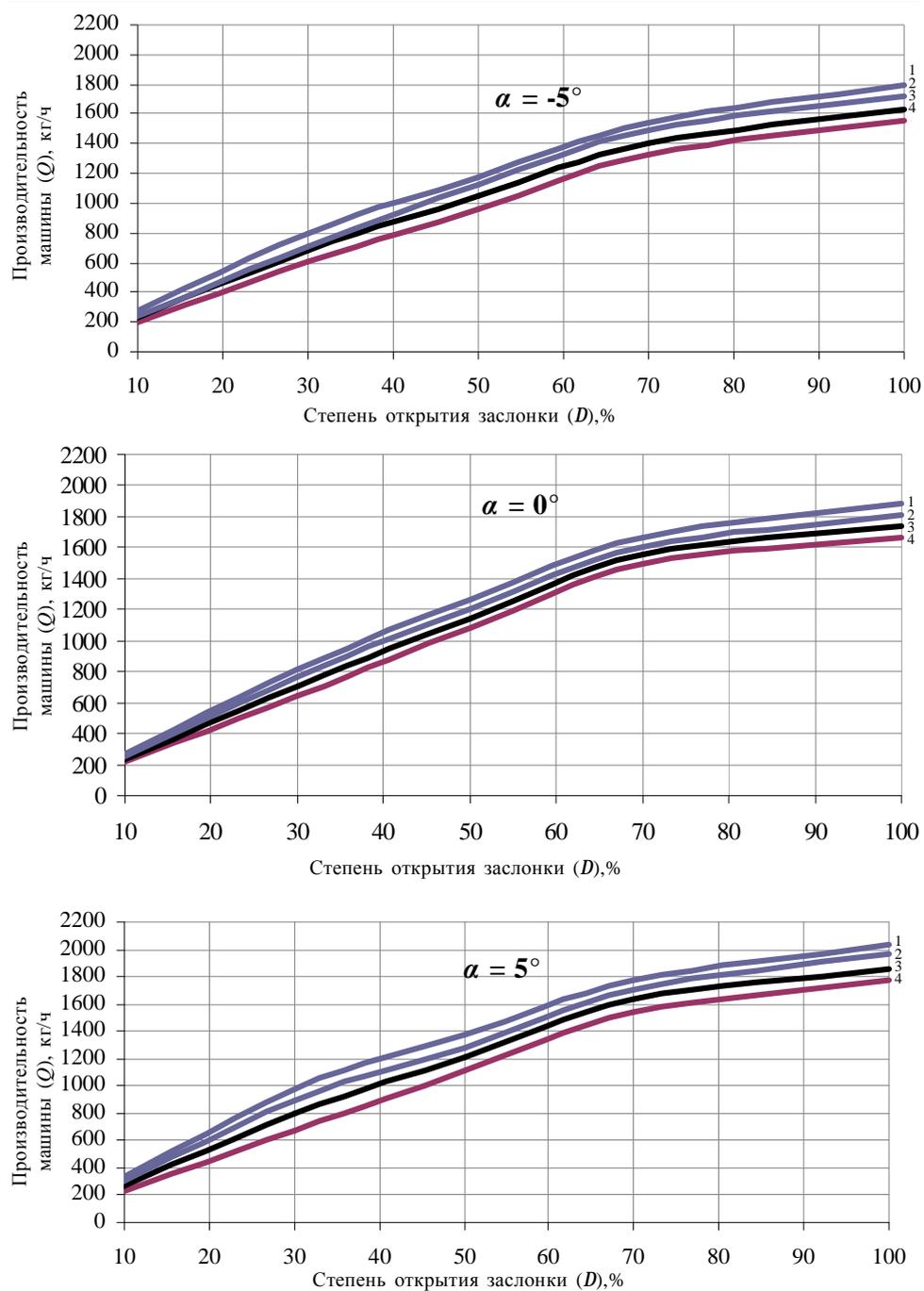


Рисунок 5 – Зависимость производительности моечной машины щеточного типа Ш12-МШТ от степени открытия заслонки (при $\alpha = -5^\circ$, $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = 5^\circ$):
 1 – частота вращения щеток $n = 415 \text{ мин}^{-1}$; 2 – частота вращения щеток $n = 378 \text{ мин}^{-1}$;
 3 – частота вращения щеток $n = 340 \text{ мин}^{-1}$; 4 – частота вращения щеток $n = 300 \text{ мин}^{-1}$

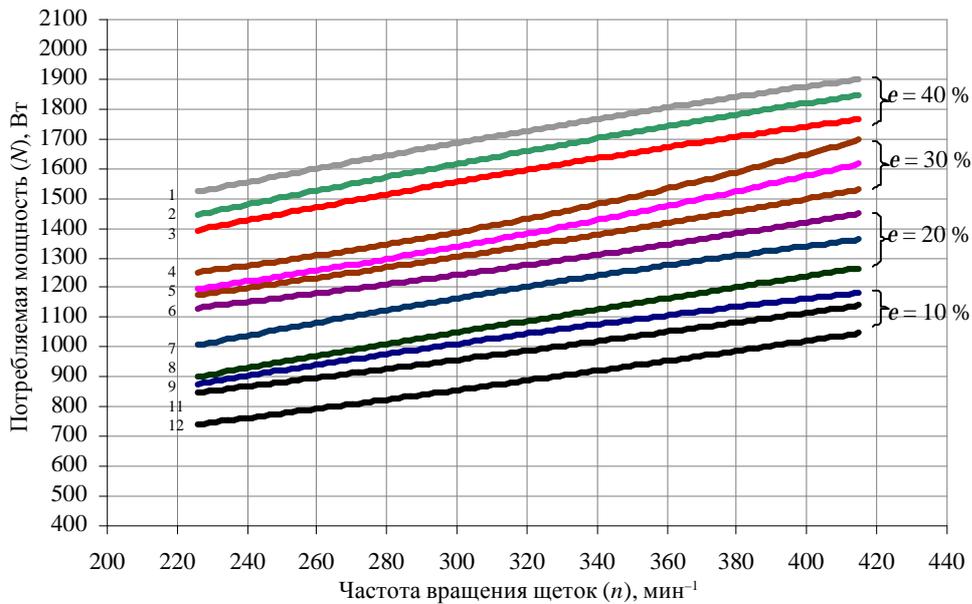


Рисунок 6 – Зависимость потребляемой мощности машины от степени заполнения клубнями при разной частоте вращения щеток:
 1, 4, 7, 10 – угол наклона машины $\alpha = -5^\circ$; 2, 5, 8, 11 – угол наклона машины $\alpha = 0^\circ$;
 3, 6, 9, 12 – угол наклона машины $\alpha = -5^\circ$

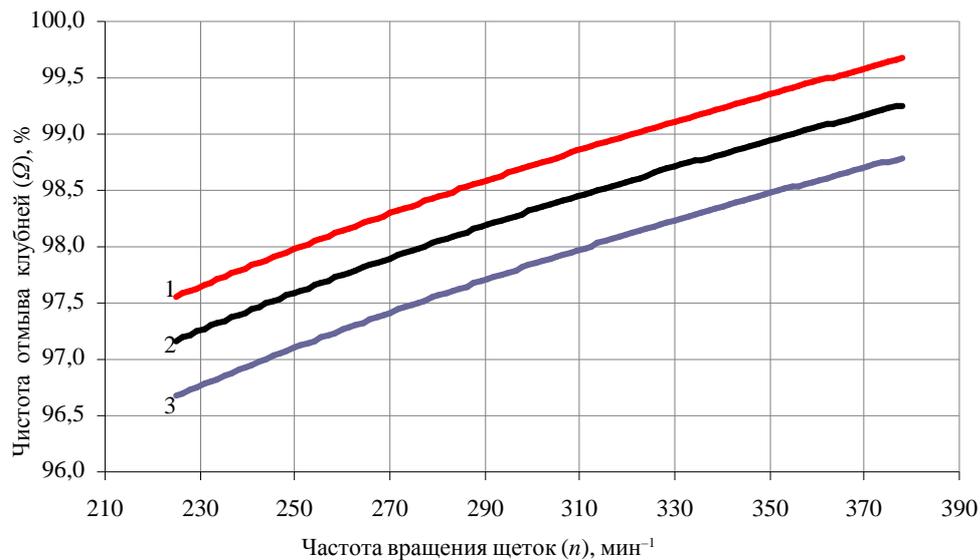


Рисунок 7 – Чистота отмыва клубней при разной частоте вращения щеток (при $\alpha = -5^\circ$):
 1 – частота вращения щеток $n = 378 \text{ мин}^{-1}$;
 2 – частота вращения щеток $n = 340 \text{ мин}^{-1}$;
 3 – частота вращения щеток $n = 300 \text{ мин}^{-1}$

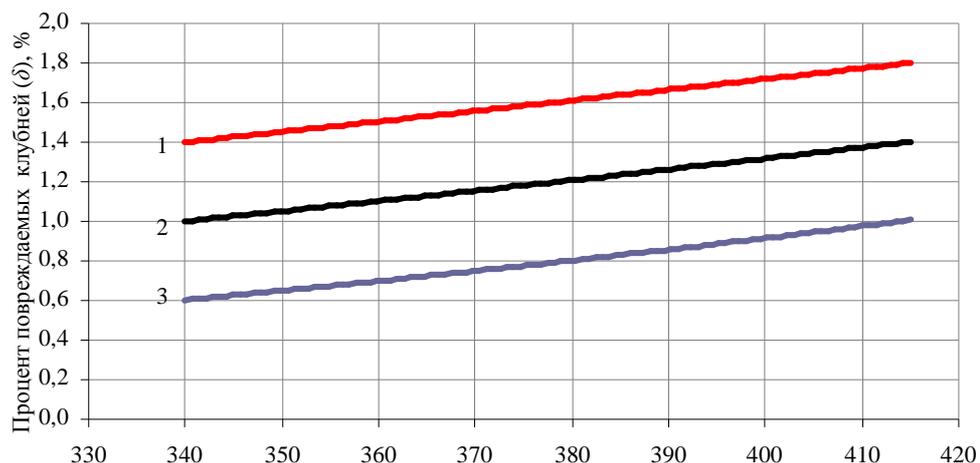


Рисунок 8 – Процент повреждаемости клубней при разной частоте вращения щеток (при $\alpha = -5^\circ$):
 1 – частота вращения щеток $n = 415 \text{ мин}^{-1}$;
 2 – частота вращения щеток $n = 378 \text{ мин}^{-1}$;
 3 – частота вращения щеток $n = 340 \text{ мин}^{-1}$

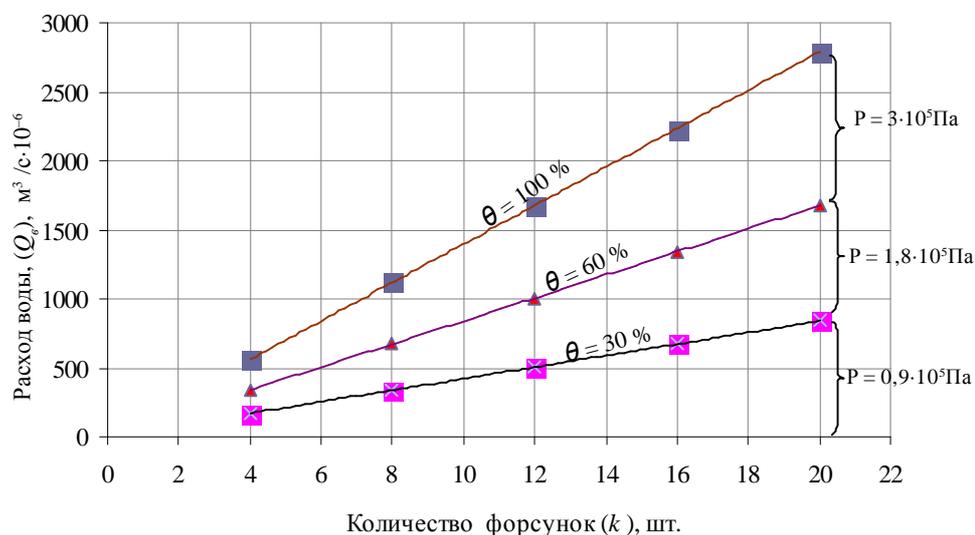


Рисунок 9 – Зависимость расхода воды от количества форсунок и степени открытия вентиля

По результатам исследований выбран оптимальный рабочий режим машины моечной щеточного типа Ш12-МШТ, учитывающий требования по чистоте отмыва клубней товарного картофеля (топинамбура) и оптимальную производительность (рис. 10).

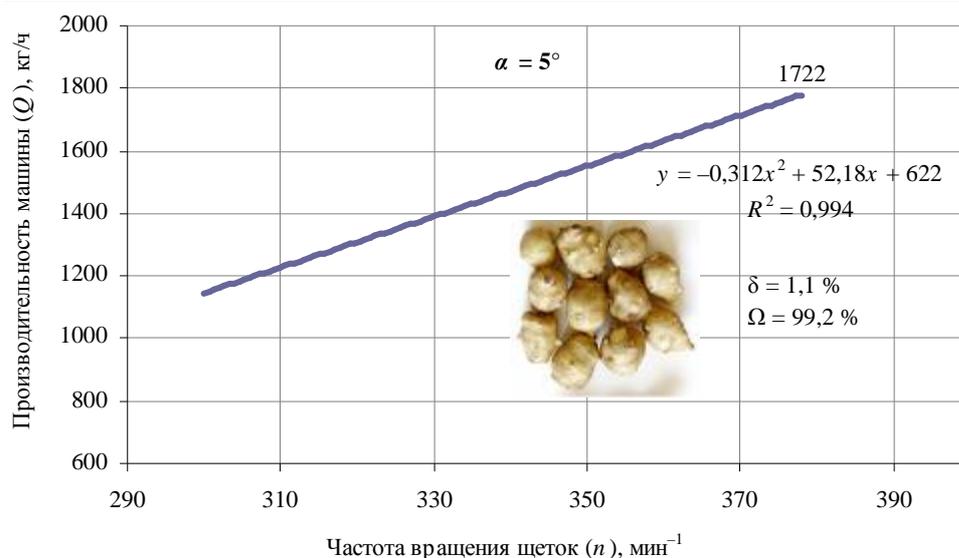


Рисунок 10 – Оптимальный режим работы машины моечной щеточного типа Ш12-МШТ (при $\alpha = 5^\circ$)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных исследований получены рациональные параметры работы, обеспечивающие максимальную производительность моечной машины щеточного типа Ш12-МШТ с учетом вида сырья (клубни картофеля и топинамбура), минимальной повреждаемости и высокой степени очистки.

Установлено, что определяющими параметрами, влияющими на степень очистки клубней картофеля (топинамбура), для машины моечной щеточного типа являются степень открытия заслонки, угол наклона машины и частота вращения щеточного вала.

Полученные результаты будут использованы в дальнейшей работе по развитию теории мойки клубней картофеля (топинамбура) в потоке машинами щеточного типа, а также в совершенствовании конструкции моечных машин для корнеклубнеплодов.

Список литературы

1. Волкинд, И.Л. Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов / И.Л. Волкинд. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
2. Володарский, Е.Т. Планирование и организация измерительного эксперимента / Е.Т. Володарский, Б.Н. Малиновский, Ю.М. Туз. – Киев: Вища школа, 1987. – 280 с.
3. Картофель. Возделывание, уборка, хранение / Д. Шпаар [и др.]. – Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 466 с.

4. Шаршунов, В.А. Технологическое оборудование – плодоовощеперерабатывающих предприятий: учеб. пособие: в 2 ч. / В.А. Шаршунов. – Минск: Мисанта, 2013. – Ч. 1. – 951 с.

5. Шенк, Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк. – М.: Мир, 1972. – 151 с.

Поступила в редакцию 22.11.2016 г.

Z.V. LOVKIS, A.A. SHEPSHELEV, S.A. ARNAUT, A.A. LITVINCHUK,
A.S. DANILYUK

RESEARCH AND CONSTRUCTION OF WASHING MACHINE PERFORMANCE OF BRUSH TYPE

SUMMARY

The research results were conducted, testing and performance building of washing machine of brush type in RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus».

Key words: potatoes, topinambour, wash, wash machine of brush type, performance, power consumption, washing cleanliness, water consumption, percentage of damaged tubers.

УДК 633.49

**З.В. Ловкис, А.А. Шепшелев, Д.А. Зайченко,
С.А. Арнаут, А.С. Данилюк**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск
E-mail: aleksandr.sergeevich.2011@inbox.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИНЫ МОЕЧНОЙ БАРАБАННОЙ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований, испытаний и построения рабочих характеристик машины моечной барабанной.

Исследования проводились в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Ключевые слова: картофель, топинамбур, мойка, машина моечная барабанная, производительность, потребляемая мощность.

ВВЕДЕНИЕ

В пищевой промышленности для проведения процессов мойки корнеклубнеплодов применяются машины, рабочим органом которых является медленно вращающийся барабан, располагаемый горизонтально либо слегка наклонно. Сырье подается в барабан и при его вращении перемещается в осевом направлении, одновременно омываясь в воде.

Барабанная моечная машина предназначена для мойки твердых плодов и овощей (корнеплодов). Мойка предусматривает удаление с поверхности сырья остатков земли, песка, посторонних тяжелых и легких примесей (камни, листья, ветки, солома). Для каждого вида сырья требуется свой способ и режим мойки.

Мойка в барабанных моечных машинах осуществляется при вращении барабана путем интенсивного перемешивания сырья и за счет ударов падающего сырья о поверхность воды. Эффективность процесса мойки определяется соотношением сил, действующих на сырье, находящееся в барабане.

Качественное проведение мойки сырья в технологических процессах имеет важное значение, так как эффективность ее проведения положительно сказывается как на показателях качества конечного продукта, так и в целом на экономике производства. В этой связи для сырья, обладающего сложной «неправильной» геометрической формой (топинамбур, картофель и др.) и, соответственно, характеризующегося повышенным уровнем загрязнения, операцию мойки осуществляют в две ступени.

На первой ступени проходит грубая мойка с отделением камней и тяжелых примесей, на второй – происходит чистовая мойка поверхности сырья за счет интенсивного взаимодействия с рабочими органами машины моечной.

Вопрос интенсивного взаимодействия рабочих органов машины моечной с сырьем должен решаться при соблюдении ряда условий:

- обеспечение минимального механического воздействия на сырье;
- обеспечение оптимального взаимодействия сырья с рабочими органами машины с целью полной его очистки;
- минимальное потребление ресурсов (вода, электроэнергия и др.);
- обеспечение поточности процесса [1–4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

С целью реализации процесса первой стадии мойки и очистки клубней специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработана машина моечная барабанная Ш12-ММТ, которая предназначена для первичной очистки (мойки) клубней картофеля и топинамбура с одновременным удалением камней и других тяжелых примесей (рис. 1, 2).

Машина работает следующим образом: сырье через лоток (поз. 1) подается в барабан (поз. 5), установленный в ванне предварительной мойки. При вращении барабана сырье трется друг о друга и о поверхность обечайки и одновременно перемещается вдоль барабана. При помощи лопастей сырье перегружается в камнеотборник. В камнеотборнике снизу подается водопроводная вода.

При работе насосной установки (поз. 14) в камнеотборнике создается восходящий поток воды, который удерживает сырье во взвешенном состоянии. Камни благодаря большому удельному весу тонут и через воронку попадают на конвейер (поз. 13), которым удаляются из машины. Сырье с потоками воды че-



Рисунок 1 – Машина моечная барабанная Ш12-ММТ

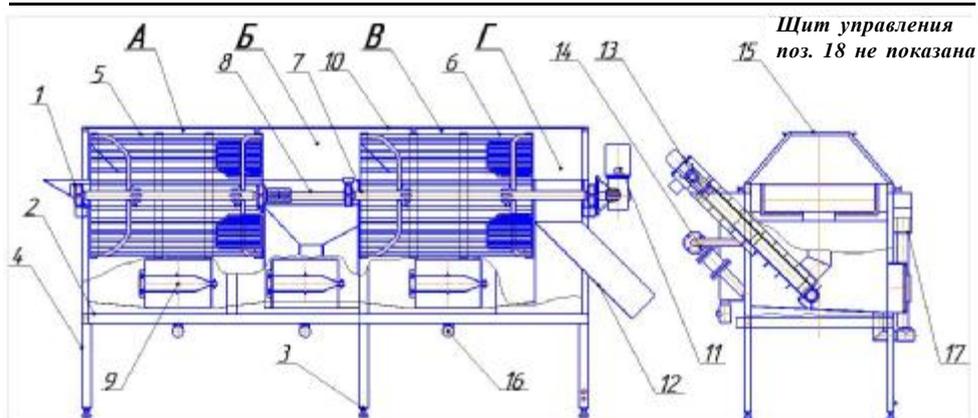


Рисунок 2 – Принципиальная схема машины моечной барабанной Ш12-ММТ: 1 – загрузочный лоток; 2 – корпус; 3 – опора; 4 – рама; 5, 6 – барабаны; 7 – вал; 8 – камнеотборник; 9 – люки; 10, 15 – крышки; 11 – привод; 12 – разгрузочный лоток; 13 – конвейер; 14 – насосная установка; 16 – устройство сливное; 17 – труба сливная.
 А – камера предварительной мойки; Б – камнеотборник;
 В – камера чистой мойки; Г – камера выгрузки

рез окно в поперечной перегородке попадает в барабан (поз. 6), установленный в ванне чистой мойки, где происходит окончательная мойка сырья. Вымытое сырье лопастями выгружается на разгрузочный лоток (поз. 12), по которому транспортируется из машины. Отделившиеся от сырья в процессе мойки примеси оседают на днищах ванн, откуда периодически удаляются через сливные устройства (поз. 16).

Производительность теоретическую Q (кг/ч) барабанной моечной машины можно определить по уравнению непрерывности потока

$$Q = 60 \cdot n \cdot z \cdot V \cdot g \cdot j,$$

где n – частота вращения барабана, мин⁻¹;
 z – число лопастей, выгружающих продукт, шт.;
 V – вместимость лопасти, м³;
 g – объемная масса продукта, кг/м³;
 j – коэффициент заполнения лопасти.

Потребляемая мощность электродвигателя N (кВт) определяется по следующей формуле:

$$N = \frac{M \cdot n_э}{975 \cdot \eta_{м.р.} \cdot u_{м.р.}},$$

где $n_э$ – частота вращения вала электродвигателя, мин⁻¹;
 $\eta_{м.р.}$ – КПД мотор-редуктора;
 $u_{м.р.}$ – передаточное число мотор-редуктора;

$M = M_1 + M_2$ – крутящий момент на валу барабана, Н·м, где $M_1 = G \cdot D_0 / 2$ – момент, необходимый для перемещения сырья в барабане, где D_0 – диаметр барабана, м; G – сила тяжести сырья, одновременно перемещаемого барабаном (сила тяжести сырья, перекатывающегося в верхних слоях и находящегося в воде, ввиду малых значений коэффициента трения качения и объемной массы не учитывается), Н;

$M_2 = (G_0 + G) \cdot \mu \cdot D_0 / 2$ – момент на преодоление сопротивления сил трения в подшипниках, Н·м, где G_0 – сила тяжести барабана, Н; D_0 – средний диаметр подшипника, м; μ – коэффициент трения в подшипнике [5].

С целью определения фактических значений технических показателей были проведены испытания.

На эффективность работы моечной машины оказывают влияние такие параметры, как частота вращения барабана, угол установки машины, степень загрузки моечной ванны сырьем и т. д.

В качестве выходных оценочных параметров, определяющих эффективность работы машины, выступают производительность, затрачиваемая мощность, качество мойки.

Качество очистки сырья в моечной машине зависит от различных параметров: времени нахождения сырья в ванне машины, частоты вращения барабана, степени заполнения ванны сырьем и т. д. В то же время достижение высокого качества мойки связано с ростом частоты вращения барабана, повышенным расходом воды, увеличением времени нахождения сырья в ванне машины, что в совокупности приводит к повышению удельных энергозатрат на процесс в целом.

В связи с этим представляет интерес нахождение зависимостей производительности от геометрических (углы установки ванны машины), механических (частота вращения барабана) и технологических (степень заполнения моечной ванны, свойства сырья, температура воды и т. д.) параметров. Полученные данные будут оптимизированы для получения заданной степени очистки сырья. Основные контролируемые показатели представлены в таблице 1.

С целью проведения исследований использовали современные измерительные приборы, основные параметры которых представлены в таблице 2, а общий вид – на рисунке 3.

Показатель производительности машины, время нахождения сырья в ван-

Таблица 1 – Контролируемые показатели

№ п/п	Показатели	Обозначение	Ед. изм.	Метод контроля
1	Производительность	Q	кг/ч	Весы, секундомер
2	Частота вала барабана	n	мин ⁻¹	Тахометр, векторный преобразователь частоты
3	Затраты мощности	N	Вт	Ваттметр
4	Угол наклона машины	α	градус	Угломер

Таблица 2– Параметры приборов

Тип прибора	Марка	Предел измерения		Цена наименьшего деления
		нижний	верхний	
Весы	CAS BW-60RB	0	60 кг	1 г
Секундомер	Интеграл С-01	0	60 с	1 с
Тахометр	ДО-01Р	0	30 000 мин ⁻¹	10 мин ⁻¹
Векторный преобразователь частоты	E2-8300	0	15 кГц	0,1 кГц
Угломер	Е-1	0	360°	1°
Линейка	V-07 Можга	0	40 см	0,1 см
Ваттметр	PCE-350	0	3,5 кВт	1 Вт



Рисунок 3 – Перечень приборов для проведения исследований:
 1 – векторный преобразователь частоты E2-8300; 2 – весы CAS BW-60RB;
 3 – линейка V-07 Можга; 4 – секундомер Интеграл С-01; 5 – угломер Е-1;
 6 – тахометр ДО-01Р; 7 – ваттметр

не и его скорость определяли серией контрольных опытов на машине путем определения времени прохождения единичного клубня от момента его попадания в загрузочный лоток до выхода из выгрузного. Опыты проводились при варьировании частоты тока, подаваемого на электродвигатель привода барабана, в пределах 30...55 Гц (при частоте вращения вала $n = 10,2 \text{ мин}^{-1}$; $n = 11,8 \text{ мин}^{-1}$; $n = 13,6 \text{ мин}^{-1}$; $n = 15,4 \text{ мин}^{-1}$; $n = 18 \text{ мин}^{-1}$; $n = 19,8 \text{ мин}^{-1}$) с интервалом 5 Гц с изменением угла наклона машины ($\alpha = 0^\circ$, $\alpha = 2^\circ$, $\alpha = 4^\circ$). При проведении эксперимента производительность определялась на различных режимах работы машины.

Затраты мощности на валу барабана (N) в зависимости от частоты вра-

щения самого барабана (n), угла наклона машины (a) и уровня заполнения моечной ванны сырьем (e) определили с помощью ваттметра на различных режимах. Опыты проводились при варьировании частоты тока, подаваемого на электродвигатель привода барабана, в пределах 30...55 Гц (при частоте вращения вала $n = 10,2 \text{ мин}^{-1}$; $n = 11,8 \text{ мин}^{-1}$; $n = 13,6 \text{ мин}^{-1}$; $n = 15,4 \text{ мин}^{-1}$; $n = 18 \text{ мин}^{-1}$; $n = 19,8 \text{ мин}^{-1}$) с интервалом 5 Гц с изменением угла наклона машины ($a = 0^\circ$, $a = 2^\circ$, $a = 4^\circ$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам экспериментов построены зависимости (рис. 4, 5).

Как видно из графика, изображенного на рисунке 4, наибольшая производительность машины моечной барабанной Ш12-ММТ наблюдается при следующем режиме работы: частота вращения барабана $n = 19,8 \text{ мин}^{-1}$, угол наклона моечной машины $a = 4^\circ$.

Наибольшие затраты мощности машины моечной барабанной Ш12-ММТ наблюдаются при следующем режиме работы: частота вращения барабана $n = 19,8 \text{ мин}^{-1}$; угол наклона моечной машины $a = -5^\circ$ (см. рис. 5).

В результате проведенных исследований установлен режим максимальной производительности машины моечной барабанной Ш12-ММТ, выбран оптимальный режим работы по картофелю и топинамбуру, учитывающий

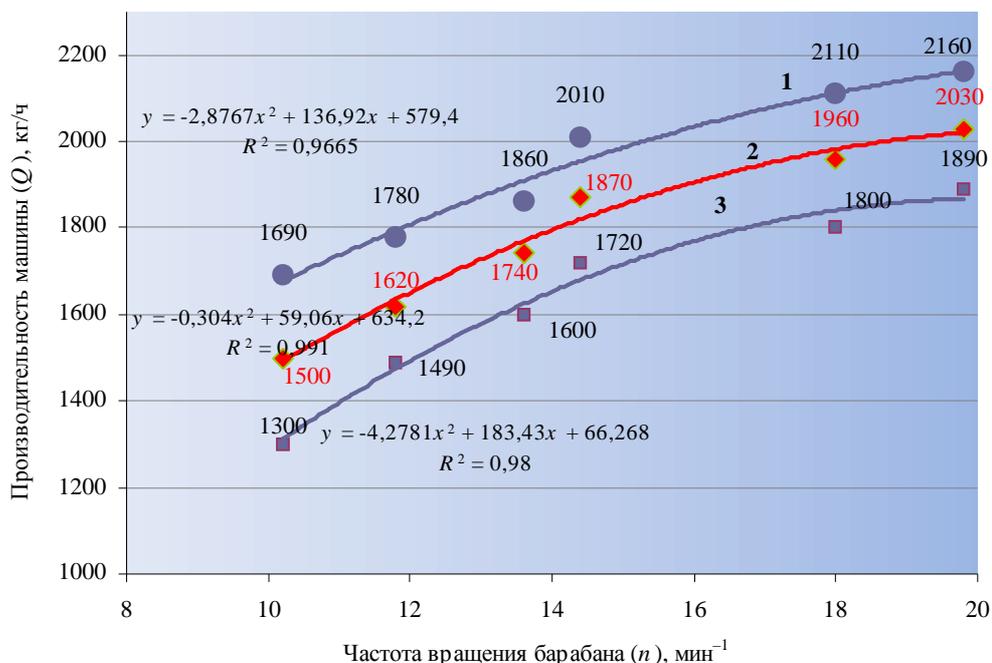


Рисунок 4 – Экспериментальная характеристика моечной машины Ш12-ММТ по производительности:

- 1 – угол наклона машины $a = 4^\circ$; 2 – угол наклона машины $a = 2^\circ$;
3 – угол наклона машины $a = 0^\circ$

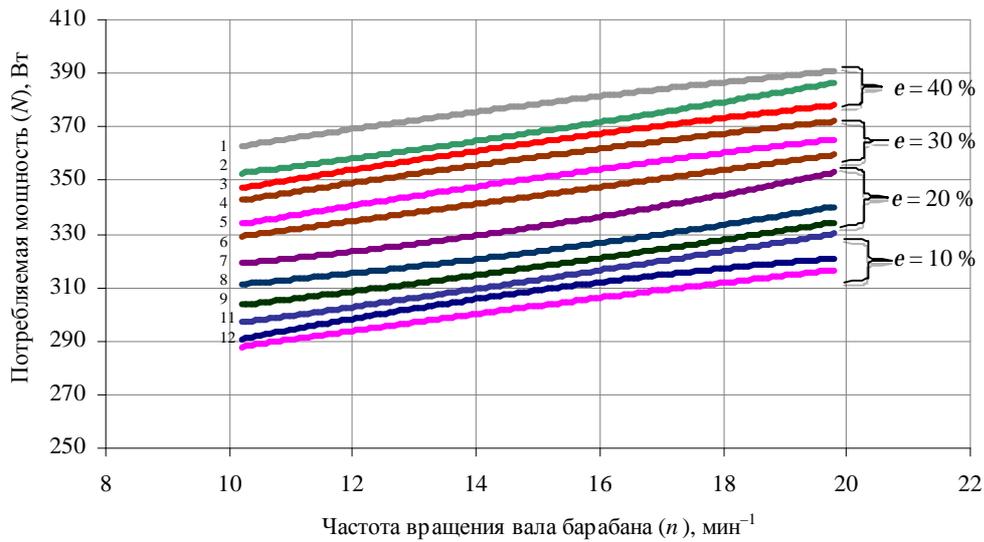


Рисунок 5 – Зависимость потребляемой мощности машины от степени заполнения клубнями:

1, 4, 7, 10 – угол наклона машины $a = 0^\circ$; 2, 5, 8, 11 – угол наклона машины $a = 2^\circ$;
3, 6, 9, 12 – угол наклона машины $a = 4^\circ$

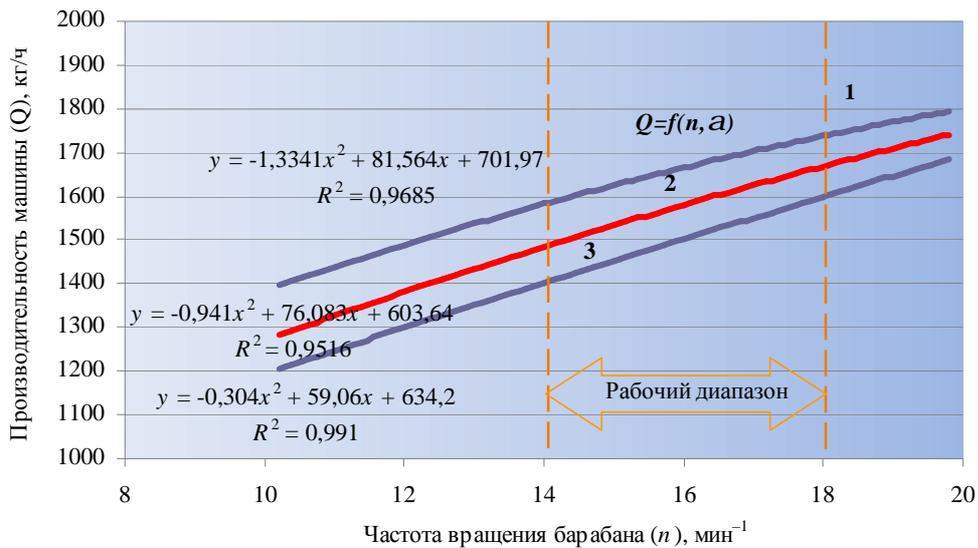


Рисунок 6 – Оптимальный режим работы барабанной моечной машины Ш12-ММТ:

1 – угол наклона машины $a = 4^\circ$; 2 – угол наклона машины $a = 2^\circ$;
3 – угол наклона машины $a = 0^\circ$

минимальную повреждаемость и высокое качество мойки (рис. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных исследований получен режим максимальной производительности барабанной моечной машины Ш12-ММТ, выбран оптимальный режим работы по картофелю, учитывающий минимальную повреждаемость и высокую степень очистки.

Установлено, что определяющими параметрами, влияющими на производительность машины по клубням картофеля, являются угол наклона машины и частота вращения барабана.

Полученные результаты будут использованы в дальнейшей работе по изучению теории мойки клубней картофеля в потоке барабанными моечными машинами, а также в совершенствовании конструкции моечных машин для корнеклубнеплодов.

Список литературы

1. Волкинд, И.Л. Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов / И.Л. Волкинд. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
2. Володарский, Е.Т. Планирование и организация измерительного эксперимента / Е.Т. Володарский, Б.Н. Малиновский, Ю.М. Туз. – Киев: Вища школа, 1987. – 280 с.
3. Картофель. Возделывание, уборка, хранение / Д. Шпаар [и др.]. – Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
4. Шенк, Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк. – М.: Мир, 1972. – 151 с.
5. Шаршунов, В.А. Технологическое оборудование плодоовощеперерабатывающих предприятий: учеб. пособие: в 2 ч. / В.А. Шаршунов. – Минск: Мисанта, 2013. – Ч. 1. – 951с.

Поступила в редакцию 22.11.2016 г.

Z.V. LOVKIS, A.A. SHEPSHELEV, D.A. ZAYCHENKO,
S.A. ARNAUT, A.S. DANILYUK

RESEARCH AND CONSTRUCTION OF PERFORMANCE WASHING DRUM MACHINE

SUMMARY

The article presents the research results of testing and construction of washing drum machine performance. The studies were conducted in RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus».

Key words: potatoes, topinambour, wash, washing drum machine, performance, power consumption.

УДК 631.317 + 631.316.44 + 633.491

А.И. Панов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

E-mail: cxm.msau@yandex.ru

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФРЕЗЕРНОГО КУЛЬТИВАТОРА-ГРЕБНЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**РЕЗЮМЕ**

На основе анализа применяемых и перспективных технологий подготовки почвы под посадку картофеля выполнено обоснование конструкции и параметров фрезерного культиватора-гребнеобразователя. Машина предназначена для нарезки гребней под посадку картофеля, а также для довсходового окучивания посадок.

Ключевые слова: роторный окучник, культиватор, подготовка почвы, выращивание картофеля.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в картофелеводстве России и Беларуси используются технологии, которые отличаются шириной междурядий. Картофель сажают гребневым способом с междурядьями 70, 75 и 90 см и на грядах (в две строчки по схеме 110 + 30 см и в одну строчку с междурядьями 140 см) [1].

Распространенные в нашей стране технологии возделывания картофеля приведены в таблице 1 для почв разных типов по механическому составу: легких, тяжелых, переувлажненных и засушливых.

Основные технологические операции, производимые фрезерными машинами в зависимости от технологии возделывания и типа почвы, приведены в таблице 2 [2].

На суглинистых почвах хорошие результаты по продуктивности картофеля при комбайновой уборке получены при использовании западноевропейской (голландской) технологии (с междурядьями 75 см) [3]. По сравнению с традиционными технологиями она обеспечивает существенное повышение продуктивности, а также уменьшение в 1,5–2,0 раза засоренности вороха и повреждения клубней.

Таблица 1 – Технологии возделывания картофеля

Тип почв	Традиционные технологии	Перспективные технологии
Легкие	Интенсивная (70 см)	Широкорядная (90 см)
Тяжелые	Аналог голландской (70 см)	Голландская (75 см)
Переувлажненные или засушливые	Грядовая или грядоленточная (110 + 30 см)	Грядовая, грядоленточная (140–150 см)

Таблица 2 – Основные технологические операции, выполняемые фрезерными машинами при возделывании картофеля

Операция	Технология возделывания						
	Интенсивная (70 см)		Голландская (междурядья 75 см)	Широкорядная (90 см)		Грядовая (90 см)	
	Типы почв			Типы почв		Типы почв	
	легкие	тяжелые	легкие	тяжелые	легкие	тяжелые	
Фрезерование	–	+	+	–	+	–	+
Нарезка гребней	+	+	–	+	–	+	+
Довсходовые обработки	+	+	–	+	–	+	–
Фрезерное окучивание	–	–	+	–	+	–	+
Междурядная обработка	+	+	–	+	–	+	–

Для супесчаных и легкосуглинистых почв эффективна интенсивная технология с использованием пассивных рабочих органов при традиционной ширине междурядий 70 см. Основные ее достоинства – невысокая себестоимость производства, низкая энерго- и ресурсоемкость. Данная технология полностью обеспечена (за исключением комбайна) недорогими техническими средствами отечественного производства.

Широкорядные технологии возделывания картофеля (с шириной междурядий 90 см) являются перспективными на высокоплодородных почвах для урожайности более 250 ц/га. Согласно многолетним опытным данным, увеличение ширины междурядий с 70 до 90 см дает прирост урожайности картофеля на 10–15 %. На супесчаных почвах для обработки почвы и ухода за посадками эта технология предполагает использовать машины с пассивными рабочими органами, а на суглинистых почвах – с активными (фрезерными) рабочими органами. При этом расход топлива на единицу продукции сокращается на 25 %, более эффективно используются энергонасыщенные тракторы.

Широкорядная технология в настоящее время используется в ОПХ «Минское» (Костромская область), ОПХ «Каменка» и ОПХ «Ильинское» (Московская область).

В хозяйствах Тверской, Московской и ряде других областей имеется опыт выращивания товарного картофеля по грядово-ленточной технологии со схемой посадки 110 + 30 см. Урожайность картофеля при данной технологии возделывания возрастает на 10–25 % по сравнению с гребневой посадкой [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Для возделывания картофеля на грядах применяются переоборудованные машины для технологий с шириной междурядий 70 см. Производственные испытания грядовой и грядово-ленточной технологий показали их эффективность на

почвах разных типов: суглинистых, легкосуглинистых и супесчаных. Грядовая и грядово-ленточная технологии устойчивы к неблагоприятным воздействиям окружающей среды. В условиях избыточного увлажнения почвы на грядах снижается опасность повреждения клубней в результате удушья и замокания, поскольку гнездо находится выше дна борозды, к тому же гряды меньше размываются ливневыми осадками. В условиях засухи или в периоды высоких температур воздуха массивная гряда меньше перегревается и пересыхает, чем гребни при традиционных технологиях возделывания. Особенно благоприятно обеспечивает продуктивность картофеля применение таких технологий с нарезанием дренажных щелей и локальным внесением минеральных и сыпучих высококачественных органических удобрений [5].

Высокоэффективна грядовая технология при специальном выращивании крупных клубней (например, для производства картофеля фри [6]). Существенно сокращаются затраты посадочного материала и труда на единицу продукции, на 20–25 % – себестоимость продукции. Кроме того, грядовая технология позволяет в 1,2–2,0 раза повысить коэффициент размножения семенного материала картофеля.

В условиях повышенного и недостаточного увлажнения грядово-ленточная технология дает возможность повысить урожайность товарного картофеля на 10–30 % по сравнению с технологией, предусматривающей междурядья 70 или 75 см. При уборке комбайнами на сепаратор поступает почвы на 30–40 % меньше, чем при гребневой посадке. Преимущества грядовой технологии выявлены при использовании комплекса машин с шириной захвата 4,2 м в сочетании с наиболее распространенными тракторами тягового класса 1,4.

Грядовая технология позволяет уменьшить количество вносимых пестицидов. Это дает возможности создания экологически безопасных и альтернативных технологий с получением экологически чистой продукции.

Для более эффективного размещения растений на поверхности поля разработана и успешно апробирована новая схема посадки на грядах в три строки. Такие посадки позволяют более равномерно, чем в гребне, расположить на поверхности поля клубневые гнезда по схеме ромба со стороной 45 см, что особенно благоприятно сказывается на выходе семенной фракции. Однако эта технология требует доработки технических средств, включая создание активных рабочих органов по уходу за посадками и усовершенствованного картофелеуборочного комбайна.

Важными достоинствами грядовой технологии являются ее приспособленность к существующим в хозяйствах машинам и высокий коэффициент размножения клубней.

Выбор технологии зависит от экономического потенциала хозяйства. Наиболее распространенной в настоящее время является технология, предусматривающая посадки с междурядьями 70 см. Комплекс машин для такой технологии значительно дешевле, так как состоит из машин отечественной

разработки. Для таких посадок применяют сажалки КСМ-4, КСМГ-4, СН-4Б, Л-201 и Л-202.

Для посадок с междурядьями 75 см ЗАО «Евротехника» (г. Самара) и ЗАО «Колнаг» (г. Коломна) выпускают полный комплект машин для возделывания и уборки картофеля. Однако комплект имеет довольно высокую стоимость. ЗАО «Колнаг» выпускает полный комплект машин для возделывания и уборки картофеля с междурядьем 90 см. Тем не менее расчеты показывают, что экономически целесообразно использовать и приобретать эту технику для планируемого урожая более 20 т/га [7].

Исследования подтверждают, что технология возделывания картофеля должна быть гибкой. В зависимости от почвенно-климатических условий, исходного состояния хозяйства, ресурсных возможностей, целей и задач следует выбирать комплект машин и проводить конкретные технологические операции.

В настоящее время рекомендуются следующие технологии возделывания картофеля:

- для суглинистых почв по уровню урожая и параметрам комбайновой уборки – технология с использованием основных элементов западноевропейской технологии, при которой в 1,5–2,0 раза снижаются засоренность вороха и повреждения клубней при уборке;

- для легкосуглинистых и супесчаных почв – интенсивная технология;

- для высокоплодородных почв с урожайностью более 250 ц/га – широкорядная технология возделывания картофеля, на супесчаных почвах она предусматривает использование при обработке почвы машин с пассивными рабочими органами, а на суглинистых – с активными (фрезерными) рабочими органами.

Для реализации перспективных технологий возделывания картофеля необходим универсальный культиватор-гребнеобразователь для предпосадочной обработки почвы как при гребневой, так и грядовой технологиях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенный анализ подобных машин ведущих фирм-производителей сельскохозяйственной техники [7, 8] позволил сформулировать основные требования к конструкции (рис. 1–3).

Культиватор-гребнеобразователь осуществляет предпосадочную обработку тяжелых и средних почв со сплошным фрезерованием верхнего слоя, рыхлением или щелеванием нижележащих слоев почвы и выравниванием микро-рельефа при гребневой технологии возделывания картофеля. Предпосадочная обработка почвы должна обеспечивать ее качественную подготовку для работы гребнеобразователя и развития всходов. Дополнительное назначение культиватора при использовании адаптеров – предварительное формирование гребней для возделывания семенного картофеля.

Предпосадочную обработку почвы под картофель при гребневой технологии возделывания выполняют на отвальной и безотвально разрыхленной зяби

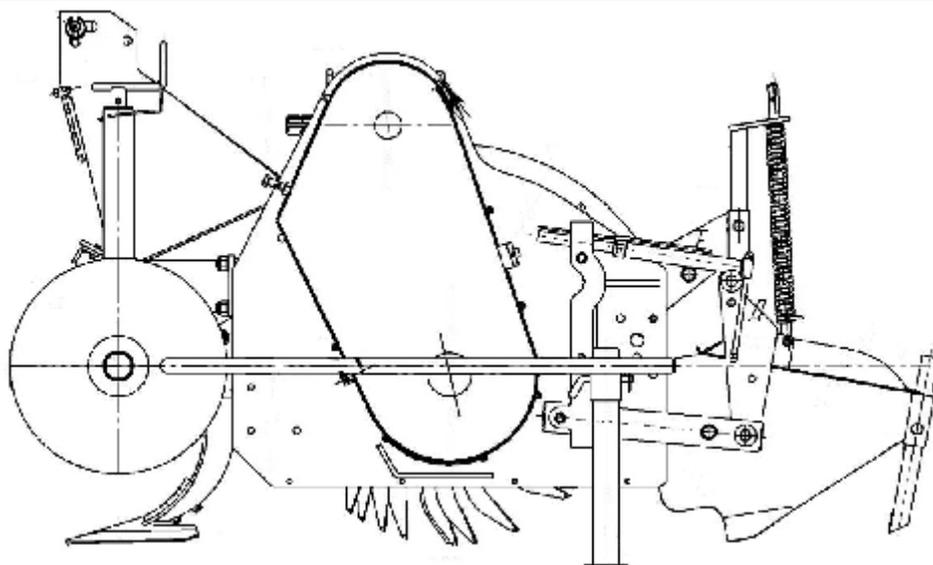


Рисунок 1 – Культиватор-гребнеобразователь (вид сбоку)

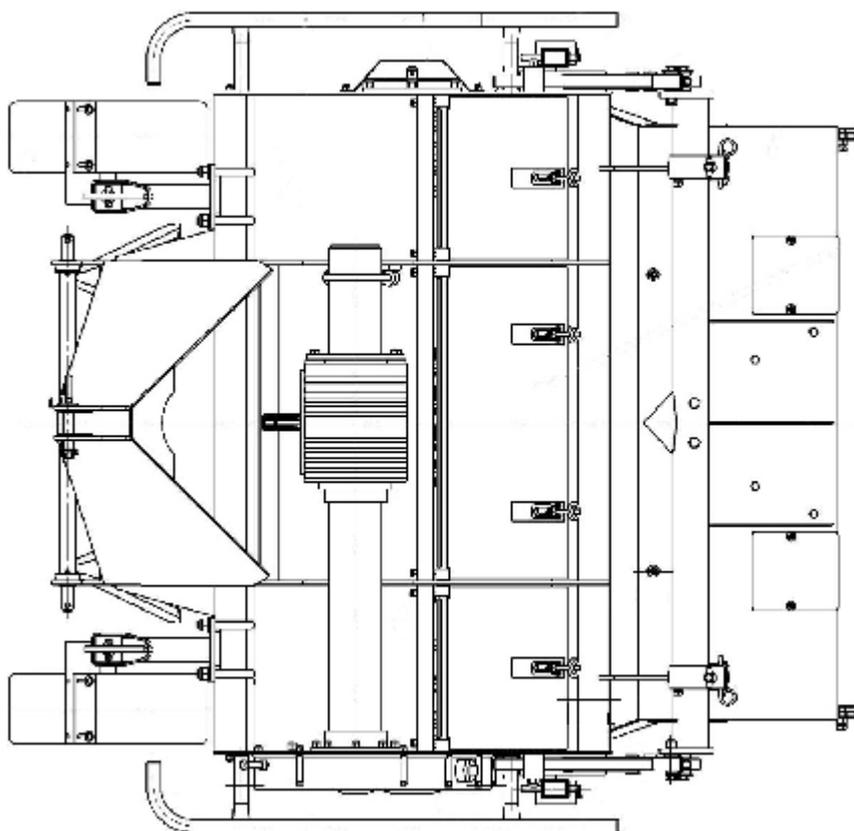


Рисунок 2 – Культиватор-гребнеобразователь (вид сверху)

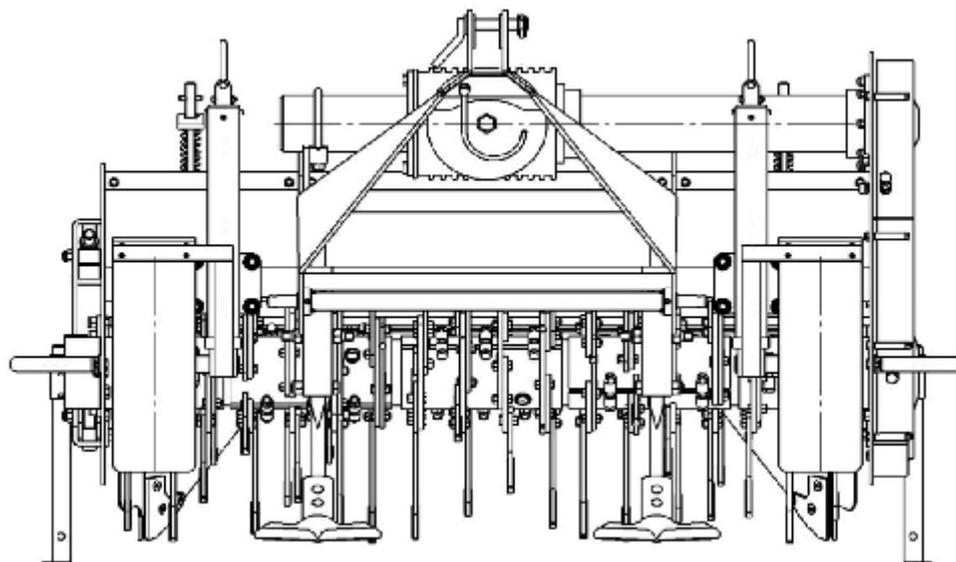


Рисунок 3 – Культиватор-гребнеобразователь (вид спереди)

с минеральными и торфяными почвами различного механического состава, свободными от камней, а также на тяжелых, в том числе орошаемых, почвах.

Предпосадочную обработку в условиях недостаточного увлажнения и при невысокой влажности почвы необходимо проводить в сочетании с ее прикатыванием.

Предпосадочная фрезерная обработка культиватором должна проводиться на угодьях различных конфигураций с уклонами до 3° , при твердости почвы до 3,0 МПа и влажности до 25 %.

Техническая характеристика фрезерного культиватора для предпосадочной обработки почвы под картофель приведена в таблице 3.

Сплошная обработка почвы фрезерным барабаном осуществляется на глубину до 12 см. На средних и тяжелых почвах по оси рядов посадки необходимо полосное рыхление лапами на глубину до 20–25 см или на тяжелых – щелевание на глубину до 35 см. Отклонение от заданной глубины фрезерования $\pm 1,5$ см, рыхления лапами и щелевания ± 2 см.

В слое, обработанном фрезой, содержание фракций размерами не более 2,5 см должно составлять не менее 90 %, глыбы размером более 5 см не допускаются.

Поверхность поля после обработки почвы с прикатыванием подготавливается под посадку картофеля по следующим технологическим вариантам:

- на ровной поверхности (вне агротехнологических неровностей), высота гребней и глубина борозд не более 2 см;
- при использовании адаптеров и соответствующей настройке сформированы четыре гребня с междурядьями 75, или 70, или 90 см, или две гряды по схемам 110 + 30 см, 110 + 40 см для двух строчек посадки на каждой.

Таблица 3 – Основные технические данные фрезерного культиватора-гребнеобразователя

Показатели	Значение
Производительность за час чистой работы, га/ч	0,7–1,2
Рабочая скорость, км/ч	4–7
Ширина захвата, м	1,7
Размер междурядий, см	75
Глубина обработки, см: – фрезерным барабаном – рыхлящими лапами	6–12 12–22
Диаметр фрезбарабана с Г-образными зубьями, мм	780
Частота вращения фрезбарабана, мин ⁻¹	320
Количество рыхлящих лап, шт.	2–4
Ширина захвата лапы, мм	80; 270
Масса с полным комплектом рабочих органов, кг	1040
Агрегатирование с тракторами класса	1,4–2,0
Габаритные размеры в рабочем положении, мм: – ширина – длина – высота	2075 2140 1335
Транспортная скорость, км/ч	15

По оси размещения будущих рядов посадки клубней может производиться полосное рыхление почвы на глубину до 20–25 см от поверхности гребня или гряды.

Сформированные гребни имеют высоту 12–14 см с ровным или V-образным углублением верхней поверхности гребня. Нарезаемые гряды имеют высоту 18–22 см.

Плотность верхнего слоя почвы после сплошной обработки с прикатыванием составляет 0,85–1,0 г/см³, без прикатывания – 0,8–0,9, плотность тяжелой по механическому составу почвы в гребнях или грядах – не более 1,1 г/см³.

В результате предпосадочной обработки почвы фрезерным культиватором содержание эрозионноопасных частиц (размерами менее 1 мм) в верхнем слое (0–5 см) не должно увеличиваться.

Как показывают расчеты, предпосадочная обработка почвы с предварительным формированием гребней или гряд при возделывании клубнеплодов обеспечивает сокращение проходов машинно-тракторных агрегатов по полю.

Разрабатываемый культиватор является навесным орудием и агрегируется на заднее навесное устройство трактора мощностью 90–110 кВт, имеющего вал отбора мощности (ВОМ) с частотой вращения 1000 мин⁻¹.

Культиватор может комплектоваться дополнительными рабочими органами – щелерезами, катками, бороздорезами для нарезки борозд, сменными фартуками для формирования гребней и гряд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фрезерный культиватор для предпосадочной обработки почвы под картофель на тяжелых почвах может заменить производственный комплекс из чизельного культиватора и 2–4-рядной дисковой бороны, агрегируемых тракторами класса 3. Расчеты показывают, что при этом за счет совмещения операций рыхления и фрезерования обеспечивается повышение производительности в 1,3 раза.

Список литературы

1. Волков, Д.С. Современные технологии производства картофеля в условиях Нечерноземной зоны / Д.С. Волков, А.Н. Воронин, Г.С. Гусев. – Ярославль: Ярославская ГСХА, 2013. – 180 с.
2. Старовойтов, В.И. Грядовая технология возделывания картофеля / В.И. Старовойтов, О.А. Павлова // Материалы XI междунар. науч.-практ. конф. ВИМ. – М.: ГНУ ВИМ, 2002. – Т. 141, ч. 1. – С. 175–180.
3. Русский, В.Г. Методические рекомендации по возделыванию картофеля на инновационной основе / В.Г. Русский. – М.: УМЦ АПК, 2013. – 104 с.
4. Старовойтов, В.И. Перспективы механизации и технологии производства / В.И. Старовойтов // Картофель и овощи. – 2001. – № 3. – С. 13–14.
5. Калинин, А. Современные технологии возделывания картофеля / А. Калинин // Аграрный эксперт. – 2004. – № 3. – С. 15–18.
6. Павлова, О.А. Технология выращивания крупных клубней для переработки на «крошку-картошку» и картофель «фри» / О.А. Павлова // Картофель и овощи. – 2008. – № 7. – С. 4–5.
7. ЗАО «Колнаг». Каталог продукции для возделывания картофеля [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://kolnag.ru/catalog/rochvoobrabotka>. – Дата доступа: 14.06.2016.
8. Grimme. Каталог продукции для обработки почвы под картофель. – [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.grimme.com/de/products/bodenbearbeitung>. – Дата доступа: 10.06.2016.

Поступила в редакцию 25.11.2016 г.

A.I. PANOV

**CONSTRUCTION RATIONALE OF ROTARY
CULTIVATOR-RINGER**

SUMMARY

The construction rationale of design and parameters of rotary cultivator-ringer is executed on the basis of the analysis of the applied and perspective technologies of soil preparation for potatoes planting. The car is intended for ridge-forming tillage for potatoes planting and also for preemergent planting hilling.

Key words: banking hoe, cultivator, soil preparation, potatoes growing.

УДК 635.21:631.526.32

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

**ЗАВИСИМОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ
ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ****РЕЗЮМЕ**

В статье приведены результаты исследований по динамике накопления урожая клубней картофеля и выходу товарной продукции на дерново-подзолистой супесчаной почве Гомельской области.

Ключевые слова: картофель, сорт, гибрид, урожайность, структура, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Сорт играет важную роль в технологическом процессе производства картофеля. Одновременно с этим большое влияние на урожай оказывает природно-климатический фактор. При сравнительном испытании одного сорта, выращенного в разных зонах при одинаковых условиях агротехники, урожай может значительно отличаться [1, 2]. Кроме того, существенные различия можно получить при выращивании одного сорта на разных по плодородию и механическому составу почвах. Для сельскохозяйственного производства требуются такие сорта, которые бы сочетали в себе высокую продуктивность, устойчивость к различным заболеваниям и были приспособлены к местным условиям произрастания. Биологические особенности изучены многими авторами, но поскольку основные хозяйственные признаки в сильной степени варьируют в зависимости от условий выращивания, важно иметь данные по сортам в каждой экологической точке, а также осуществлять прогнозирование величины урожая и определять сроки уборки. Поэтому необходимо постоянное изучение экологической пластичности различных по скороспелости сортов и гибридов картофеля [3].

Целью исследований являлось изучение динамики накопления урожая клубней различных по скороспелости сортов картофеля в условиях северо-востока Гомельской области.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ

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 характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН (KCl) – 6,25; подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 346 и 144; Ca – 999; Mg – 223; B – 0,45; Cu – 1,42; Zn – 2,26 мг на 1 кг почвы;

Cs¹³⁷ (цезий 137) – 6,6; Sr⁹⁰ (стронций 90) – 0,06 Ки/км²; гумус – 2,35 %. Предшественник – озимые зерновые.

Вносились минеральные удобрения в дозе по д. в. N₁₁₀P₉₀K₁₅₀, органические удобрения – 40,0 т/га. Основная обработка почвы состояла из внесения гербицида сплошного действия «Торнадо» (4,0 л/га), органических удобрений, хлористого калия и вспашки, весной – суперфосфата аммонизированного и карбамида. Осуществляли чизелевание в два следа по диагонали поля и нарезку гребней. Посадка проводилась в третьей декаде апреля сажалкой СН-4БК на двухрядковых делянках по 80 клубней в трехкратной повторности. Площадь питания 70 × 30 см.

Уход в течение вегетации был следующий: до появления всходов – одна междурядная обработка КОН-2,8 с трехъярусными стрелчатými лапами, ротационными рыхлителями и подпружиненными боронками, внесение почвенного гербицида «Зенкор Ультра» (1,2 л/га), при высоте растений картофеля 10–15 см против злаковых сорняков и подмаренника цепкого применяли Титус (50 г/га). В первую обработку против колорадского жука и фитофтороза применяли Метомил МЦ (2,5 кг/га) + Альверде (0,25 л/га), во вторую – Консенто (2,0 л/га) + Альверде (0,25 л/га), в третью – Метомил МЦ (2,5 кг/га), в четвертую – Дитан Нео Тек (1,6 кг/га), в пятую – Зумер (0,4 л/га). Учет урожая проводился согласно схеме опыта.

Погодные условия в годы проведения исследований различались, вегетационные периоды характеризовались нестабильностью как в температурном режиме, так и в количестве выпадения осадков. В 2013 и 2014 гг. теплая и без осадков погода сменялась прохладными и дождливыми периодами. Температура воздуха при норме 14,2 °С была 15,9 и 15,2 °С (отклонение от нормы +1,7 и +1,0 °С). Уровень выпавших осадков составил 477,1 и 420,4 мм, что на 89,1 и 32,4 мм выше среднеголетних данных соответственно. Вегетационный период 2015 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 16,3 °С, отклонение от нормы +2,1 °С. Уровень выпавших осадков находился в пределах 173,7 мм, что на 214,3 мм ниже среднеголетних данных (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учет урожая в динамике показал, что накопление массы клубней зависит от метеорологических условий, в первую очередь от осадков в определенный для каждого сорта период и биологических особенностей сорта. Общей закономерностью было постепенное накопление урожая клубней от первой копки к последующим по всем группам спелости. Максимальная биологическая урожайность по изучаемым сортам и гибридам получена на 20 августа. В 2013 г. по ранней и среднеранней группам спелости урожайность составила

Таблица 1 – Метеорологические условия за годы проведения исследований по данным метеопоста РУП «Гомельская ОСХОС» НАН Беларуси, 2013–2015 гг.

Год	Осадки, мм						
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Всего
2013	24,1	108,3	76,0	152,3	33,3	83,1	477,1
2014	16,5	113,5	68,9	134,7	49,0	37,8	420,4
2015	15,3	42,7	8,0	61,0	9,3	37,4	173,8
Средненоголетнее	45,0	55,0	79,0	87,0	67,0	55,0	388,0
Температура, °С							
2013	7,0	17,3	19,9	21,2	18,5	11,3	15,9
2014	8,7	15,5	16,0	20,6	18,6	11,6	15,2
2015	7,9	14,1	19,0	19,9	20,9	15,8	14,2
Средненоголетнее	6,4	13,9	16,9	18,3	17,1	12,3	16,3

27,6–43,4 т/га, среднеспелой – 38,0–51,7, среднепоздней и поздней – 41,3–54,5 т/га. Наиболее урожайными в этом году оказались сорта Рагнеда (54,5 т/га), Скарб (51,7), Лилея (44,6), Явар (43,4 т/га).

В 2014 г. по ранней и среднеранней группам спелости урожайность составила 38,2–59,2 т/га, среднеспелой – 45,7–53,0, среднепоздней и поздней – 41,0–52,5 т/га. Наиболее урожайными в исследуемом году оказались сорта Явар, Журавинка и Криница (по 53,0 т/га), Атлант (51,7), Скарб (49,7), а также гибрид 052672-31 (59,2) т/га.

Вегетационный период 2015 г. характеризовался повышенными температурами и дефицитом влаги на протяжении всего периода. Поэтому отмечено очень слабое накопление урожая клубней от первой копки к последующим по всем группам спелости. Максимальная биологическая урожайность по изучаемым сортам и гибридам получена на 10 августа. По ранней и среднеранней группам спелости урожайность составила 15,6–22,6 т/га, среднеспелой – 20,7–25,5, среднепоздней и поздней – 19,7–29,8 т/га. Наиболее урожайными в 2015 г. оказались сорта Рагнеда (29,8 т/га), Скарб (25,5), Атлант (23,0), а также гибрид 052672-31 (20,7 т/га).

Сравнивая результаты исследований за три исследуемых года, можно отметить 2014 г. как самый благоприятный по накоплению урожайности по всем сортам разных групп спелости. На 40–45 день после полных всходов (10.07) исследуемые сорта накопили урожайность по ранней и среднеранней группам спелости 23,3–29,9 т/га, среднеспелой – 28,2–29,1, среднепоздней и поздней – 19,0–37,6, а у гибрида 052672-31 урожайность составила 42,0 т/га. Дальше урожайность по декадам увеличивалась, на 20 августа в среднем по исследуемым сортам она составила 50,0 т/га. Прирост к 2013 г. составил 7,3–15,0 т/га. Наиболее неблагоприятным годом для картофеля был засушливый 2015 г., накопление урожая по декадам было слабое, на 20 августа по сорту Рагнеда отмечено небольшое снижение урожайности по отношению к 10 августа на 2,8 т/га. Прирост к 2014 г. составил от 21,6 до 30,3 т/га. Все исследуемые сорта отрицательно отреагировали на засушливые условия.

Таблица 2 – Динамика накопления урожая клубней картофеля по декадам, 2013–2015 гг.

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га														
	10.07			20.07			30.07			10.08			20.08		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Дельфин	14,4	23,3	9,4	25,2	26,0	11,0	28,9	34,5	11,7	30,9	38,1	15,6	27,6	38,2	15,3
Лилея	25,2	24,1	15,6	37,2	36,8	15,9	38,1	42,3	16,6	45,1	43,9	16,9	44,6	44,5	16,5
Явар	12,9	29,9	12,2	24,7	35,3	12,7	24,9	48,4	14,6	30,3	49,2	22,6	43,4	53,0	22,7
Скарб	17,3	29,1	6,9	27,4	41,0	9,4	38,9	48,1	12,1	39,2	49,4	25,4	51,7	49,7	25,5
Кринипа	21,3	28,2	9,7	28,2	40,0	11,0	32,2	40,4	15,5	34,8	50,8	20,4	38,0	53,0	20,7
Рагнеда	14,8	19,0	7,5	34,4	32,6	9,1	38,3	39,2	10,2	48,2	40,4	19,7	54,5	41,1	19,5
Журавинка	14,5	37,6	7,8	24,9	46,7	9,7	37,8	47,6	11,4	41,0	49,5	29,8	41,8	53,0	27,0
Атлант	17,0	28,0	6,6	24,2	34,5	9,1	33,1	48,9	13,3	40,7	50,4	22,9	41,3	51,7	23,0
052672-31	—	42,0	10,0	—	42,6	10,7	—	56,1	13,2	—	58,3	20,7	—	59,2	20,1

Таблица 3 – Результаты динамической колки картофеля на 20 августа 2013–2015 гг.

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га																
	2013 г.			2014 г.			2015 г.			2014 г. к 2013 г. (±), т/га			2015 г. к 2014 г. (±), т/га				
	Количество клубней, шт/куст	Урожайность т/га	прирост за декаду, т/га	Количество клубней, шт/куст	Урожайность т/га	прирост за декаду, т/га	Количество клубней, шт/куст	Урожайность т/га	прирост за декаду, т/га	Количество клубней, шт/куст	Урожайность т/га	прирост за декаду, т/га	Количество клубней, шт/куст	Урожайность т/га	прирост за декаду, т/га		
Дельфин N	11,0	653	30,9	+2,0	77,7	15,5	813	38,2	-0,1	73,8	+7,3	11,4	325	15,3	-0,3	43,0	-22,9
Лилея	9,6	943	45,6	+0,5	89,8	9,5	947	44,5	+0,6	88,7	-1,1	9,3	351	16,5	-0,4	66,0	-28,1
Явар	10,2	916	43,4	+13,0	82,2	13,7	1127	53,0	+3,8	83,4	+9,6	12,6	483	22,7	+0,1	60,1	-30,3
Скарб N	14,2	1093	51,7	+12,5	91,2	10,7	1057	49,7	+0,3	90,2	-2,0	9,5	534	25,5	+0,1	72,5	-24,2
Кринипа N	13,9	803	38,0	+3,2	75,7	14,8	1127	53,0	+3,8	81,7	+15,0	12,6	440	20,7	+0,3	57,0	-32,3
Журавинка N	19,7	1158	41,8	+6,3	86,1	10,2	873	41,1	+0,7	84,0	-0,7	8,1	415	19,5	+0,2	65,0	-21,6
Рагнеда	13,1	883	54,5	+0,8	87,5	17,0	1127	53,0	+3,5	78,7	-1,5	15,7	573	27,0	-2,8	65,3	-26,0
Атлант	12,2	873	41,3	+0,6	86,3	12,6	1100	51,7	+1,3	86,7	+10,4	8,6	487	23,0	+0,1	79,0	-28,7
052672-31	—	—	—	—	—	10,3	973	45,7	+1,4	88,4	—	11,0	427	20,1	-0,6	58,0	-25,6

Товарность изучаемых сортов отличалась по декадам: от первой декады июля к третьей декаде августа она увеличивалась. На 20 августа 2013 г. она составляла от 75,7 % у сорта Дельфин до 91,2 % у сорта Скарб. В 2014 г. закономерность сохранилась: самая низкая товарность была у сорта Дельфин (73,8 %), а высокая – у сорта Скарб (90,2 %), по остальным сортам – в пределах 78,7–88,7 %. Снижением товарности отмечен 2015 г. от 43 % у сорта Дельфин до 79,0 % у сорта Атлант, по остальным сортам товарность была в диапазоне 58,0–72,5 %, (табл. 2, 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованиями установлена закономерность постепенного накопления урожая клубней от первой копки к последующим по всем сортам разных групп спелости. Существенное влияние на урожайность картофеля оказывали метеорологические условия, в первую очередь количество осадков в определенный для каждого сорта период. Максимальная биологическая урожайность по изучаемым сортам и гибриду получена на 20 августа. Наиболее неблагоприятным годом для картофеля был засушливый 2015 г., накопление урожая по декадам отмечено слабое, урожайность по сортам по отношению к 2014 г. снизилась и составила от 21,6 до 30,3 т/га, а также отмечено снижение товарности урожая на 17,7–30,8 %.

Список литературы

1. Охлопкова, П.П. Особенности агротехники раннего картофеля в условиях Якутии / П.П. Охлопкова, М.П. Сидорова: материалы Междунар. юбил. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства НАН Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г.: в 2 ч. / Ин-т картофелеводства НАН Беларуси; редкол.: С.А. Банадысев [и др.]. – Минск: Мерлит, 2003. – Ч. 1. – С. 257–261.
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. Курейчик, Н.А. Влияние доз азотных удобрений, протравливания и пророщивания клубней на эффективность возделывания сортов картофеля / Н.А. Курейчик, Ф.И. Дехтеревич // Картофелеводство: сб. науч. тр. / БелНИИ картофелеводства; редкол.: С.А. Банадысев [и др.]. – Минск: Мерлит, 2002. – Вып. 11. – С. 265–270.

Поступила в редакцию 22.11.2016 г.

T.N. SIDORENKO, L.G. TИHONOVA

ACCUMULATION DEPENDENCE OF POTATOES CROPTO WEATHER CONDITIONS

SUMMARY

The research results on the dynamics of potatoes tuber yield accumulation and the commercial yield on sod-podzolic sandy loam soil of the Gomel region are presented in the article.

Key words: potatoes, variety, hybrid, yield, structure, Belarus.

УДК 635.21:631.86:579.64

Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», пос. Красково, Люберецкий район, Московская область, Россия

E-mail: ldfedotova@gmail.com

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ**РЕЗЮМЕ**

Представлены экспериментальные данные по продуктивности и качеству ранних сортов картофеля (Крепыш, Удача) в зависимости от внесения НРК-удобрений и микробиологических препаратов «Азотовит», «Фосфатовит», «Биокомполит-коррект» и «Агринос А+В» (НУТ А+В), полученные в трех краткосрочных опытах (за 2009–2011 гг. и 2015 г.) на дерново-подзолистой супесчаной и суглинистой почвах Нечерноземной зоны России.

Ключевые слова: картофель, урожайность, качество, НРК-удобрения, микробиологические удобрения «Азотовит», «Фосфатовит», «Биокомполит-коррект» и «Агринос А+В» (НУТ А+В).

ВВЕДЕНИЕ

Во многих странах мира, в том числе и в России, интерес к использованию достижений микробиологии в сельском хозяйстве неизмеримо возрос, расширены представления о роли микроорганизмов в жизни растений, сформулированы приоритетные практические задачи по дополнительному вовлечению азота и фосфора для растений [1, 2]. Технологии производства препаратов основаны на использовании отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе [3]. Применение микробиологических препаратов позволяет создать высокую концентрацию полезных форм микроорганизмов в нужном месте и в нужное время, за счет этого внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и контролировать развитие патогенов [4, 5].

При дозах минерального азота более 600 кг/га наблюдается проявление микробного токсикоза почвы. При таком уровне внесения азота доминирующее положение в сообществе занимают микроскопические грибы *Penicilliumfuniculosum*, *P. janthinellum*, *P. vermiculatum*, *P. purpurogenum*. Вышеперечисленные виды пенициллов, как было установлено ранее, известны как сильные токсинообразователи. Следовательно, чрезмерное применение

минерального азота обуславливает проявление микробного токсикоза почвы. Минеральный калий оказывает близкое к азоту действие на микробные сообщества почв [6–8].

Слабое воздействие фосфорных удобрений на активно функционирующие микроорганизмы почв по сравнению с азотом и калием, по-видимому, связано с их низкой растворимостью и способностью большинства почвенных микроорганизмов развиваться на труднорастворимых минеральных фосфатах [9].

В отличие от минеральных, органические удобрения и биопрепараты, активизируя биологическую активность почв, повышают эффективное (реальное) плодородие за счет потенциального, то есть воздействуют на почву длительно и всесторонне [10–13].

Применение микробиологических удобрений предполагает снижение доз внесения минеральных удобрений [2, 6, 7]. Так, например, источником азота для азотобактера *Azotobacter chroococcum* (сем. *Azotobacteriaceae*) могут служить соли аммония, нитриты, нитраты и аминокислоты. В отсутствие связанных форм азота азотобактер фиксирует молекулярный азот. Небольшие дозы азотсодержащих соединений не приводят к депрессии фиксации азота, а иногда даже стимулируют ее. Увеличение количества связанного азота (солей аммония, нитратов) в среде полностью подавляет усвоение молекулярного азота.

Известно, что в плодородных почвах присутствует спонтанная культура *Azotobacter*. Как же в таком случае объяснить положительный эффект дополнительного заражения? Вероятно, это связано с небольшой численностью клеток азотобактера даже в плодородной почве. При бактеризации количество бактерий сильно возрастает, особенно в ризосфере, что и создает благоприятные условия для развития корневой системы. Проявляется как стимулирующее влияние ростовых веществ, так и подавление вредной грибной микрофлоры, а также некоторое накопление в почве доступного растениям азота [6, 14, 15].

В середине 60-х годов прошлого столетия масштабы применения микробиологических препаратов в СССР достигли 35 млн га [16].

В 60–70-х годах прошлого столетия работы по широкомасштабному применению микробиологических удобрений на основе местных штаммов из родов *Pseudomonas* и *Beijerinckia* были проведены во многих странах мира [7–9, 18, 19]. Обобщение результатов многочисленных полевых экспериментов показали, что в среднем прибавка урожая зерновых культур составляла 10 %, а урожай овощных культур увеличивался на 15–50 % [13, 16, 17]. Полученные данные, в целом, подтверждали ростстимулирующий эффект микробиологических препаратов на различных сельскохозяйственных культурах. На основании этих данных целый ряд исследовательских групп начал работы по изучению эффективности перспективных микробиологических удобрений на основе штаммов *Azotobacter*, *Clostridium*, *Bacillus*.

В последнее время в практику введены многие виды ризосферной микрофлоры, на базе которых созданы десятки микробиологических препаратов,

многие из них универсального действия. Эффективность действия этих препаратов зависит от многих факторов: уровня плодородия почвы, погодных условий вегетационного периода, биологических особенностей культур, форм и марок вносимых удобрений и др. Поэтому важно в конкретных почвенно-климатических условиях определить влияние биопрепаратов на урожайность сельскохозяйственных культур [5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В опытах изучали сорта картофеля ранней группы спелости Крепыш и Удача, в качестве минерального фона применяли азофоску N : P : K = 16 : 16 : 16, а также микробиологические удобрения «Азотовит», «Фосфатовит», «Биокомпозит-коррект», «Агринос А+В».

Полевые исследования влияния изучаемых препаратов на продуктивность и качество картофеля осуществляли в полном соответствии со стандартными методами [20, 21, 22, 23].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основой микробиологического удобрения «Азотовит» является штамм азотфиксирующих бактерий *Azotobacter chroococcum*. В препарате «Азотовит» на 1 мл препарата приходится 5 млрд микроорганизмов.

В основе биохимического механизма фиксации молекулярного азота воздуха (N_2) лежит процесс его восстановления (до NH_3). Затем начинают выполнять свои функции нитрифицирующие бактерии, имеющие широкое распространение в природе, окисляющие аммиак до азотистой и азотной кислот. Эти кислоты в почвенной среде образуют соли (нитраты и нитриты), которыми питаются растения. За год бактерии-азотфиксаторы (в том числе *Azotobacter chroococcum*) могут запастись для растений от 20 до 100 кг азота на 1 га.

Микроорганизмы препарата «Фосфатовит» (культуральная жидкость на основе *Bacillus mucilaginosus*) осуществляют химические превращения, в результате которых недоступные растению формы фосфора и калия становятся доступными. Силикатные бактерии препарата (1,2 млрд микроорганизмов/мл) растворяют силикатные минералы и высвобождают фосфор и калий из сложных соединений с переводом их в доступные для растений формы. Активная мобилизация фосфора и калия из нерастворимых соединений протекает в ризосфере, где огромная масса силикатных бактерий образует в процессе дыхания CO_2 , что способствует растворению солей фосфора и калия.

Главный путь изменения подвижности фосфора связан с превращением трикальцийфосфата в ди- или монокальцийфосфат. Все эти превращения, а также освобождение калия из минералов в почвах происходит при воздействии на них только микроорганизмов.

Микроорганизмы, входящие в состав микробиологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит», заселяют прикорневое пространство растения

(ризосферу) и тем самым повышают урожай и его качество, а также усвояемость и эффективность применения минеральных удобрений, синтезируют биологически активные вещества и оздоравливают почву.

Полевой опыт с бактериальными препаратами «Азотовит» и «Фосфатовит» на дерново-подзолистой супесчаной почве, проведенный во ВНИИКХ им. А.Г. Лорха, позволил установить, что в относительно влажный 2009 г. обработка клубней картофеля перед посадкой бактериальными препаратами обеспечивала высокий уровень урожайности – примерно такой же, как на фоне полной дозы минерального удобрения (Без удобрений + Азотовит – 36,3 т/га) \approx ($N_{90}P_{90}K_{120}$) – 37,6 т/га).

Засуха 2010 г. снизила уровень урожайности картофеля сорта Крепыш в варианте без удобрений в 3,3 раза, на фоне полной дозы ($N_{90}P_{90}K_{120}$) – в 4 раза; эффективность бактериальных препаратов снизилась вдвое по сравнению с уровнем 2009 г. Существенные прибавки урожайности от обработки клубней биопрепаратами получены в варианте без удобрений 1,5–2,1 т/га, или 20–28 %, а также в варианте с обработкой клубней препаратом «Фосфатовит» на фоне половинной дозы $N_{45}P_{45}K_{90}$ – 0,6 т/га (10 %).

В условиях стабильно засушливого вегетационного периода 2011 г. тенденции, наблюдавшиеся на опыте в 2009 и 2010 гг., подтвердились: микробиологические препараты были более эффективными и давали максимальную прибавку урожайности на неудобренном фоне. Прибавки урожайности от обработки клубней бактериальными препаратами на фоне половинной дозы минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{90}$) составили 1,0–1,2 т/га, или 7–9 %, тогда как в неудобренной почве – 1,6–3,0 т/га, или 13–25 %.

В среднем за 2009–2011 гг. наибольшие прибавки урожайности от обработки клубней картофеля указанными препаратами получены на неудобренном фоне – 2,8–4,9 т/га, или 18,8–32,9 %, а на фоне удобрений ($N_{45}P_{45}K_{90}$) прибавки были меньше и составили 0,6–1,1 т/га, или 3,2–5,9 % [7]. Расход препаратов 2 л на 1 т семенного картофеля (расход рабочей жидкости 10–30 л/т).

Биокомпозит-коррект (разработчик Институт микробиологии НАН Беларуси) – жидкое микробиологическое удобрение на основе консорциума бактерий с антагонистической, целлюлолитической, фосфатмобилизирующей и азотфиксирующей активностью: *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-841Д, *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-842Д, *Pseudomonas brassicacearum* БИМ В-446 Д, *Rahnella aquatilis* БИМ В-751 Д, *Serratia plumuthica* БИМ В-706 Д. Титр – не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл.

Опыт, проведенный с препаратом «Биокомпозит-коррект» в ФГБНУ ВНИИКХ (2015 г.), показал, что максимальная урожайность (29,4 т/га) получена при внесении данного препарата в почву перед посадкой (в дозе 2,0 л/га) на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$: прибавка урожая к фону составила 4,4 т/га, или 17,6 %.

Обработка почвы клубневого ложа препаратом «Биокомпозит-коррект» способствовала увеличению выхода семенной фракции картофеля (клубни 30–60 мм в диаметре). Так, в варианте с предпосадочной обработкой почвы

вышеназванным препаратом ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + Биокомпозит-коррект 2,0 л/га) этот показатель составил 391,6 тыс. шт. семенных клубней/га, а в варианте с некорневой обработкой ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + Биокомпозит-коррект 3,0 л/га) – 387,2 тыс. шт/га, что на 25,3 и 23,9 % выше минерального фона соответственно.

Применение препарата «Биокомпозит-коррект» во всех вариантах опыта способствовало не только росту урожайности и выходу семенной фракции, но и повышению показателей качества клубней товарной фракции (свыше 60 мм). Максимальный выход питательно ценных компонентов с 1 га посадок получен в варианте с предпосадочной обработкой почвы (фон + Биокомпозит-коррект (в почву перед посадкой) 2,0 л/га).

Исследования, проведенные в полевом опыте (2015 г.) на раннем сорте картофеля Удача (элита) на территории ООО «Матвеевка» Луховицкого района Московской области, с другим микробиологическим удобрением (Агринос А+В) также подтверждают значимость биопрепаратов для картофелеводства. Препарат «Агринос», регистрант и разработчик компания «Агринос АС» (Норвегия), выпускается в двух формах, которые смешиваются непосредственно перед их применением «Агринос А» – бактериальное удобрение на основе консорциума бактерий рода *Azotobacter vinelandi*, *Clostridium pasteurianum* и др. Титр КОЕ/мл аэробных = $1,5 \times 10^7$; анаэробных = $1,5 \times 10^7$; «Агринос В» – жидкое органическое удобрение на основе аминокислот: аминокислоты – 4 %; глюкозамин – 4, хитозан – 4 %.

Площадь одной делянки 210 м², повторность 3-кратная, расположение делянок рендомизированное. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Сорт картофеля Удача (элита). Вегетационный сезон 2015 г. характеризовался как умеренно-влажный – $ГТК_{2015} = 1,67$.

Схема опыта:

1. Контроль без удобрений;
2. $N_{90}P_{90}K_{90}$ (фон);
3. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + (Агринос А 4 л/га + Агринос В 3,0 л/га) внесение в почву + 2-кратное некорневое опрыскивание Агринос В (3,0 л/га);
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + (Агринос А 4 л/га + Агринос В 3,0 л/га) внесение в почву + 2-кратное некорневое опрыскивание Агринос В (3,0 л/га).

Рабочий раствор микробиологического препарата «Агринос А+В» (НУТ А+В) вносили путем опрыскивания клубневого ложа во время посадки. Расход препарата: «Агринос А» 4 л/га + «Агринос В» 3 л/га, расход рабочей жидкости – 250 л/га. В период образования клубней (1,0–1,5 см в диаметре) – некорневое опрыскивание препаратом «Агринос В» 3 л/га, далее через 14 дней повторное некорневое опрыскивание данным препаратом 3 л/га, расход рабочей жидкости – 250 л/га.

При измерении биометрических показателей (14.07.2015 г.) наблюдалось положительное влияние предпосадочной обработки препаратом «Агринос А+В» на рост и развитие растений картофеля по сравнению с аналогичными показателями на минеральном фоне и контроле без удобрений (табл. 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели развития растений картофеля сорта Удача в зависимости от применения препарата «Агринос» (14.07.2015 г.)

№ п/п	Варианты опыта	Количество стеблей, шт/куст	Количество клубней, шт/куст	Высота растений, см	Фаза развития	Масса ботвы, г/куст
1	Контроль без удобрений	2,5	7,5	58	Начало отмирания ботвы	724
2	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (фон)	3,0	8,0	63	Конец цветения	946
3	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + + Агринос А+В	3,5	8,2	63,5	Конец цветения	1016
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + + Агринос А+В	3,5	8,0	61	Начало отмирания ботвы	853

Так, в средней пробе растений (20 растений) по вариантам количество стеблей изменялось от 2,5 до 3,5 шт/растение; количество клубней – с 7,5 до 8,2 шт/растение; высота стеблей – от 58 до 63,5 см; масса ботвы – от 724 до 1016 г/куст, при этом минимальные значения интервалов были характерны для растений с неудобренного варианта, а максимальные – для варианта N₉₀P₉₀K₉₀ + Агринос А+В. Предпосадочная обработка клубневого ложа препаратом «Агринос А+В» + 2-кратное опрыскивание «Агринос В» вегетирующего картофеля позволила получить урожайность 53,3 т/га, что превышало на 5,9 т/га, или 12,4 % уровень урожайности картофеля на фоновом варианте (табл. 2).

Снижение дозы NPK на 30 % в сочетании с применением препарата «Агринос» по вышеприведенной схеме (N₆₀P₆₀K₆₀ + Агринос) позволило получить урожайность 49,5 т/га, что выше на 2,1 т/га, или 4,4 % урожайности, полученной от полной дозы NPK (47,4 т/га). В вариантах с применением Агринос увеличивалось количество товарных клубней на 1 куст и несколько снижалась их масса: 108–115 г и 9,4–10,0 шт/куст против 122 г и 8,5 шт/куст в

Таблица 2 – Урожайность картофеля сорта Удача в зависимости от применения препарата «Агринос», 2015 г.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка				Выход продовольственной фракции, т/га	Масса, г/кол-во товарных клубней, шт. на 1 куст
		к контролю		к фону			
		т/га	%	т/га	%		
Контроль без удобрений	34,6	–	–	–	–	31,7	88/8,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (16 : 16 : 16)	47,4	12,8	37,0	–	–	45,0	122/8,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + Агринос А+В	53,3	18,7	54,0	5,9	12,4	50,2	115/10,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос А+В	49,5	14,9	43,1	2,1	4,4	45,4	108/9,4
НСР ₀₅	1,5	1,5	–	–	–	1,3	–

варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ (16 : 16 : 16), то есть формировалась более выровненная структура урожая.

В варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Агринос отмечены: максимальный выход клубней товарной фракции (> 40 мм в диаметре) – 50,2 т/га, что на 5,2 т/га, или 11,6 % выше минерального фона; увеличение массы и количества товарных клубней с 88 г и 8 шт/растение до 115 г и 10 шт/растение.

Применение препарата «Агринос» на минеральном фоне способствовало не только увеличению урожайности на 12,4 %, но и повышению качества продукции по сравнению с минеральным фоном (табл. 3).

В варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Агринос А+В содержание крахмала и витамина С в продукции повысилось на 0,9 % и 3,2 мг% соответственно, а концентрация нитратов снизилась на 16 мг/кг, улучшился вкус вареного картофеля по сравнению с минеральным фоном.

В варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Агринос А+В получены наилучшие кулинарные показатели продукции: хороший вкус (6,8 балла) и разваримость (8 баллов), отсутствие потемнения вареной (9 баллов) и среднее потемнение сырой мякоти (5,7 баллов), в сумме – наиболее высокая суммарная кулинарная оценка 29,5 балла, по сравнению с вариантом фон минерального питания $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 28,8 балла.

Таким образом, применение биологических препаратов является одним из наиболее важных и перспективных направлений в повышении урожайности и качества продукции картофеля. Целесообразность применения агрохимикатов нового поколения, к которым относится изучавшийся нами микробиологический препарат «Агринос» (НУТ А+В), диктуется необходимостью пополнения ресурсов химизации для использования в личных подсобных хозяйствах населения, мобильным, прецизионным управлением производственным процессом в больших фермерских хозяйствах, направленным на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и оздоровление окружающей среды.

Таблица 3 – Влияние препарата «Агринос» на показатели качества картофеля сорта Удача, 2015 г.

Варианты опыта	Крахмал, %	Витамин С, мг%	NO ₃ , мг/кг	Потемнение мякоти через 24 часа, балл		Разваримость, балл	Вкус, балл	Сумма баллов
				сырой	вареной			
Контроль без удобрений	15,8	22,6	119	5,7	9,0	6,0	7,3	28,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$ (фон)	15,2	18,7	145	5,7	9,0	8,0	6,1	28,8
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + Агринос А+В	16,1	21,9	129	5,7	9,0	8,0	6,8	29,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Агринос А+В	16,1	21,9	123	5,7	9,0	5,7	6,6	27,0
НСР ₀₅	0,7	2,3	23	–	–	–	–	–

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для получения устойчивой высокопродуктивной работы картофеленасыщенных агроценозов не следует увлекаться чрезмерным применением промышленных агрохимикатов и пестицидов, так как участвовавшие кратковременные и длительные засухи, наблюдаемые в последнее 10-летие, в сочетании с высокими дозами агрохимикатов угнетают развитие растений и полезной микрофлоры почвы.

Для условий современного сельского хозяйства правильное решение экологических проблем применения средств химизации заключается в оптимизации дозы удобрений и пестицидов, а не в отказе или минимальном их применении. Именно рациональные дозы минеральных удобрений в совокупности с другими краеугольными составляющими современного земледелия, такими как травопольные севообороты, биологическая мелиорация, применение бактериальных удобрений отвечают за поддержание устойчивости агроценозов.

В прогрессивном земледельческом сообществе отмечается устойчивая тенденция к снижению применения химических препаратов, нарушающих биологическое равновесие экологической среды, переход на альтернативные способы обеспечения растений необходимыми им функциями – оптимизации питания, саморегуляции фитосанитарного состояния и др.

Для крупных картофелеводческих хозяйств можно рекомендовать сочетание невысоких доз удобрений ($N_{45-60} P_{45-60} K_{60-90}$) с предпосадочной обработкой клубней микробиологическими препаратами; для личных подсобных хозяйств возможно применение биопрепаратов без использования минеральных удобрений. Включение микробиологических препаратов в технологии возделывания картофеля позволит раскрыть биопотенциал сортов картофеля и получать устойчивые по годам урожаи с высоким потребительским качеством продукции, повысить плодородие почв, сократить отрицательное воздействие человека (антропогенного фактора) на окружающую природу.

Список литературы

1. Петров, В.Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В.Б. Петров, В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 10. – С. 16–20.
2. Mahaffee W.F. Temporal changes in the bacterial communities of soil, rhizosphere and endorhiza associated with field grown cucumber (*Cucumis sativus* L.) / W.F. Mahaffee, J.F. Kloepper // *Microbial Ecology*. – 1996. – № 34. – P. 210–223.
3. Chebotar, V. EXTRASOL – new multifunctional biopreparation for ecologically safe agriculture / V. Chebotar, A. Khotyanovich, A. Cazakov // *Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones IX*; H. Kleeberg & C.P.W. Zebitz (eds). – Druck & Graphic, Giessen. – 2000. – P. 127–134.

4. Кожемяков, А.П. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, И.А. Тихонович // Докл. Россельхозакадемии. – 1998. – № 6. – С. 7–10.
5. Кожемяков, А.П. Биопрепараты для земледелия / А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь // В сб.: Биопрепараты в сельском хозяйстве (методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М.: ГНУ ВНИИСХМ, 2005. – С. 18–54.
6. Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.
7. Звягинцев, Д.Г. Микроорганизмы и охрана почв / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – С. 47–83.
8. Дурьнина, Е.П. Микотоксины и их инаktivация в агросистемах / Е.П. Дурьнина, О.А. Пахненко // Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – С. 441–456.
9. Хеймен, Д.С. Участие микроорганизмов и корней растений в круговороте фосфора / Д.С. Хеймен // Почвенная микробиология; под ред. Д.И. Никитина. – М., 1979. – С. 90–119.
10. Постников, А. Микробиологические препараты – дополнение к удобрениям / А. Постников, Д. Морозов, А. Шитикова // Картофель и овощи. – 2002. – № 3. – С. 28.
11. Федотова, Л.С. Значение бактериальных удобрений в биологизированном картофелеводстве / Л.С. Федотова, А.В. Кравченко, А.Н. Гаврилов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 3. – С. 28–30.
12. Тихонович, И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве / И.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь. – М.: РАСХН, 2005. – С. 154.
13. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
14. Емцев, В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.
15. Галицин, Г.Ю. Повышение устойчивости клубней картофеля к сухим гнилям с помощью биологических препаратов, полученных из хвойных / Г.Ю. Галицин, Е.М. Шалдаева, В.М. Чекуров // Биологические препараты растительного происхождения и их применение в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. – Новосибирск: Биохимзащита, 2005. – С. 32–35.
16. Cooper, R. Bacterial fertilizers in the Soviet Union Soils / R. Cooper // Soils Fertilizers, 1959. – Vol. 22. – P. 327.
17. Шитикова, А.В. Урожайные свойства клубней картофеля при предварительной сортировке по удельной массе и обработке биологически активными веществами: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А.В. Шитикова; Рос. гос. аграр. ун-т. – МСХА им. К.А. Тимирязева. – М, 2007. – 20 с.
18. Kavimandan, S.K. Effect of seed inoculation with *Pseudomonas* sp., on phosphate uptake and yield of maize / S.K. Kavimandan, A.C. Gaur // Current Sci. – 1971. – Vol. 40. – P. 439.

19. Lehri, L.K. Effect of Azotobacter inoculation on the yield of vegetable crops / L.K. Lehri, C.L. Mehrotra // Indian J. Agric. Sci. – 1972. – Vol. 6. – P. 201.

20. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

21. Методика исследований по культуре картофеля. – М.: НИИКХ, 1967. – 262 с.

22. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля / В.П. Кирюхин [и др.]. – М.: НИИКХ, Госагропром НЗ РСФСР, 1989. – 142 с.

23. Картофель. Овощи. Бахчевые культуры. Технические условия: сб. ГОСТов / ГОСТ 23493-79 Картофель. Термины и определения (с Изменением № 1). – Введ. 1980-01-01. – М.: Стандартиформ, 2010.

Поступила в редакцию 18.11.2016 г.

L.S. FEDOTOVA, N.A. TIMOSHINA, E.V. KNYAZEVA

POTATOES PRODUCTIVITY DEPENDING ON MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS APPLICATION

SUMMARY

Experimental data on productivity and quality of potatoes early varieties (Krepysh, Udacha) depending on entering NPK-fertilizers and microbiological preparations are presented «Azotovit», «Fosfatovit», «Biocompozit-korrekt» and «Agrinos A+B» (HYT A+B) which are received in three short-term experiences (2009–2011 and 2015) on sod-podzolic sandy and loamy soils of Russian Nonchernozem belt.

Key words: potatoes, yield, quality, NPK-fertilizers, microbiological fertilizers «Azotovit», «Fosfatovit», «Biocompozit-korrekt» and «Agrinos A+B» (HYT A+B).

РАЗДЕЛ 5

СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:581.15

**Д.Л. Антонова, Д.В. Циклаури, А.Д. Гогичаишвили,
Л.А. Хокришвили**

Научно-исследовательский центр Министерства сельского хозяйства
Грузии, г. Тбилиси, Грузия
E-mail: dianamisha@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВИТАМИНОВ И ГОРМОНОВ В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КАРТОФЕЛЯ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

РЕЗЮМЕ

Сорта картофеля сильно различаются по их способности развиваться в культуре in vitro в зависимости от состава питательной среды. Целью исследования явилось изучение влияния концентраций витаминов и гормонов на развитие разных сортов картофеля в культуре in vitro и выявление оптимальной концентрации.

Ключевые слова: семенной картофель, сорта, питательная среда, витамины, гормоны.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – важнейшая сельскохозяйственная культура, обеспечивающая питание населения и продовольственную безопасность страны. Высокая значимость этого продукта подтверждается постоянным ростом его производства в мире и стабильным спросом.

Наиболее острой проблемой в Грузии является отсутствие качественного семенного материала. Это серьезно сдерживает рост урожайности картофеля, а также эффективность сортообновления и сортосмены.

Самый эффективный путь повышения продуктивности картофеля – внедрение в практику сельскохозяйственного производства новых высокоурожайных сортов, биологические особенности которых больше соответствуют местным почвенно-климатическим условиям. Один из факторов, влияющих на низкий уровень урожайности картофеля, – качество семенного материала, именно поэтому оздоровленный посевной материал является одним из важнейших факторов получения высоких и стабильных урожаев [6].

Особым аспектом технологии получения высококачественного семенного картофеля представляется его оздоровление методом апикальной меристемы в сочетании с термотерапией и применением клонального микроразмножения

растений [5]. Одним из путей повышения этого метода видится поиск наиболее оптимального состава питательных сред и применение на регенерантах регуляторов роста. Оптимизация процессов клонального микроразмножения позволит получать оздоровленный от вирусов и других инфекций посевной материал, который, в свою очередь, послужит гарантом высоких урожаев [4]. Использование современных биотехнологических способов получения исходного материала позволит усовершенствовать систему семеноводства в стране.

Главная задача оригинального семеноводства картофеля – это быстрое размножение здорового исходного материала в объемах, необходимых для ведения элитного семеноводства. Существующие технологии производства исходного материала направлены на увеличение коэффициента размножения и защиту материала от повторного заражения. В плане совершенствования технологий размножения исходного материала перспективно использование витаминов и регуляторов роста растений с определенной направленностью действия, способствующей получению высококачественного семенного материала.

Задачи исследований:

1. Выявление оптимальной концентрации питательной среды для ускоренного размножения сортов картофеля, полученных методом апикальной меристемы.
2. Усовершенствование концентрации питательной среды с применением витаминов.
3. Установление влияния ауксина и определение оптимальной концентрации в питательной среде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в 2014–2016 гг. в лаборатории меристемно-тканевых культур Научно-исследовательского центра Министерства сельского хозяйства Грузии. Исследовали сорта Месхури Цители, Месхури, Джавахетури, Агрива. В питательную среду добавляли различные концентрации витаминов и ауксина.

Одним из показателей при работе с культурой ткани является число сформированных междоузлий на регенерируемом растении. Чем выше их выход, тем больше микрорастений можно получать при черенковании в процессе ускоренного размножения [3]. Этот показатель зависит от сортовых особенностей и может регулироваться внешними и внутренними факторами. К внешним относятся свет, тепло, влажность, а к внутренним – состав питательной среды. Существенное влияние на морфогенез пробирочных растений оказывает наличие либо отсутствие в составе питательной среды витаминов, фитогормонов [1]. Витамины не являются для организма поставщиком энергии и не имеют существенного пластического значения. Однако витаминам отводится важнейшая роль в обмене веществ. Так, витамин В₁ стимулирует развитие корневой системы растений, что позволяет полнее использовать полезные вещества, содержащиеся в почве. Этот витамин обеспечивает быстрый рост растений. Одними из наиболее важных функций пиридоксина

V_6 являются поддержание баланса калия и натрия в организме, к тому же пиридоксин – необходимое вещество для полноценного обмена белков, углеводов и жиров [3]. Аскорбиновая кислота, или витамин С, в растительном организме участвует в транспортировке водорода, повышает морозостойкость растений. Такой комплекс витаминов способствует белковому и аминокислотному обмену. Развитие микрорастений находится в прямой зависимости от периода культивирования и состава питательной среды.

Изучили оптимальную концентрацию гормона роста (НУК), обеспечивающую интенсивный ризогенез и развитие морфологических признаков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В питательную среду добавляли концентрации витаминов V_1 , V_6 и С соответственно 1,5, 2,0 и 2,5 мл/л. На 7-е сутки наблюдений у исследуемых в опыте сортов картофеля сложилась положительная реакция на увеличение концентрации комплекса витаминов в питательной среде. Сорт Месхури Циттели на среде MS развил 1,4 шт. междоузлий на растение, на среде MS + витамины 1,5 – 2,0 шт. междоузлий на растение. Лучший результат у представленного сорта на 7-е сутки пассажа был на питательной среде MS + витамины 2,5 – 2,5 шт. междоузлий на растение.

В тех же условиях сорт Месхури на стандартной питательной среде сформировал 1,6 шт. междоузлий, при возрастании концентрации комплекса витаминов в питательной среде число междоузлий увеличилось с 2,0 до 2,6 шт. междоузлий на питательной среде MS + витамины 2,5.

Аналогичное развитие междоузлий наблюдалось на сорте Джавахетури. Он сформировал на среде MS 1,5 шт. междоузлий на растении, их число увеличилось с повышением концентрации до 1,7 шт. на среде MS + витамины 1,5, до 2,3 шт. – на среде MS + витамины 2,0, до 2,5 шт. – на питательной среде с добавлением витаминов в концентрации 2,5 мл/л.

Сорт Агрия развил 1,4 шт. междоузлий на среде без витаминов и от 2,0 до 3,0 шт. междоузлий на средах с комплексом витаминов при соответствующем увеличении их концентрации.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Ауксины влияют на растяжение клеток, деление и дифференцировку. Наиболее выраженный органогенный эффект ауксинов – это стимуляция образования корней [2]. Под их влиянием происходит деление клеток паренхимы побега. Вместе с тем ауксины тормозят рост сформировавшихся корней, поэтому для избыточных концентраций ауксина характерно обильное заложение корневых зачатков, рост в длину которых значительно подавлен.

Укоренение микрорастений проводили на агаризованной питательной среде по прописи Мурасиге и Скуга (МС), дополненной для индукции ризогенеза ауксином – нафтилуксусной кислотой (НУК) в концентрациях 1,0 и 1,5 мкМ. Экспланты культивировали в следующих условиях: фотопериод 16/8 ч свет/темнота, освещенность 2–3 клк, температура 24 ± 1 °С.

Таблица 1 – Влияние концентраций витаминов на развитие микрорастений картофеля

Сорт	Среда	Период культивирования, дни			Высота растений на 21-е сутки, мм	± Число междоузлий на 21-е сутки к St, шт.	± Высота растений на 21-е сутки к St, мм
		7-е сутки	14-е сутки	21-е сутки			
Месхури Цители	MS(St)	1,4	2,6	4,7	44,3	–	–
	MS + вит. 1,5	2,1	3,3	5,3	60,2	+0,6	+15,9
	MS + вит. 2,0	2,3	3,5	5,7	64,4	+1,0	+20,1
	MS + вит. 2,5	2,5	3,4	6,5	77,6	+1,8	+33,3
Месхури	MS(St)	1,6	2,3	5,2	53,7	–	–
	MS + вит. 1,5	2,1	3,1	6,2	71,4	+1,0	+17,7
	MS + вит. 2,0	2,4	3,5	6,5	75,8	+1,3	+22,1
	MS + вит. 2,5	2,6	3,7	6,7	83,4	+1,5	+29,7
Джавахетури	MS(St)	1,5	3,4	5,4	56,3	–	–
	MS + вит. 1,5	1,7	3,5	6,4	68,5	+1,0	+12,2
	MS + вит. 2,0	2,3	3,4	6,7	77,8	+1,3	+21,5
	MS + вит. 2,5	2,5	3,0	6,2	87,3	+0,8	+31,0
Агрия	MS(St)	1,4	2,5	4,7	55,6	–	–
	MS + вит. 1,5	2,0	2,7	6,4	70,1	+1,7	+14,5
	MS + вит. 2,0	2,5	3,0	6,7	79,4	+2,0	+23,8
	MS + вит. 2,5	3,0	3,8	6,3	64,9	+1,6	+9,3

Примечание. Вит. – витамины.

Выявлено, что в питательной среде при концентрации НУК 1,5 у микрорастений всех сортов развитие корней было оптимальным. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Формирование корней в зависимости от концентраций ауксина

Сорт	Среда	Число корней, шт.			Длина корней на 21-е сутки, мм	± Число корней на 21-е сутки к St, шт.	± Длина корней на 21-е сутки к St, мм
		7-е сутки	14-е сутки	21-е сутки			
Месхури Цители	MS st	3,7	4,7	5,4	78,9	–	–
	MS + НУК 1,0	4,5	5,0	6,3	84,8	+0,9	+5,9
	MS + НУК 1,5	4,7	5,7	6,7	87,5	+1,3	+8,6
Месхури	MS st	3,0	3,8	6,1	82,1	–	–
	MS + НУК 1,0	3,5	4,2	6,7	87,3	+ 0,6	+ 5,2
	MS + НУК 1,5	4,1	5,1	7,1	89,3	+ 1,0	+ 7,2
Джавахетури	MS st	3,2	3,7	5,9	83,1	–	–
	MS + НУК 1,0	4,3	5,5	6,4	87,5	+0,5	+4,4
	MS + НУК 1,5	4,6	5,2	6,7	88,5	+0,8	+5,4
Агрия	MS st	3,1	4,0	6,1	88,7	–	–
	MS + НУК 1,0	3,5	4,7	6,5	91,2	+ 0,4	+ 2,5
	MS + НУК 1,5	3,7	5,7	7,1	93,2	+ 1,0	+ 4,5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении исследований были выявлены оптимальные концентрации витаминов и ауксина при культивировании *in vitro* картофеля четырех сортов: Месхури Цители, Месхури, Джавахетури, Агрия. Исследования в этом направлении будут продолжены для других сортов картофеля в условиях *in vitro*.

Список литературы

1. Антонова, Г.И. Влияние различных сроков обработки регуляторами роста на развитие и продуктивность растений картофеля / Г.И. Антонова, Л.Н.Трофимец // Регуляция роста и развития картофеля: сб. науч. тр. – М.: Наука, 1990. – С. 74–77.
2. Борзенкова, Р.А. Гормональная регуляция донорно-акцепторных отношений в растении / Р.А. Борзенкова, Е.О. Лунева, М.В. Зорина // Фотосинтез и продукционный процесс / под ред. А.Т. Мокроносова. – Свердловск: Изд-во УрГУ, 1988. – С. 125–137.
3. Лебедева, Н.В. Ускоренное размножение ранних сортов картофеля в условиях *in vitro* и его использование в семеноводстве Северо-Запада РФ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н.В. Лебедева; ФГБОУ ВПО «Великолукская ГСХА». – Великие Луки, 2015. – 20 с.
4. Муромцев, Г.С. Состояние исследований по регуляторам роста растений в России / Г.С. Муромцев, Б.Э. Данилина // Физиология растений. – 1994. – Т. 41. – № 5. – С. 779–787.
5. Сельскохозяйственная биотехнология: в 2 т. / В.С. Шевелуха [и др.] // Избранные труды; под ред. В.С. Шевелуха. – М.: Воскресенье, 2000, 2001.
6. Федорова, Ю.Н. Оптимизация питательной среды для развития ризогенеза картофеля в культуре *in vitro* / Ю.Н. Федорова, Л.Н. Федорова // Вклад молодых ученых в развитие науки: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Великие Луки: РИО ВГСХА, 2009. – С. 128–130.

Поступила в редакцию 22.11.2016 г.

D.L. ANTONOVA, D.V. TSIKLARI, A.D. GOGICHAISHVILI,
L.A. HOKRISHVILI

**INFLUENCE OF VITAMINS AND HORMONES
CONCENTRATION IN GROWING MEDIUM ON GROWTH
AND DEVELOPMENT OF POTATOES IN CULTURE IN VITRO**

SUMMARY

The potatoes varieties vary greatly in their ability to grow in culture in vitro depending on growing medium. The research aim was to investigate the effect of vitamins and hormones concentration on the development of different potatoes varieties in culture in vitro and optimal concentration identification.

Key words: seed potatoes, variety, growing medium, vitamins, hormones.

УДК 635.21:581.14:631.8

В.В. Анципович, А.И. Адамова, Е.В. Радкович, А.В. Безносенко

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОУДОБРЕНИЯ «НАНОПЛАНТ Co, Mn, Cu, Fe» В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

*В статье приведены результаты исследований по влиянию наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» на рост и развитие эксплантов картофеля сортов Палац и Богач в культуре *in vitro*. Установлено, что для сорта ранней группы наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» в концентрации 0,1 мл/л, а для среднепоздней – 0,035 мл/л повышают биометрические показатели растений *in vitro*.*

Ключевые слова: картофель, клон, эксплант, культура *in vitro*, наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe».

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших факторов получения высоких урожаев картофеля является применение здорового семенного материала. В настоящее время в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» применяется схема отбора клонов, направленная на поиски изначально здорового материала для перевода в культуру *in vitro* и в дальнейшем производства первого клубневого поколения. В полевых условиях проводят отбор лучших по морфотипу, урожайности и здоровью клонов сортов картофеля [1, 2]. В лаборатории иммунодиагностики из них выделяют индексы (глазок клубня с прилегающей тканью). Выращенные из индексов растения подвергаются поэтапному тестированию современными высокомолекулярными методами диагностики на наличие латентной инфекции вирусных, бактериальных болезней и ВВКК. Такой прием тестирования достоверно выявляет здоровые клоны для перевода в культуру *in vitro*, тем самым исключая необходимые ранее этапы термотерапии и химиотерапии, связанные с оздоровлением, что существенно ускоряет процесс перевода клонов в культуру ткани и предотвращает влияние ингибирующих препаратов на генотип растения [2]. Далее из здоровых индексов выделяют экспланты, которые переводят в стерильные условия. Приживаемость эксплантов на питательной среде связана с морфофизиологическими особенностями самого сорта, временем года, а также гормональными и физическими

факторами. Как правило, в течение месяца после высадки на питательную среду наблюдают увеличение размеров и интенсивное позеленение экспланта. Затем его рост может приостановиться вследствие изменения концентрации компонентов и pH среды, а также ее подсыхания. У основания проростка может образоваться каллусная ткань, лишенная проводящей системы, которая препятствует дальнейшему развитию. Поэтому по мере роста регенеранты необходимо периодически пересаживать на свежие питательные среды, которые содержат все необходимые компоненты для стимуляции ризогенеза и роста стебля и соответствуют этапу развития. Своевременные пересадки на соответствующие среды способствуют преодолению посттравматических морфогенезов, которые возникают в культуре изолированной ткани.

Время от посадки экспланта до регенерации растения с 5–6 листочками составляет 30–45 дней, но в зависимости от сорта некоторые экспланты могут оставаться живыми и регенерировать в растения в течение 2–8 месяцев. Полученное растение с 5–6 листочками черенкуют и высаживают в пробирки на питательную среду для черенкования. Ускорение роста эксплантов и сокращение срока производства материнских растений *in vitro* является наиболее актуальным в процессе формирования базисной коллекции [1, 2].

В настоящее время во всех областях сельского хозяйства наряду с традиционными солевыми и хелатными формами удобрений широко используют наноудобрения. Наноудобрения могут быть в виде одного элемента или находиться в комплексе [3]. Из литературных данных известно, что в результате применения наноудобрений 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 раза) [4–6].

Целью исследований было изучение влияния наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Сu, Fe» на рост и развитие эксплантов для получения хорошо развитых растений в культуре *in vitro* и сокращения сроков производства материнских растений *in vitro*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования выполнялись в 2014–2015 гг. в лаборатории микрочлониального размножения картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Наноудобрение «Нано-плант Со, Мп, Сu, Fe» было предоставлено ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси».

Объектами исследований служили новые сорта картофеля белорусской селекции ранней группы спелости Палац и среднепоздней – Богач.

Согласно схеме опыта, экспланты, выделенные из здоровых клонов, высаживались на питательные среды в трех вариантах. В процессе регенерации проростки, полученные из эксплантов на питательной среде первого этапа,

пересаживались на измененную по составу питательную среду для стимуляции ризогенеза, дальнейшего роста и развития в микрорастения. Образовавшиеся в процессе регенерации микрорастения дважды пересаживались на питательные среды для черенкования для получения полноценных материнских растений *in vitro*. В процессе каждой пересадки проводился учет биометрических данных.

Схема опыта:

Вариант 1.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов – контроль.

Вариант 2.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов + наноудобрение «Наноплант Со, Мн, Сu, Fe» 0,035 мл/л.

Вариант 3.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов + наноудобрение «Наноплант Со, Мн, Сu, Fe» 0,1 мл/л.

Вариант 1.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения – контроль.

Вариант 2.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения + наноудобрение «Наноплант Со, Мн, Сu, Fe» 0,035 мл/л.

Вариант 3.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения + наноудобрение «Наноплант Со, Мн, Сu, Fe» 0,1 мл/л.

Вариант 1.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования – контроль.

Вариант 2.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования + наноудобрение «Наноплант Со, Мн, Сu, Fe» 0,035 мл/л.

Вариант 3.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования + наноудобрение «Наноплант Со, Мн, Сu, Fe» 0,1 мл/л.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенная последовательная комплексная диагностика с помощью методов иммуноферментного анализа и полимеразной цепной реакции клонов сортов Палац и Богач позволила выделить 26 здоровых клонов, из которых в культуру ткани введено по 132 экспланта на сорт (по 44 экспланта на вариант) (табл. 1). Все экспланты были высажены на питательные среды по вариантам согласно схеме опыта.

Через месяц проводилась пересадка проростков, полученных на питательной среде Мурасиге-Скуга для эксплантов, на питательную среду Мурасиге-Скуга для укоренения по вариантам согласно схеме опыта. Результаты пересадки приведены в таблице 2. Одновременно с пересадкой был проведен предварительный учет данных по биометрическим показателям (табл. 3).

Таблица 1 – Количество здоровых клонов сортов Палац и Богач

Сорт	Количество клонов, шт.	Количество здоровых клонов после ИФА, шт.	Количество здоровых клонов после ПЦР, шт.	Количество вычлененных эксплантов по вариантам опыта		
				1 вариант – контроль	2 вариант – 0,035 мл/л	3 вариант – 0,1 мл/л
Палац	199	65	11	44	44	44
Богач	116	26	15	44	44	44

Таблица 2 – Количество микрорастений сортов Палац и Богач при пересадке эксплантов на питательную среду Мурасиге-Скуга для укоренения + наноудобрение

Сорт	Варианты опыта	Количество эксплантов <i>in vitro</i> , шт.	Количество проростков после пересадки, шт.	Количество микрорастений	
				шт.	%
Палац	1.2 – контроль	44	38	29	66
Богач		44	40	40	91
Палац	2.2 – 0,035 мл/л (Наноплант)	44	39	37	84
Богач		44	42	42	95
Палац	3.2 – 0,1 мл/л (Наноплант)	44	41	41	93
Богач		44	43	43	98
Всего		264	243	232	88

Таблица 3 – Биометрические данные микрорастений сортов Палац и Богач, полученные в процессе их регенерации из эксплантов

Варианты опыта	Количество растений <i>in vitro</i> , шт.		Средняя высота растений, см		Средняя длина корней, см		Среднее количество корней, шт.	
	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац
1.2 – контроль	40	29	4,3	4,7	6,2	6,9	2,5	4,6
2.2 – 0,035 мл/л	42	37	4,9	3,1	5,6	6,3	3,5	3,4
3.2 – 0,1 мл/л	43	41	4,6	3,8	5,1	5,1	3,3	4,9
Всего	125	107	–	–	–	–	–	–

При пересадке эксплантов на питательную среду Мурасиге-Скуга для укоренения с добавлением наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» в концентрации 0,1 мл/л количество микрорастений у сортов Палац и Богач составило 93 и 98 %, что на 41 и 8 % выше контроля соответственно.

На данном этапе исследований для сорта Богач добавление в среду наноудобрения в концентрации 0,1 мл/л является наиболее эффективным. При данной концентрации средняя высота растений и количество корней было выше по сравнению с контролем. У сорта Палац растения в контроле были выше, чем в других вариантах, однако среднее количество корней (4,9 шт.) выше в варианте с концентрацией 0,1 мл/л, в контроле – 4,6 шт.

Заключительным этапом данных исследований являлась пересадка материнских растений *in vitro* на среду Мурасиге-Скуга для черенкования + наноудобрения и повторного биометрического учета (табл. 4).

Анализируя таблицу 3, можно сделать вывод, что для сорта Палац (ранняя группа спелости) для черенкования растений *in vitro* наиболее эффективно использовать среду Мурасиге-Скуга с добавлением наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» в концентрации 0,1 мл/л. Средняя высота растений, полученных на питательной среде с добавлением Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe 0,1 мл/л, на 38 % больше по сравнению с контролем, а коэффициент размножения – на 10,6 % соответственно.

Таблица 4 – Биометрические показатели растений сорта Богач (2015 г.) и сорта Палац (2014 г.), полученных на питательной среде Мурасиге-Скуга для черенкования + наноудобрение

Варианты опыта	Количество растений <i>in vitro</i> , шт.		Средняя высота растений, см		Средняя длина корней, см		Среднее количество корней, шт.		Коэффициент размножения, шт.	
	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац
1.3 – контроль	40	29	8,5	8,6	7,1	8,2	8,2	5,9	8,5	6,6
2.3 – 0,035 мл/л	42	37	8,8	11,3	8,5	9,4	8,8	8,6	9,5	6,9
3.3 – 0,1 мл/л	43	41	8,1	11,9	8,3	10,5	8,4	8,8	9,1	7,3
Всего	125	107	–	–	–	–	–	–	–	–

Для сорта среднепоздней группы спелости Богач добавление наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» в концентрации 0,035 мл/л в среду Мурасиге-Скуга для черенкования увеличило все биометрические показатели в сравнении с контролем на 3–19 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» в питательной среде Мурасиге-Скуга положительно влияет на рост и развитие эксплантов, а также на получение хорошо развитых растений в культуре *in vitro*. Для сорта ранней группы Палац концентрация 0,1 мл/л является наиболее оптимальной, при которой коэффициент размножения растений *in vitro* на 10 % выше по сравнению с контролем, а количественный выход эксплантов – на 41 % соответственно. Для сорта среднепоздней группы Богач применение концентрации 0,035 мл/л увеличивает все биометрические показатели в сравнении с контролем на 3–19 %.

Использование наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» может быть рекомендовано при переводе клонов в культуру ткани и микроклональном размножении картофеля.

Список литературы

1. Технология производства исходного семенного материала картофеля: науч. тр. / А.И. Адамова [и др.] // БелНИИК. – Минск, 2002. – С. 187–225.
2. Эффективность сочетания полевого отбора с культурой *in vitro* при производстве качественного семенного материала картофеля / А.И. Адамова // 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.
3. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. – М.: Бином, 2011. – С. 96.

4. Головин, Ю.И. Наномир без формул / Ю.И. Головин. – М.: Бином, 2012. – С. 543.

5. Гудилин, Е.А. Богатство наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / Е.А. Гудилин. – М.: Бином, 2009. – С. 176.

6. Эрлих, Г. Малые объекты – большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г. Эрлих. – М.: Бином, 2011. – С. 254.

Поступила в редакцию 16.11.2016 г.

V.V. ANTSEPOVICH, A.I. ADAMOVA, E.V. RADKOVICH,
A.V. BEZNOSENKO

**USE EFFECTIVENESS OF NANO FERTILIZER
«NANOPLANT Co, Mn, Cu, Fe» IN POTATOES CULTURE
IN VITRO**

SUMMARY

The research results of impact of nano fertilizer «Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe» on the growth and development of potatoes explants in culture in vitro of varieties Palats and Bogach are given in the article. It's established that for early variety of «Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe» in concentration 0.1 ml/l and for semilate – 0.035 ml/l raise biometric indicators of plants in vitro.

Key words: potatoes, clone, explant, culture *in vitro*, nano fertilizer «Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe».

УДК 635. 21.631.526.32:632.934.632.4

Н.А. Анципович, В.Л. Маханько, В.В. Анципович

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

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ПОСАДОЧНОГО КЛУБНЯ НА КАЧЕСТВО ОРИГИНАЛЬНОГО СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния сортовых особенностей и размера посадочного клубня на качество оригинального семенного материала картофеля за 2013—2015 гг. Установлено, что с увеличением фракции 1-го клубневого поколения с 5 до 30 мм количество клубней на растение увеличивается в зависимости от сорта на 7,6–107,4 %.

Ключевые слова: картофель, сортовые особенности, 1-е клубневое поколение, оригинальное семеноводство.

ВВЕДЕНИЕ

Введение в эксплуатацию сооружений защищенного грунта позволило субъектам оригинального семеноводства сконцентрировать производство исходного материала в условиях регулируемого микроклимата. Это позволяет растениям максимально реализовать урожайный потенциал сорта [4]. Для последующего репродуцирования в качестве посадочного материала используются все клубни, независимо от их размера. Существует мнение, что мини-клубни малоэффективны и нетехнологичны при ускоренном размножении в открытом грунте [2]. Однако современный шлейф посадочных машин позволяет высаживать клубни различных семенных фракций [3]. Посадки картофеля неоткалиброванным семенным материалом первого клубневого поколения не выровнены, что затрудняет соблюдение технологии производства семенного картофеля. Зачастую растения, полученные от мелких клубней, не выдерживают конкуренции с более развитыми кустами от клубней стандартной фракции и более [1].

Целью наших исследований являлось определение факторов, влияющих на качество семенного картофеля в питомниках оригинального семеноводства картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на опытном поле отдела семеноводства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2013–2015 гг. Почва опытного

участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризующаяся следующими показателями: содержание гумуса 2,6 %, фосфора 18,8–22,9 мг/100 г почвы, калия 29,9–33,2 мг/100 г почвы, рН – 5,78. Предшественники – озимый рапс. Минеральные удобрения – N_{80} , P_{90} , $K_{110-120}$.

Объектом исследований служили клубни сортов картофеля различных групп спелости: Зорачка, Лилея, Уладар – ранние, Бриз, Скарб – средние, Журавинка, Вектар – среднепоздние диаметром 5–10 мм, 10–20, 20–30, 30 и более мм, которые высаживали на глубину 4–6 см и 6–8 см. Схема посадки 70 × 30 см. Повторность опытов четырехкратная, делянка четырехрядковая по 30 клубней в рядке, площадь опытной делянки 25 м², размещение делянок рендомизированное. Семенной материал соответствовал требованиям нормативных документов (постановление № 37 Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и СТБ 1224-2000 (изменение № 2) для категории ИМ (исходный материал).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении биометрических наблюдений определялось влияние размера посадочных клубней 1-го клубневого поколения, полученного в защищенном грунте, на полевую всхожесть, формирование продуктивных стеблей на одном растении и продуктивность.

При оценке результатов трехлетних наблюдений отмечено, что в целом глубина посадки не оказала значительного влияния на всхожесть клубней. В большей степени изучаемый показатель зависел от размера посадочного клубня. Всхожесть клубней диаметром от 10 до 30 мм и более превышала контроль на 2,3–4,5 %, а у клубней диаметром 5–10 мм была ниже контроля на 9,1–10,2 % (рис. 1).

Однако при рассмотрении данных с учетом сорта установлено, что сорт Бриз оказался наиболее отзывчивым на глубину посадки 4–6 см, а у сорта

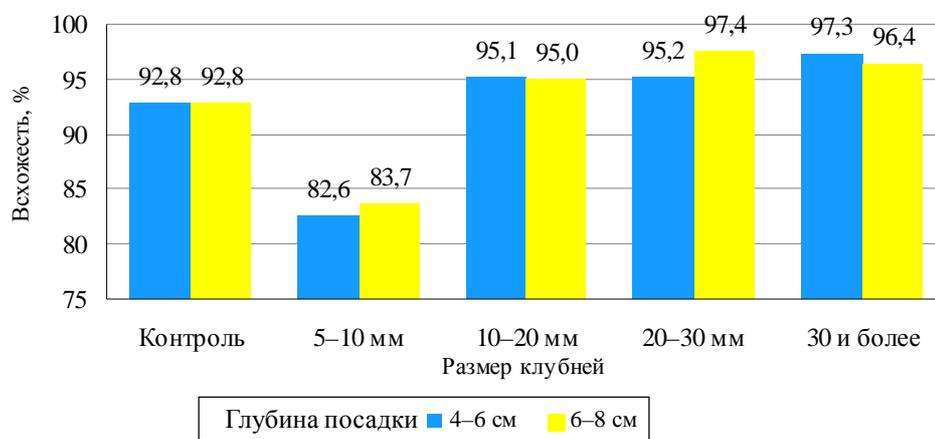


Рисунок 1 – Влияние размера клубней 1-го клубневого поколения и глубины посадки на всхожесть картофеля

Вектар всхожесть клубней от 10 до 30 мм и более независимо от глубины посадки была на одном уровне (рис. 2, 3).

Валовой урожай клубней зависит от продуктивности каждого растения, а также от числа продуктивных стеблей на отдельном растении [1].

На количество продуктивных стеблей более значимое влияние оказывал размер посадочных клубней. В среднем по сортам количество продуктивных стеблей повышалось с увеличением размера клубня. Однако достоверное превышение над стандартом на 33 % было в варианте с фракцией посадочного материала более 30 мм (рис. 4). Влияние глубины посадки на этот показатель у сортов, за исключением сорта Бриз, несущественно. У данного сорта большее количество продуктивных стеблей отмечено при глубине посадки

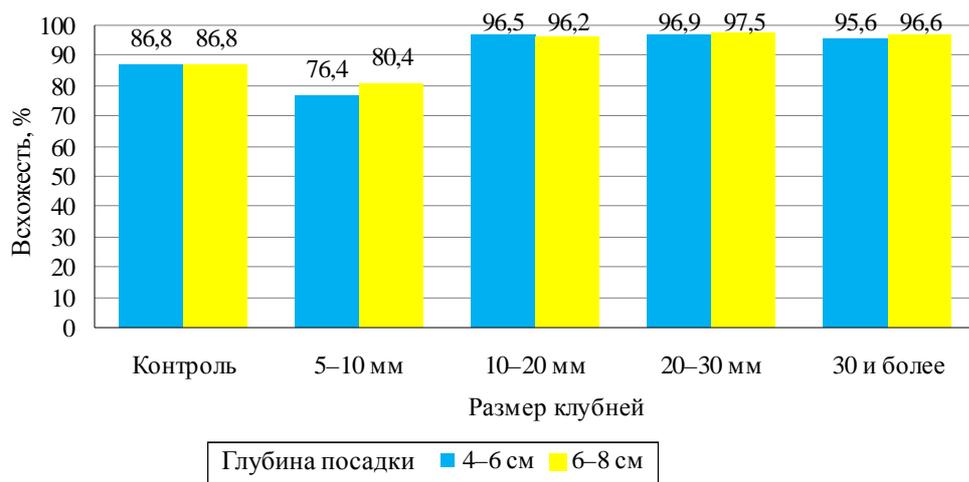


Рисунок 2 – Влияние размера клубней 1-го клубневого поколения и глубины посадки на всхожесть картофеля сорта Вектар

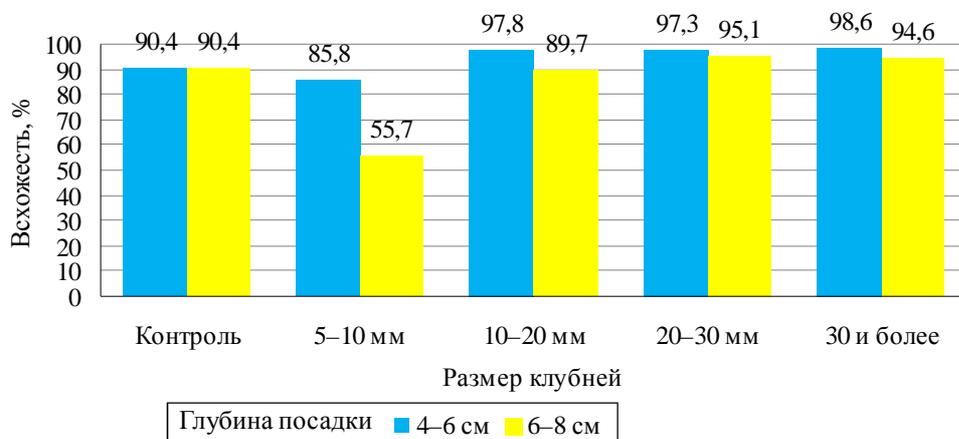


Рисунок 3 – Влияние размера клубней 1-го клубневого поколения и глубины посадки на всхожесть картофеля сорта Бриз

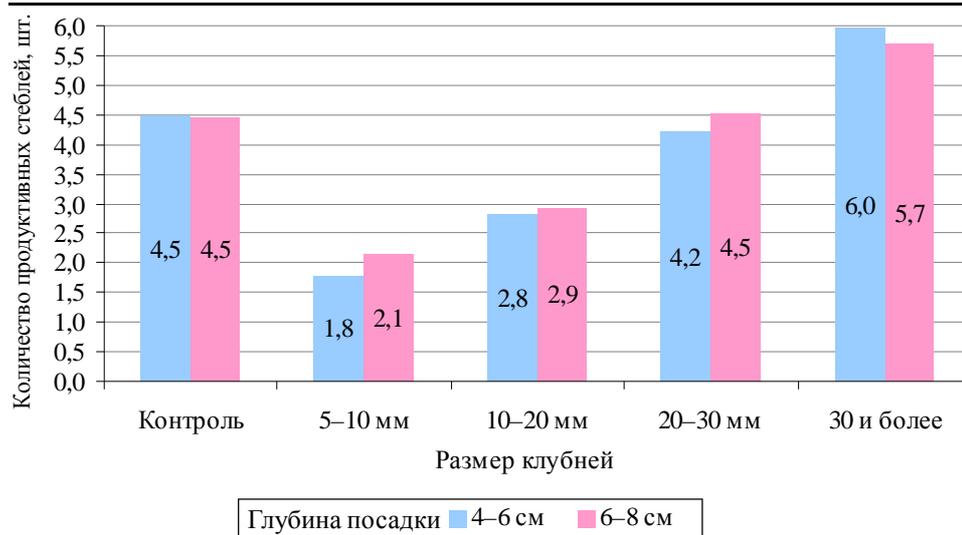


Рисунок 4 – Влияние размера клубней 1-го клубневого поколения и глубины посадки на количество продуктивных стеблей

4–6 см. В вариантах с использованием семенных клубней диаметром 10–20 мм, 20–30, 30 мм и более разница составила 0,9–1,8 шт/растение, по отношению к глубине посадки 6–8 см (рис. 5).

При оценке урожайности сорта одним из показателей, характеризующих хозяйственную ценность сорта, является продуктивность одного растения.

Анализ данных за период наблюдений позволяет утверждать, что независимо от глубины посадки продуктивность растений росла с увеличением диаметра посадочного клубня (рис. 6).

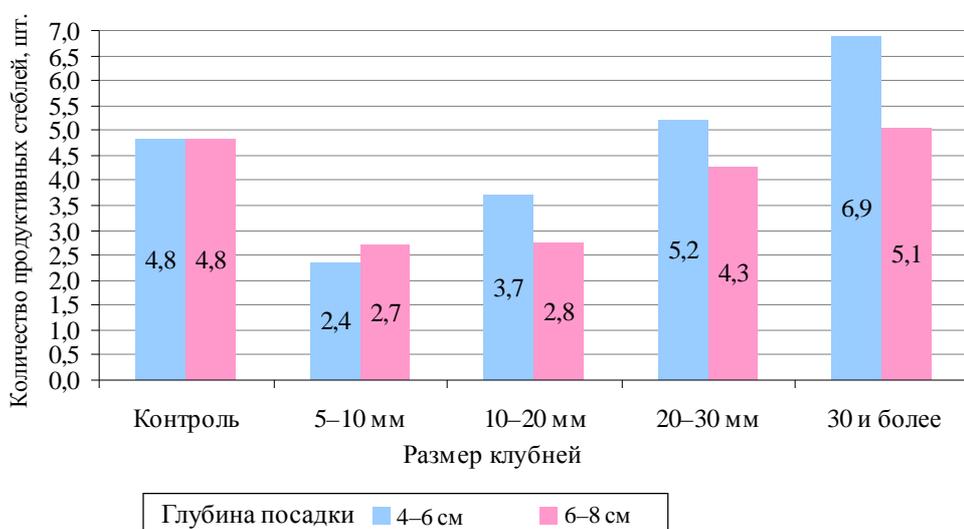


Рисунок 5 – Влияние размера клубней 1-го клубневого поколения и глубины посадки на количество продуктивных стеблей растений сорта Бриз

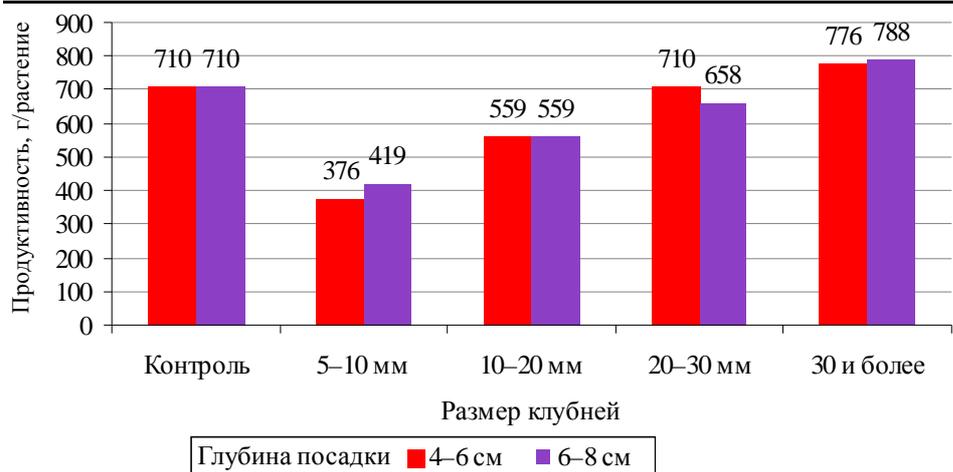


Рисунок 6 – Влияние размера клубней 1-го клубневого поколения и глубины посадки на продуктивность картофеля

В вариантах с применением для посадки клубней диаметром от 20 мм и более, независимо от глубины заделки, отмечена продуктивность на уровне контрольного показателя. В остальных вариантах продуктивность была ниже контроля на 27,0–88,8 %.

Урожайность – это показатель, которым можно охарактеризовать степень влияния изучаемых факторов на качество семенного картофеля в питомниках оригинального семеноводства картофеля.

При анализе трехлетних данных можно утверждать, что независимо от глубины посадки урожайность всех сортов росла с укрупнением размера посадочного клубня, то есть с увеличением диаметра клубня на 10 мм увеличивалась в среднем на 7,6–107,4 % (рис. 7).

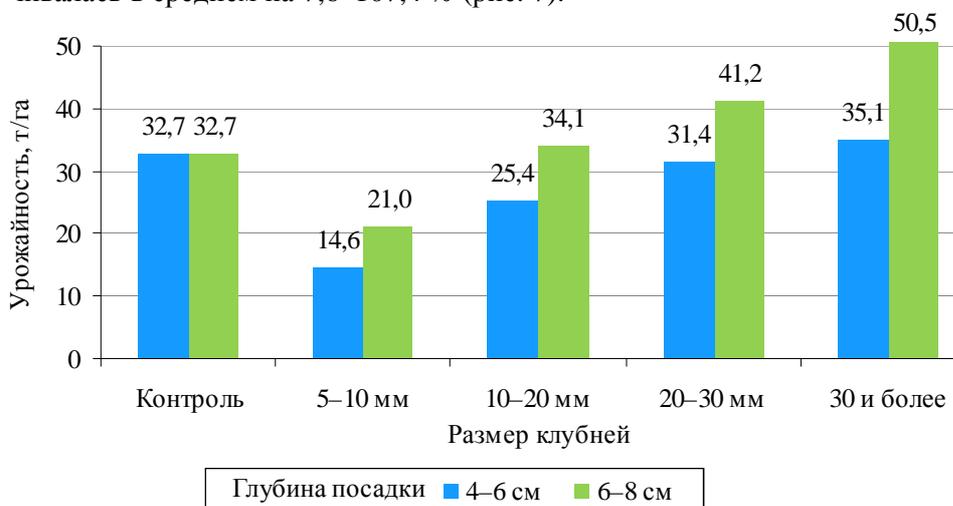


Рисунок 7 – Урожайность картофеля в зависимости от размера клубней 1-го клубневого поколения и глубины посадки

При анализе данных по годам в разрезе сортов отмечено, что в условиях 2014 г. на некоторых сортах наблюдалось более значимое влияние глубины посадки 4–6 см на урожайность. При заделке клубней на глубину 4–6 см фракциями 20–30, 30 мм и более урожайность сорта Вектар была выше на 37,8 и 19,1 %, чем при глубине 6–8 см, сорта Скарб – на 51,2 и 43,9 % соответственно, у сорта Журавинка в вариантах с фракциями 10–20 мм и 20–30 мм – на 6,3 и 20,8 % соответственно.

Клубни размером 5–10 мм считаются более позднего физиологического срока созревания и на первых этапах жизни дают ослабленные растения, которые при неблагоприятных условиях (засуха, затяжные дожди) могут погибнуть. Несмотря на это, для некоторых сортов мелкие клубни являются полноценным посадочным материалом, если при его использовании создается соответствующая

Таблица – Урожайность за 2013–2015 гг. в зависимости от размера посадочных клубней 1-го клубневого поколения и стандартной глубины (6–8 см)

Сорт	Диаметр клубней	Урожайность, т/га			Среднее
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	
Зорачка	5–10 мм	17,2	24,5	29,8	23,8
	10–20 мм	38,7	26,2	29,4	31,4
	20–30 мм	46,4	32,2	31,3	36,6
	30 и более	49,6	42,7	44,9	45,7
Лиляя	5–10 мм	43,1	35,4	35,5	38,0
	10–20 мм	73,3	47,1	34,8	51,7
	20–30 мм	88,7	46,4	37,4	57,5
	30 и более	108,3	49,4	48,4	68,7
Уладар	5–10 мм	16,3	24,8	17,4	19,5
	10–20 мм	39,5	33,4	27,8	33,6
	20–30 мм	64,1	46,3	38,8	49,7
	30 и более	62,9	44,6	42,2	49,9
Бриз	5–10 мм	–	23,3	16,4	19,9
	10–20 мм	17,7	34,9	25,2	25,9
	20–30 мм	42,4	34,0	30,1	35,5
	30 и более	64,6	46,0	42,1	50,9
Скарб	5–10 мм	14,8	25,8	20,0	20,2
	10–20 мм	66,2	30,1	29,5	41,9
	20–30 мм	63,7	36,6	35,0	45,1
	30 и более	84,9	39,0	47,3	57,1
Журавинка	5–10 мм	4,4	27,9	17,3	16,5
	10–20 мм	10,6	34,5	25,6	23,5
	20–30 мм	21,3	32,8	31,8	28,6
	30 и более	36,6	41,8	39,8	39,4
Вектар	5–10 мм	13,3	17,8	16,6	15,9
	10–20 мм	35,5	32,3	24,1	30,7
	20–30 мм	46,4	30,6	29,2	35,4
	30 и более	63,6	31,9	31,2	42,2

густота стояния и для посадки используются подготовленные машины. Данная информация подтверждена результатами, полученными в 2014–2015 гг. По отношению к контролю достоверная прибавка урожая при использовании семян фракции 5–10 мм получена у сорта Зорачка при посадке на глубину 6–8 см, которая составила в 2014 г. 6,7 т/га, в 2015 г. – 10,5 т/га (табл.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенной работы установлено, что при выращивании семенного картофеля в первичных питомниках размножения целесообразно использовать фракции 1-го клубневого поколения от 10 мм и выше. Увеличение диаметра семенных клубней 1-го клубневого поколения на каждые 10 мм обеспечивало рост урожайности в полевых условиях на 7,6–107,4 %. Урожайность репродукции ППР формировалась за счет максимального выхода стандартной семенной фракции (60 % и выше) и увеличения общего количества клубней на растение.

Список литературы

1. Картофель / Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаара. – Минск: ЧУП «Орех», 2004. – 465 с.
2. Литун, Б.П. Картофелеводство зарубежных стран / Б.П. Литун, А.И. Замотаев, Н.А. Андришина. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – С. 167.
3. Методические указания по оценке картофеля на устойчивость к клубневым гнилям / Д.А. Ильяшенко [и др.]. – Самохваловичи, 2010. – 52 с.
4. Эффективность сочетания полевого отбора с культурой *in vitro* при производстве качественного семенного материала картофеля / 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.

Поступила в редакцию 10.11.2016 г.

N.A. ANTSEPOVICH, V.L. MAHANKO, V.V. ANTSEPOVICH

SEED TUBER SIZE EFFECT ON THE QUALITY OF THE ORIGINAL POTATOES SEED

SUMMARY

The research results on the effect of varietal features and size of planting tubers on the quality of the original potatoes seed in 2013–2015 are represented in the article. It has been established that the fraction increase of the 1st tuber generation from 5 to 30 mm the number of tubers per plant is increased depending on the grade by 7.6–107.4 %.

Key words: potatoes, varietal features, first tuberous generation, original seed breeding.

УДК 635. 21.631.526.32:632.934.632.4

Н.А. Анципович, А.И. Попкович

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

КАЧЕСТВО СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ И ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИООРГАНИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ «ПРОРАСТИН» И «ПОЛИСТИН»

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований по оценке качества семенного картофеля и его продуктивности при использовании биоорганических препаратов «Прорастин» и «Полистин».

Ключевые слова: биоорганические препараты, обработка клубней, качество семенного картофеля, продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях обостряющейся экологической обстановки одним из факторов повышения урожайности картофеля является использование биоорганических препаратов. В отношении почвы и растений биоорганические препараты обладают полифункциональными свойствами, которые активизируют микробиологические, биохимические и физиологические процессы в почве, растениях и внесенных органических удобрениях [1].

Применение данных удобрений при производстве семенного картофеля также способствует увеличению выхода стандартной семенной фракции, росту коэффициента размножения и повышению качества посадочного материала [2].

Компания «Гринтек» разработала и производит универсальные биоорганические препараты «Прорастин» и «Полистин», обладающие одновременно удобрительными, ростостимулирующими и защитными свойствами. Такие свойства обеспечиваются составом препаратов, включающим на фоне полного набора макро- и микроэлементов значительные количества фитогормонов естественного происхождения (ауксинов, гиббереллинов, цитокининов) в сочетании с гуминовыми и фульвосоединениями, а также природные вещества, обладающие бактерицидными и фунгицидными свойствами (например, сера, бензойная кислота), и комбинацию штаммов ризосферных микроорганизмов – антагонистов фитопатогенов. Высокая эффективность препаратов обусловлена именно их уникальным составом. Состав препаратов – результат технологии микробиологической переработки органических отходов сельского хозяйства, также разработанной компанией «Гринтек».

Целью наших исследований являлось определение степени влияния биоорганических препаратов «Прорастин» и «Полистин» на качество семенного картофеля и его продуктивность [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2014–2015 гг. на базе севооборота отдела семеноводства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризующаяся следующими показателями: содержание гумуса – 2,6 %, фосфора – 18,8–22,9 мг/100 г почвы, калия – 29,9–33,2 мг/100 г почвы, рН – 5,78. Предшественники – озимый рапс. Минеральные удобрения – N_{80} , P_{90} , $K_{110-120}$.

Объектом исследований служили клубни сортов картофеля Лилея и Скарб. Схема посадки – 70 × 30 см. Повторность опытов четырехкратная, делянка двухрядковая по 30 клубней в рядке, площадь опытной делянки 12,6 м², размещение делянок рендомизированное. Площадь опыта 0,1 га. Семенной материал соответствовал требованиям нормативных документов (постановление № 37 Министерства сельского хозяйства и продовольствия и СТБ 1224-2000 (изменение № 2) для категории ИМ (исходный материал).

Опыты были заложены в соответствии со схемой:

1. Без обработки – контроль;
2. Обработка семенных клубней препаратом «Прорастин» (1 л/т);
3. Обработка вегетирующих растений препаратом «Полистин» (2 л/га);
4. Обработка семенных клубней препаратом «Прорастин» (1 л/т) и вегетирующих растений препаратом «Полистин» (2 л/га);
5. Обработка семенных клубней (0,15 л/т) и вегетирующих растений регулятором роста «Экосил» (0,2 л/т).

Обработку выполняли вручную ранцевым опрыскивателем: семенных клубней – перед посадкой из расчета 1 л/т по препарату, вегетирующих растений – в фазе бутонизации – начало цветения и каждые две недели после первой обработки, 3-кратное опрыскивание (2 л/га).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам проведения фенологических наблюдений за период 2014–2015 гг. существенного влияния обработок семенных клубней биоорганическим препаратом «Прорастин» на полевую всхожесть у изучаемых сортов не установлено. Она находилась в пределах контроля или незначительно превышала его (рис. 1).

При оценке влияния препаратов «Полистин» и «Прорастин» на урожайность картофеля в условиях 2014 г. более высокий показатель урожайности был получен у сорта Лилея при использовании препарата «Полистин» для обработки вегетирующих растений – 37,6 т/га, что на 11,2 % выше контроля. В варианте с предпосадочной обработкой клубней препаратом «Прорастин»

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

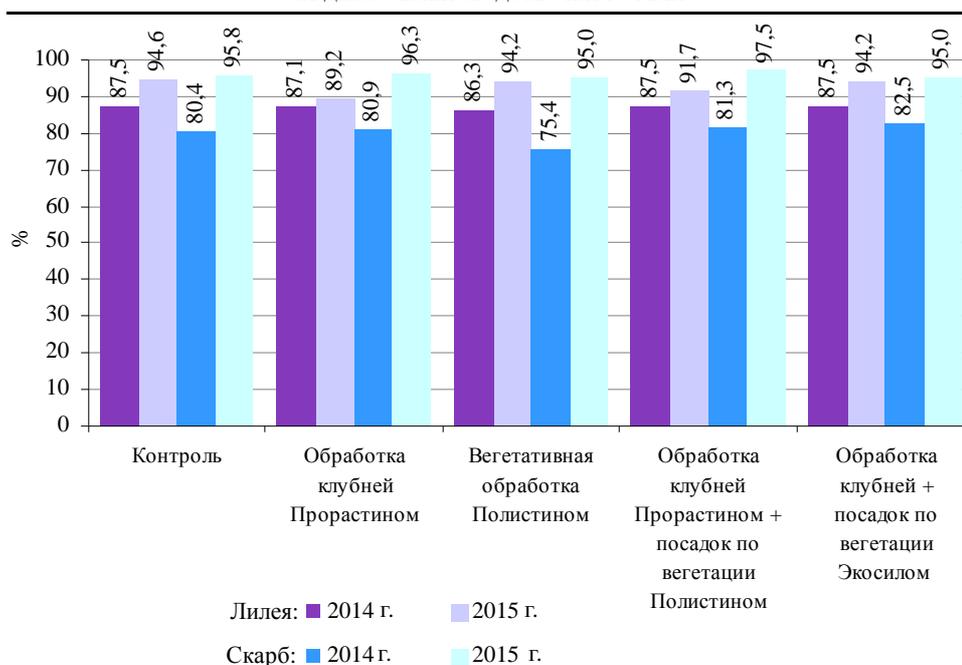


Рисунок 1 – Полевая всхожесть сортов Лилея и Скарб в зависимости от применяемых препаратов и способов обработок, %

урожайность выросла на 7,4 %. При этом показатель не превысил урожайность в варианте с применением Экосила для предпосадочной обработки семенных клубней и вегетирующих растений. Урожайность варианта с применением Экосила была выше на 13,3 % по отношению к контролю – 38,3 т/га.

В условиях 2015 г., как и в предыдущий год наблюдений, наиболее высокая урожайность у сорта Лилея получена при комплексном использовании Экосила – 39,4 т/га. Среди вариантов с применением удобрений «Прорастин» и «Полистин» ее величина составила 42,1 т/га, что выше контроля на 9,3 %.

На урожайность сорта Скарб применение биоорганических препаратов не оказало эффективного влияния, ее показатель находился на уровне контроля в течение всего периода наблюдений (рис. 2).

При оценке фракционного состава урожая 2014 г. отмечено, что применение препаратов в значительной степени оказало влияние на выход продовольственной фракции у сорта Лилея. Максимальная доля продовольственных клубней среди вариантов с применением биоорганических препаратов отмечена в варианте с комплексным применением обработок препаратами «Прорастин» и «Полистин» – 41,3 %, что на 9,0 % выше контроля. В 2015 г. применение препаратов стимулировало рост доли семенной фракции. У сорта Лилея количество клубней величиной 30–60 мм увеличилось на 27,4–39,4 %. Максимальный выход семенных клубней отмечен в варианте с обработкой вегетирующих растений препаратом «Полистин» – 58,9 % (рис. 3).

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

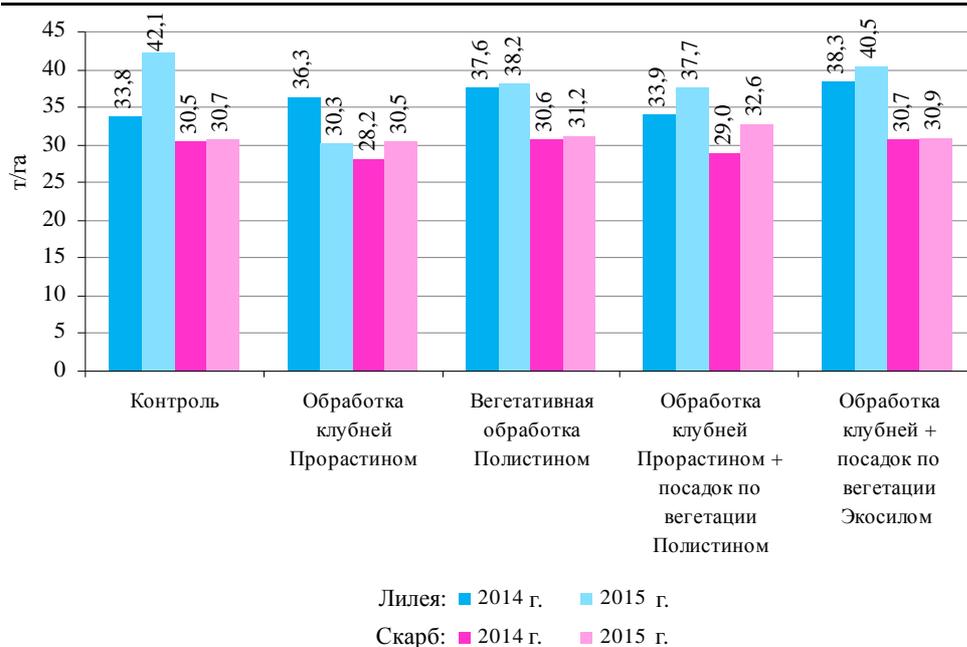


Рисунок 2 – Урожайность сортов Лилея и Скарб в зависимости от вида и способа применения биоорганических препаратов, т/га

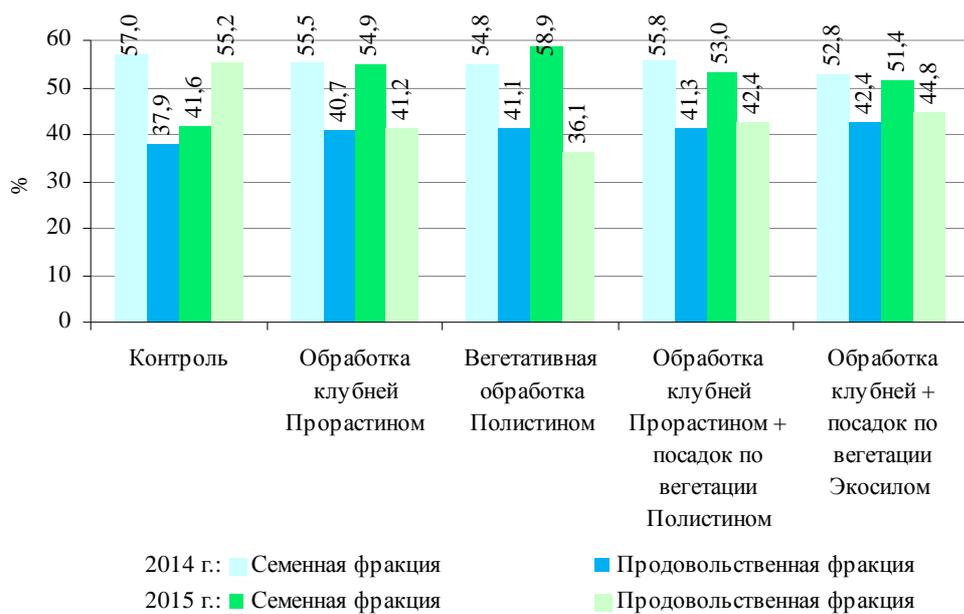


Рисунок 3 – Доля семенных и продовольственных клубней в структуре урожая сорта Лилея, %

Анализ фракционного состава урожайности сорта Скарб показал, что в 2014 г. количество клубней величиной более 60 мм увеличилось по отношению к контролю на 4,1–11,1 % в зависимости от варианта. Большой выход продовольственной фракции отмечен в варианте с комплексным применением препаратов – 26,1 %. Увеличение доли семенных клубней отмечено в вариантах с предпосадочной обработкой клубней препаратом «Прорастин» и в варианте с вегетативной обработкой препаратом «Полистин» – 72,2–72,8 % соответственно.

В условиях 2015 г. у сорта Скарб, как и в условиях предыдущего года, применение комплекса препаратов «Прорастин» и «Полистин» обеспечило выход продовольственной фракции на 7,6 % выше, чем в контрольном варианте, что, однако, не привело к росту урожайности (рис. 4).

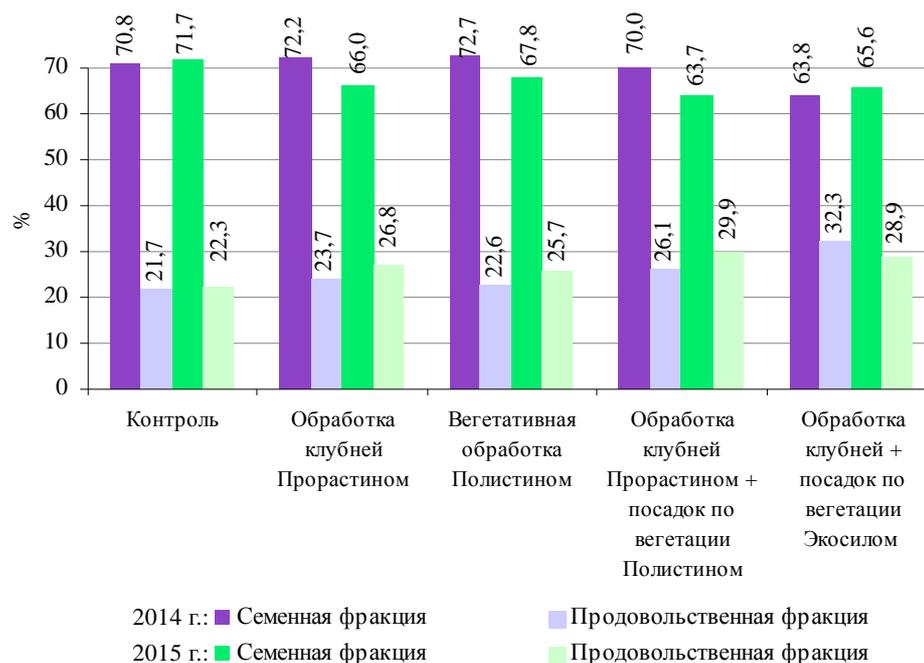


Рисунок 4 – Доля клубней семенной фракции в структуре урожая сорта Скарб, %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изучении эффективности биоорганических удобрений «Прорастин» и «Полистин» установлено, что в варианте с применением Полистина обработка вегетирующих растений, при сложившихся погодных условиях 2014 г., способствовала увеличению урожайности до 37,6 т/га. Также отмечено, что применение препаратов в значительной степени оказало влияние на выход продовольственной фракции у сорта Лилея, а в 2015 г. применение препаратов стимулировало рост доли семенной фракции.

У сорта Скарб применение комплекса препаратов «Прорастин» и «Полистин» обеспечило выход продовольственной фракции на 7,6 % выше, чем в контрольном варианте, однако урожайность не увеличилась. Ее показатель находился в пределах ошибки опыта в течение всего периода наблюдений.

Список литературы

1. Гамбург, К.З. Регуляторы роста растений / К.З. Гамбург, О.Н. Дулаева, Р.С. Муромцев. – М.: Колос, 1979. – С. 90–104.
2. Томсон, А.Э. Торф и продукты его переработки / А.Э. Томсон, Г.В. Наумова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 328 с.
3. Фомичева, Е.В. Эффективность применения новых биоорганических препаратов компании «Гринтек» на картофеле./ Е.В. Фомичева, В.В. Мохов // Авторефераты [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://dis.podelise.ru/text/index-35617.html?page=6>. – Дата доступа: 29.11.2016.

Поступила в редакцию 17.11.2016 г.

N.A. ANTSHPOVICH, A.I. POPKOVICH

SEED POTATOES QUALITY AND ITS PRODUCTIVITY IN USE OF BIO-ORGANIC PREPARATIONS «PRORASTIN» AND «POLISTIN»

SUMMARY

The research results of seed potatoes quality and its productivity in use of bio-organic preparations «prorastin» and «polestin» in presented un the article.

Key words: bio-organic preparations, tubers treatment, seed potatoes quality, productivity.

УДК 635. 21.631.526.32:632.934.632.4

В.И. Дударевич, А.И. Попкович

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

ЗАВИСИМОСТЬ ПОСЕВНЫХ И СЕМЕННЫХ КАЧЕСТВ ОТ ГЛУБИНЫ И ГУСТОТЫ ПОСАДКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ ПО ГРЯДОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты полевых испытаний производства семенного картофеля по трехстрочной грядовой технологии с применением современных сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: картофель, густота посадки, глубина посадки, урожайность, грядовая технология.

ВВЕДЕНИЕ

Производство конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции с высоким уровнем качества невозможно без применения современных ресурсо- и энергосберегающих технологий и технических средств.

Государственной программой «Агропромкомплекс – устойчивое развитие села» предусмотрено совершенствование средств механизации производственных процессов. Наряду с развитием конструкций универсально-пропашных тракторов ставка делается и на применение комбинированных широкозахватных агрегатов, когда за один проход выполняется несколько операций (подготовка почвы, сев, внесение удобрений). Применение таких агрегатов позволяет снизить энергетические и экономические затраты [1].

Использование тяжелых энергонасыщенных тракторов в картофелеводстве потребовало увеличения ширины междурядий до 90–140 см и производства картофеля по грядовым технологиям.

Применение широкорядных технологий позволяет повысить производительность сельскохозяйственных машин до 20 %, уменьшить плотность почвы в зоне клубнеобразования в 1,5–1,9 раза и создать благоприятный водно-воздушный режим в период вегетации, что, соответственно, способствует повышению качества семян картофеля [2].

Грядовая технология производства семенного и продовольственного картофеля основана на использовании специальных сельскохозяйственных машин GRIMME: грядообразователя CS 1500, сепаратора гряд BSF 2000, картофелесажалок серии GL и GB, самоходных и прицепных комбайнов с боковым подкопом. Она позволяет при производстве (посадка, механические обработки в период вегетации, уборка) использовать высокопроизводительные тракторы класса

МТЗ 1221, 1523 и т. д., а также снизить энергозатраты при комбайновой уборке за счет уменьшения объема сепарируемой почвы на 38–44 % [3].

Для возделывания картофеля по грядовой технологии производители машин стран ЕС разработали серию картофелесажалок с высаживающим аппаратом ременного типа серии GB. Для производства семенного картофеля была рекомендована модель GB 330, конструкция которой позволяет формировать на гряде 180 см три ряда по 42 см или два ряда по 84 см.

За счет конструктивных особенностей ременного высаживающего элемента рабочая скорость машины увеличивается по сравнению с высаживающими машинами ложечного типа. Бункер объемом 3 т обладает достаточной вместительностью, чтобы обеспечить высокую производительность на больших площадях. Трехрядная схема посадки в гряде способствует лучшему распределению семенных клубней в гряде, формированию заданной густоты и площади питания, равномерным всходам, рациональному использованию солнечной радиации.

Конструкция картофелесажалки предусматривает оснащенность ее приспособлениями для локального внесения удобрений и аппликаторами для протравливания семенных клубней, компьютерное оборудование для установления густоты и глубины посадки, а также контроля за выполнением требуемых параметров [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по изучению оптимальных технологических параметров производства семенного картофеля по трехстрочной грядовой технологии проводились в 2014–2015 гг. на базе отдела семеноводства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 2,1 %, фосфора – 17,6–21,4 мг/100 г почвы, калия – 27,9–30,3 мг/100 г почвы, pH – 5,7. Предшественник – озимые зерновые. Минеральные удобрения внесены из расчета по действующему веществу – $N_{90}P_{80}K_{140}$.

Объектами исследований являлись: сорта картофеля Дельфин (ранний), Скарб (среднеспелый), Журавинка (среднепоздний), двухстрочные (ширина междурядий в гряде 75 см) и трехстрочные (ширина междурядий в гряде 42 см) схемы посадки на гряде 1,8 м, глубина и густота посадки. Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок системное. Площадь опыта – 1 га, учетных делянок – 25 м². Химическая защита посадок картофеля в период вегетации общепринятая для данной зоны выращивания.

Семенной материал соответствовал репродукции суперэлиты.

Схема опыта.

Фактор А – глубина посадки, см:

– 10–12;

– 14–15.

Фактор Б – густота посадки, тыс/га:

– 50;

– 60;

– 70.

Фенологические и биометрические наблюдения, учеты урожая и его структуры осуществляли по общепринятым методикам [4, 5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате полевых наблюдений влияние фактора Б (густота посадки) на полевую всхожесть не выявлено. Влияние фактора А (глубина посадки) отмечено у сортов Скарб и Журавинка. С увеличением глубины посадки с 10 до 15 см от поверхности клубня количество взошедших растений у сорта Скарб уменьшилось на 2,2–2,5 %, у сорта Журавинка – на 6,2–7,2 % (табл. 1).

На посадках по двухстрочной схеме (2015 г.) период от начала до полных всходов был более растянут (особенно у сорта Скарб), полевая всхожесть ниже аналогичных вариантов (густота 60 тыс/га) трехстрочной схемы.

Количество стеблей на 1 га возрастало пропорционально увеличению густоты посадки. Повышение ее с 50 до 70 тыс/га привело к росту общего количества продуктивных стеблей на 1 га в зависимости от сорта в 1,26–1,53 раза. Кроме того, отмечено незначительное влияние глубины посадки на формирование стеблестоя. Разница между вариантами составила 15,0–17,6 %.

Оптимальное количество продуктивных стеблей на 1 га у сортов Дельфин и Журавинка сформировалось в вариантах с густотой посадки 70 тыс/га, у сорта Скарб – 60–70 тыс/га (рис. 1).

В 2014 г. более высокая урожайность у сортов Дельфин и Скарб наблюдалась при посадке на глубину 10–12 см, у сорта Журавинка – 14–15 см. Достоверная прибавка урожая в зависимости от фактора А в данных вариантах составила 1,9–2,8 т/га у сорта Дельфин (густота посадки 60 и 70 тыс/га), 5,7–19,1 – у сорта Скарб и 2,5 т/га у сорта Журавинка при посадке 70 тыс/га на глубину 14–15 см.

Повышенная температура воздуха и низкий уровень осадков в 2015 г. способствовали снижению урожая изучаемых сортов на 3,7–48,1 % по отношению

Таблица 1 – Полевая всхожесть сортов Дельфин, Скарб и Журавинка в зависимости от густоты и глубины посадки (трехстрочная рядовая технология), 2014–2015 гг.

Фактор А (глубина посадки), см	Фактор Б (густота посадки), тыс/га	Полевая всхожесть, %		
		Дельфин	Скарб	Журавинка
10–12	50	96,8	96,6	97,6
	60	92,1	96,2	96,1
	70	92,8	95,0	95,4
14–15	50	94,4	94,1	90,9
	60	91,1	94,0	88,9
	70	89,9	92,8	89,2

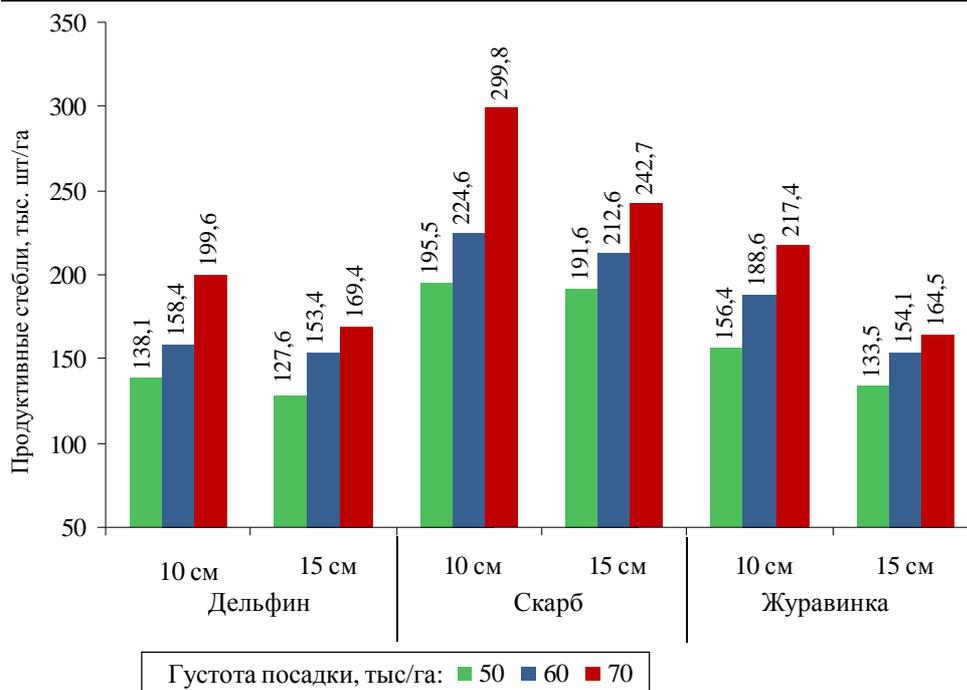


Рисунок 1 – Общее количество продуктивных стеблей сортов Дельфин, Скарб и Журавинка в зависимости от густоты и глубины посадки (трехстрочная грядковая технология) в 2014–2015 гг., тыс. шт/га

к предыдущему году. Более стабильная урожайность в данных условиях отмечалась при посадке на глубину 14–15 см.

Анализ зависимости урожая от густоты посадки показал, что увеличение нормы расхода посадочных клубней с 50 до 70 тыс/га способствовало росту урожайности сортов Скарб и Журавинка при посадке на глубину 10–12 см на 4,7–14,8 т/га, сортов Дельфин и Скарб при посадке на глубину 14–15 см на 4,3–12,5 т/га.

Совместное влияние факторов А и Б на урожайность отмечено только у сорта Скарб в варианте с густотой посадки 70 тыс/га (табл. 2).

Равномерное распределение семенных клубней в гряде, а также модулирование заданной густоты и площади питания при трехстрочной посадке способствовали максимальному выходу семенной фракции и повышению коэффициентов размножения изучаемых сортов. Независимо от густоты посадки более высокие коэффициенты размножения сортов Дельфин, Скарб и Журавинка получены в вариантах с глубиной посадки 14–15 см (рис. 2).

В условиях 2015 г. проведена сравнительная оценка двух- и трехстрочных схем посадки (густота 60 тыс/га). В результате проведенного мониторинга у сортов Скарб и Журавинка в вариантах с глубиной посадки 10–12 см было отмечено достоверное преимущество двухстрочной схемы посадки с шириной междурядий 75 см.

Таблица 2 – Урожайность сортов Дельфин, Скарб, Журавинка в зависимости от глубины и густоты посадки при выращивании по грядовой технологии, 2014–2015 гг.

Сорт	Марка картофеле-сажалки	Фактор Б (густота посадки), тыс/га	Фактор А (глубина посадки), см					
			10–12			14–15		
			Урожайность, т/га					
			2014 г.	2015 г.	Средняя за 2 года	2014 г.	2015 г.	Средняя за 2 года
Дельфин	GB - 330	50	20,8	26,2	23,5	19,5	22,6	21,1
		60	23,9	24,8	24,3	22,0	28,1	25,0
		70	27,4	22,9	25,1	24,6	35,1	29,8
	GL 32В	60	–	25,4	–	–	22,6	–
	Среднее				24,3			25,3
	<i>НСР для фактора А</i>		<i>2014 г. – 1,73</i>			<i>2015 г. – 2,03</i>		
	<i>НСР для фактора Б</i>		<i>2014 г. – 3,01</i>			<i>2015 г. – 2,86</i>		
	<i>НСР для факторов А и Б</i>		<i>2014 г. – 2,12</i>			<i>2015 г. – 4,05</i>		
Скарб	GB - 330	50	35,2	18,3	26,7	25,9	28,0	26,9
		60	36,0	21,9	28,9	30,3	27,7	29,0
		70	57,5	33,1	45,3	38,4	32,3	35,3
	Среднее				33,6			30,4
	GL 32В	60	–	26,5	–	–	25,9	–
	<i>НСР для фактора А</i>		<i>2014 г. – 1,55</i>			<i>2015 г. – 1,76</i>		
	<i>НСР для фактора Б</i>		<i>2014 г. – 1,90</i>			<i>2015 г. – 2,49</i>		
	<i>НСР для факторов А и Б</i>		<i>2014 г. – 2,69</i>			<i>2015 г. – 3,52</i>		
Журавинка	GB - 330	50	21,7	15,1	18,4	20,9	25,4	23,1
		60	25,6	21,1	23,3	27,0	27,9	27,4
		70	28,9	19,8	24,3	31,4	25,7	28,5
	Среднее				22,0			26,3
	GL 32В	60	–	28,1	–	–	25,1	–
	<i>НСР для фактора А</i>		<i>2014 г. – 1,81</i>			<i>2015 г. – 1,71</i>		
	<i>НСР для фактора Б</i>		<i>2014 г. – 2,22</i>			<i>2015 г. – 2,41</i>		
	<i>НСР для факторов А и Б</i>		<i>2014 г. – 3,14</i>			<i>2015 г. – 3,42</i>		

Анализ структуры урожая, произведенного по двух- и трехстрочной грядовой технологиям, показал, что коэффициенты размножения изучаемых сортов и выход семенной фракции были выше в вариантах с использованием картофелесажалки GB - 330 (трехстрочная схема посадки) (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения влияния глубины и густоты посадки при выращивании семенного картофеля по трехстрочной грядовой технологии установлено, что загущенность посадок с 50 до 70 тыс/га способствовала повышению количества продуктивных стеблей на 1 га сортов Дельфин, Скарб и Журавинка в 1,26–1,53 раза. Влияние глубины посадки не превышало 15,0–17,6 %.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

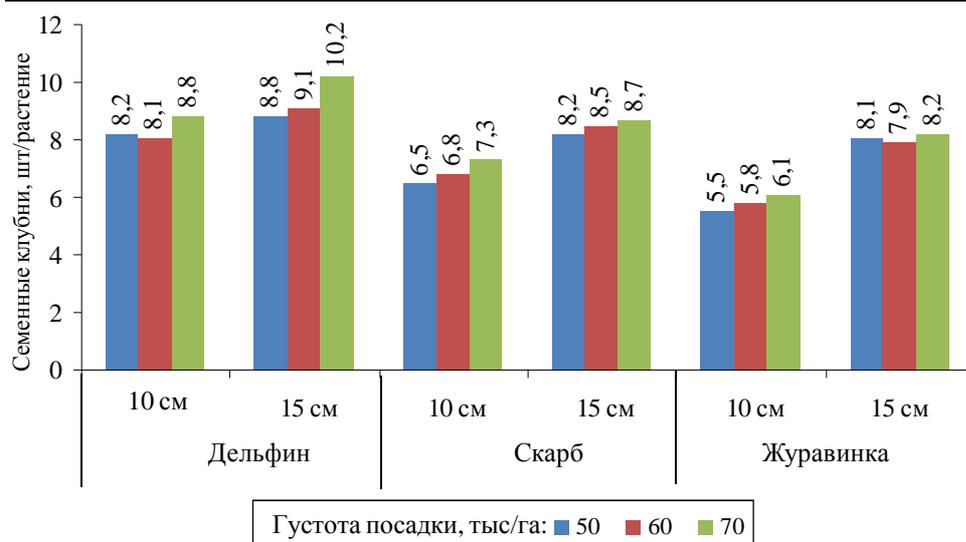


Рисунок 2 – Коэффициенты размножения сортов Дельфин, Скарб и Журавинка в зависимости от схем посадки, %

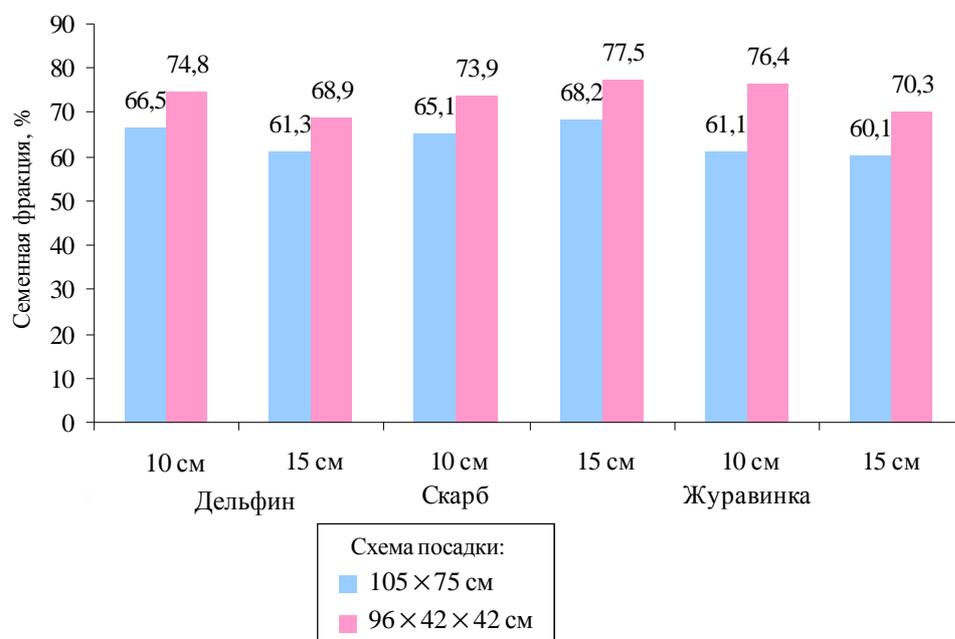


Рисунок 3 – Выход семенной фракции сортов Дельфин, Скарб и Журавинка в зависимости от схем посадки (грядовая технология 2015 г.), %

Оптимальная густота посадки для сорта Дельфин – 70 тыс/га, сорта Скарб – 60 и 70, для сорта Журавинка – 70 тыс/га. По отношению к густоте 50 тыс/га прибавка урожая в данных вариантах составила 4,3–14,8 т/га.

Более высокий выход семенной фракции и максимальные коэффициенты размножения получены в вариантах с глубиной посадки 14–15 см.

Список литературы

1. Ключков, А.В. Механизация рационального картофелеводства / А.В. Ключков, В.А. Попов. – Горки: Агрокапиталконсалт, 2006. – С. 43–47.
2. Перспективы развития технологии выращивания картофеля на грядах / В.И. Старовойтов [и др.] // Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – С. 148.
3. Настольная книга картофелевода / С.А. Турко [и др.]; под ред. С.А. Турко; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск, 2007. – С. 39–40.
4. Методика исследований по культуре картофеля / НИИ картофельного хозяйства; редкол.: Н.С. Бацанов [и др.]. – М., 1967. – 265 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.

Поступила в редакцию 10.11.2016 г.

V.I. DUDAREVICH, A.I. POPKOVICH

SEEDING AND SEED PROPERTIES DEPENDENCE ON CROP DEPTH AND PLANTING DENSITY OF SEED POTATOES PRODUCTION IN BED TECHNOLOGY

SUMMARY

The field tests results of seed potatoes production by three-line bed technology with the modern agricultural machinery are given in the article.

Key words: potatoes, planting density, planting depth, yield, bed technology.

УДК 635.21:631.531.02:581

Е.В. Овэс, О.С. Колесова, С.В. Жевора

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

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРОКЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ *IN VITRO*

РЕЗЮМЕ

*Внедрение технологии выращивания микроклубней в лабораторный процесс способствует круглогодичному выращиванию *in vitro* материала и может быть использовано в качестве дополнения к программе клонального микроразмножения. Получение микроклубней на основе применения контейнерной технологии позволит увеличить площадь питания растений в стерильном сосуде и соответственно получить более высокий выход стандартной фракции. В результате применения данного элемента технологии коэффициент размножения исследуемых сортов возрос в 1,3–1,4 раза по сравнению с вариантом образования микроклубней в пробирочной культуре. Количественный выход стандартной фракции в результате использования контейнерной технологии увеличился в 1,5–1,8 раза, что позволило создать дополнительный фонд исходного материала для оригинального семеноводства картофеля.*

Ключевые слова: картофель, микроклубни *in vitro*, исходный оздоровленный материал, модификация питательной среды, оригинальное семеноводство.

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения высоких урожаев клубней в семеноводстве картофеля одним из главных элементов технологического процесса является получение здорового исходного материала, свободного от вирусных и других инфекций. На первоначальном этапе ведения семеноводства компании, производящие высокие классы семенного картофеля, в большинстве случаев используют *in vitro* материал в виде микрорастений, реже – микроклубней. Практичность применения микрорастений заключается в ускоренном размножении и тиражировании *in vitro* материала до необходимых объемов, однако характеризуется сезонностью и большими затратами труда и времени в период его высадки в культивационных сооружениях. Преимущество метода получения микроклубней заключается в отсутствии сезонности при их выращивании и возможности длительного хранения исходного материала.

Не столь широкая распространенность микроклубней в качестве здорового исходного материала обусловлена технологией и календарными сроками

их получения, а также размерными характеристиками, позволяющими отнести их к стандартной фракции.

В биотехнологической практике для индуцирования микроклубнеобразования используются элементы технологий, включающие различные сочетания факторов, способствующие в искусственных условиях образованию микроклубней [3, 6, 12, 19]. К ним, прежде всего, относится применение различных модификаций питательных сред. На основе полученных результатов доказано, что при содержании сахарозы 6–8 % количество и масса микроклубней увеличивается по сравнению с вариантом применения 4 %-й концентрации [4, 6, 7, 10]. При концентрации сахарозы ниже 4 и выше 10 % нарушается клубнеобразование или формируются мелкие микроклубни [7]. На основе проведенных многочисленных исследований в данном направлении получены самые разные результаты, и во всех сообщениях описан сходный процесс получения *in vitro* микроклубней. В целом он включает выращивание микрорастений в течение 4–5 недель на питательной среде с содержанием 2–3 % сахарозы, индукции клубнеобразования с внесением в среду регуляторов роста или повышенной концентрации сахарозы и выращивания микроклубней до стадии созревания [1, 2, 5, 6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Контейнерная технология производства микроклубней *in vitro* заключается в выращивании микрорастений и микроклубней в специальных стерильных сосудах (пластиковых контейнерах) размером 18 × 18 см. Их конструкция содержит специальную насадку, позволяющую производить обмен питательной среды без нарушения стерилизации контейнера. Каждый состав среды содержит комплекс питательных элементов, необходимых для прохождения определенной фазы роста. При прохождении каждой фазы создаются специальные температурные и фиторежимы с использованием специальных климатических камер (инкубаторов). Регенерация эксплантов проходит на первой среде, содержащей 2 % сахарозы, при 16-часовом режиме в условиях климатической камеры. При достижении растениями 12–15 см проводят обмен питательной среды, способствующей индуцированию клубнеобразования с применением 8 %-й концентрации сахарозы. Контейнеры со второй питательной средой размещают в другую климатическую камеру с фотопериодом 8 ч при температуре 18–20 °С и 16 ч при 10–12 °С. В таких условиях происходит индукция и инициация столонов, после чего осуществляют обмен питательной среды на третий состав, способствующий формированию и дозреванию микроклубней с 3 %-й концентрацией сахарозы. Микроклубнеобразование проходит в условиях полной темноты, для этих целей используют темное, хорошо проветренное помещение.

В качестве контрольного варианта задействовали традиционный метод получения микроклубней *in vitro* с применением пробирочной технологии. Микрочеренки высаживали на агаризованной питательной среде с минеральным

составом Мурасиге-Скуга (МС), содержащей 2 %-ю концентрацию сахарозы, и размещали в условиях фитотрона при 16-часовом фотопериоде. Опыт закладывали в четырехкратной повторности по 25 черенков. После регенерации растений из микрочеренков в пробирки добавляли жидкую питательную среду МС с высокой концентрацией сахарозы (8 %) с последующим размещением в условиях полной темноты. Уборку в исследуемых вариантах проводили по мере дозревания микроклубней с определением их фракционного состава. Сохранность материала определяли через 10 дней после уборки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Формирование биомассы в период роста микрорастений в контейнерах зависело от биологических особенностей используемых для исследований сортов. Период регенерации растений из микрочеренков при использовании контейнерной технологии составлял от 25 до 35 дней у сортов Жуковский ранний, Юбилей Жукова и Никулинский. У остальных сортов по этому показателю отмечено превышение на 5–10 дней (табл. 1). Медленное развитие и соответственно увеличение периода регенерации растений в контейнерах было отмечено у сорта Колобок. Морфогенез данного сорта составил 40–45 дней.

Применение высоких концентраций сахарозы на картофеле в культуре *in vitro* способствует интенсивному столонообразованию, однако использование высоких концентраций данного органического вещества в составе питательной среды при черенковании микрорастений является не столь благоприятным фактором. Такие растения отстают в росте и формируют слабый листовый аппарат [1, 2, 8, 9]. При выращивании микроклубней в контейнерах питательную среду, включающую высокую концентрацию сахарозы, применяют, когда биомасса *in vitro* материала сформирована. Присутствие данного элемента в технологии не оказывает влияния на процесс органогенеза в период регенерации микрорастений.

Инициация столонов и их ветвление зависели от биологических особенностей исследуемых сортов картофеля. Формирование столонов у сорта

Таблица 1 – Фазы роста, развития и микроклубнеобразования растений картофеля в контейнерах, дней

Сорт	Период роста микрорастений	Столонообразование	Микроклубнеобразование	Период вегетации в контейнере
Жуковский ранний	25–30	20–25	35–40	80–95
Удача	35–40	35–40	50–60	120–140
Метеор	35–40	40–50	50–60	125–150
Невский	30–35	40–50	40–50	110–135
Юбилей Жукова	30–35	40–50	50–60	120–145
Голубизна	35–40	40–50	50–60	125–150
Никулинский	30–35	40–50	50–60	120–145
Колобок	40–45	35–40	50–60	125–145

Жуковский ранний при использовании контейнерной технологии происходило за 20–25 дней, в то время как у остальных сортов данный процесс проходил в среднем за 40 дней. Индукция клубнеобразования, формирование и созревание микроклубней при использовании контейнерной технологии происходили после обмена питательной среды на третий изученный состав. Согласно полученным результатам период клубнеобразования исследуемых сортов в среднем составил 50–55 дней, за исключением сорта Жуковский ранний, у которого данный период оказался в 1,4 раза меньше.

Обобщение полученных данных подтверждает, что период вегетации растений и формирования *in vitro* микроклубней при использовании контейнерной технологии находился в прямой зависимости от сортовых особенностей. Жуковский ранний характеризовался интенсивным прохождением фаз роста, развития и микроклубнеобразования. Его период онтогенеза составил 100–120 дней, что соответственно меньше по сравнению с другими исследуемыми сортами на 40–55 дней.

Формирование микроклубней в контрольном варианте с применением пробирочной технологии существенно отличалось от контейнерной. Сравнительная оценка полученных результатов показывает, что период онтогенеза микрорастений при контейнерной технологии увеличивался по сравнению с контрольным вариантом в 1,4 раза. Если формирование микроклубней в контрольном варианте происходило за 70–110 дней, то по контейнерной технологии этот период составил 100–150 дней (рис. 1). Такие сорта, как Жуковский ранний, Юбилей Жукова и Никулинский при применении пробирочной технологии сформировали микроклубни за 70–80 дней. Сорта Удача, Колобок

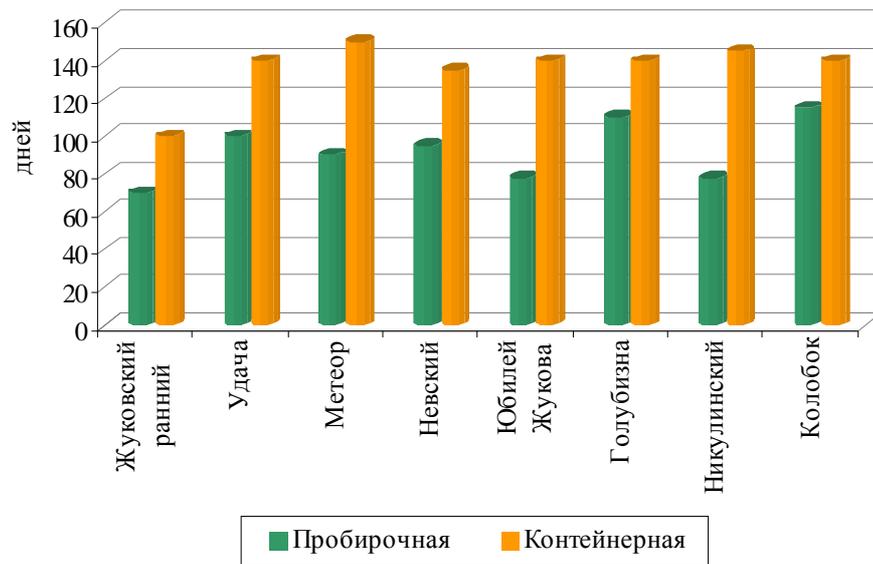


Рисунок 1 – Период формирования микроклубней картофеля с применением различных технологий, дней

и Голубизна характеризовались более длинным периодом – 95–100 дней. По контейнерной технологии эти показатели на сортах Юбилей Жукова и Никулинский возросли почти вдвое.

При сравнении исследуемых технологий микроклубнеобразования была отмечена тенденция интенсивного формирования микроклубней у сорта Жуковский ранний. Длинным периодом формирования микроклубней характеризовались сорта Голубизна и Колобок в контрольном варианте и Метеор, Голубизна, Никулинский и Колобок при применении контейнерной технологии.

Эффективность применения различных методов размножения *in vitro* материала на практике оценивается по показателям их продуктивности. Продуктивность микроклубнеобразования отражается коэффициентом размножения одного растения и фракционными характеристиками полученных микроклубней. К стандартной фракции относятся микроклубни, превышающие в поперечном диаметре 0,9 мм.

Коэффициент размножения одного растения с применением пробирочной технологии показывает, что данный показатель также зависит от сортовых особенностей. Наибольшим он оказался у сортов Жуковский ранний и Невский – 1,9–2,0 шт/растение, наименьшим – у сортов Метеор и Колобок – 1,1 шт/растение (табл. 2). Анализ фракционного состава при оценке материала из пробирочной культуры отражает низкий количественный выход стандартной фракции микроклубней. У сортов Удача, Невский, Юбилей Жукова и Голубизна они составили 17–28 %, у сортов Жуковский ранний и Никулинский – 46–54 %.

Согласно полученным результатам прямое влияние на продуктивность и коэффициент размножения при получении микроклубней в контейнерах также было обусловлено особенностями биологии исследуемых сортов. Высокой продуктивностью характеризовался сорт Жуковский ранний. Он образовал в среднем 2,6 микроклубня в расчете на одно растение (табл. 3). Средние показатели по количественному составу полученных микроклубней *in vitro* были

Таблица 2 – Клубнеобразование *in vitro* на сортах картофеля различных групп спелости с применением пробирочной технологии

Сорт	Коэффициент размножения	Выход микроклубней от 100 растений				
		Всего	В том числе			
			стандартные		нестандартные	
			шт.	%	шт.	%
Жуковский ранний	1,9	187	87	46	100	53
Удача	1,6	156	27	17	129	83
Метеор	1,1	106	46	43	60	57
Невский	2,0	199	56	28	143	72
Колобок	1,1	115	36	31	79	69
Юбилей Жукова	1,5	148	35	24	113	76
Голубизна	1,4	137	38	28	99	72
Никулинский	1,2	124	67	54	57	46

Таблица 3 – Клубнеобразование *in vitro* на сортах картофеля различных групп спелости по контейнерной технологии

Сорт	Коэффициент размножения	Выход микроклубней с одного контейнера, шт.				
		Всего	В том числе			
			стандартные		нестандартные	
			шт.	%	шт.	%
Жуковский ранний	2,6	157	122	78	35	22
Удача	1,0	60	40	67	20	33
Метеор	1,0	65	40	62	25	38
Невский	1,7	100	60	60	40	40
Колобок	1,4	84	42	50	42	50
Юбилей Жукова	1,2	70	50	71	20	29
Голубизна	1,0	62	36	58	26	42
Никулинский	1,7	100	65	65	35	35

отмечены на сортах Невский и Никулинский. Их коэффициенты размножения составили 1,7 шт/растение. У остальных исследуемых сортов данный показатель не превышал 1,0 микроклубня.

Важным критерием оценки при получении урожая *in vitro* микроклубней в культуре ткани является соответствие нормативным требованиям стандарта в отношении их размера. Оценка полученного исходного материала по выходу стандартной фракции показывает преимущество контейнерной технологии по сравнению с пробирочной. В среднем в результате применения контейнерной технологии выход микроклубней, соответствующих стандартным характеристикам, варьировал от 50 до 78 %. Наибольшее количество отмечено у сортов Жуковский ранний и Юбилей Жукова – 71–78 %. Более низкие показатели были получены по сортам Колобок и Голубизна – 50–58 %.

Наряду с количественным выходом, одним из главных критериев, определяющих значимость проводимой работы по выращиванию оздоровленного исходного материала, является сохранность. После уборки ряд микроклубней теряет тургор и подсыхает. Результаты проводимой оценки по определению сохранности микроклубней показывают, что на стандартной фракции при использовании пробирочной технологии данный показатель составил 97–100 %. Незначительное колебание сохранности отмечено на нестандартном материале – 86–100 % (табл. 4). По контейнерной технологии сохранность стандартной фракции микроклубней не отличалась от пробирочной культуры. Более существенные отклонения были отмечены при определении сохранности нестандартной фракции, что объясняется присутствием в контейнерах повышенной влажности воздуха и потерей тургора физиологически незрелых микроклубней.

Внедрение технологии выращивания микроклубней в лабораторный процесс способствует круглогодичному выращиванию *in vitro* материала и может быть использовано в качестве дополнения к программе клонального микроразмножения, поскольку по стандартной номенклатуре микроклубни *in vitro*

Таблица 4 – Сохранность микроклубней *in vitro* при разных технологиях

Сорт	Пробирочная				Контейнерная			
	Стандартные		Нестандартные		Стандартные		Нестандартные	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Жуковский ранний	86	99	95	95	118	96	30	85
Удача	27	100	120	93	40	100	10	50
Метеор	46	100	60	100	40	100	21	84
Невский	54	96	134	93	60	100	33	82
Колобок	35	97	70	89	38	90	35	83
Юбилей Жукова	35	100	110	97	50	100	15	75
Голубизна	38	100	98	86	33	94	20	77
Никулинский	65	97	55	96	60	92	30	85

равноценны микрорастениям и также используются в качестве исходного материала для высадки в грунт и получения мини-клубней. Преимущество метода получения микро-клубней заключается в отсутствии сезонности при их выращивании и возможности длительного хранения биоматериала. Применение контейнерной технологии получения микроклубней *in vitro* позволит увеличить выход стандартной фракции и, таким образом, создать дополнительный фонд исходного материала для оригинального семеноводства картофеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Онтогенез растений при формировании *in vitro* микроклубней зависит от биологических особенностей исследуемых сортов и применяемой технологии выращивания. Период получения микроклубней при использовании контейнерной технологии увеличивался по сравнению с пробирочной культурой в 1,4 раза. Согласно полученным результатам формирование микроклубней в пробирочной культуре происходило за 70–110 дней, по контейнерной технологии – 100–150 дней. Интенсивным прохождением фаз роста, развития и микроклубнеобразования характеризовался сорт Жуковский ранний, в среднем он образовал микроклубни за 90–100 дней, что меньше на 30–45 дней по сравнению с другими сортами. Коэффициент размножения одного растения сорта Жуковский ранний составил 2,6 ед., в то время как на остальных исследуемых сортах он варьировал от 1,0 до 2,0 ед. Выход стандартной фракции у большинства из изученных сортов зависел от технологии получения микроклубней. Максимальное количество стандартного материала отмечено у сорта Жуковский ранний при контейнерной технологии – 78 %.

Применение контейнерной технологии при выращивании *in vitro* микроклубней позволяет увеличить коэффициент размножения одного микро растения в 1,3–1,4 раза, при этом количественный выход стандартной фракции возрастает в 1,5–1,8 раза. Полученные микроклубни характеризуются хорошей сохранностью и являются качественным исходным здоровым материалом

для высадки в культивационных сооружениях и производства мини-клубней для оригинального семеноводства.

Список литературы

1. Анисимов, Б.В. Инновации в системе клонального микроразмножения картофеля / Б.В. Анисимов, Д.В. Смолеговец // Картофель и овощи. – 2008. – № 4. – С. 26–27.
2. Мелик-Саркисов, О.С. Получение безвирусного посадочного материала картофеля микроклубнями, индуцированными в культуре *in vitro*: метод. рекомендации / О.С. Мелик-Саркисов, В.Н. Овчинникова, Р.П. Ульянов. – М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 17 с.
3. Овчинникова, В.Н. Влияние гормональных и углеводных компонентов культуральной среды и условий выращивания на формообразовательные процессы в культуре картофеля *in vitro*: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / В.Н. Овчинникова; НИИ сельскохозяйственной биотехнологии РАСХН. – М., 1992. – 26 с.
4. Рассадина, Г.В. Влияние экзогенных цитокининов и углеводов на стимуляцию клубнеобразования у картофеля *in vitro* / Г.В. Рассадина, Н.О. Юрьева // Вопросы картофелеводства: сб. науч. тр. / ВНИИКХ. – М., 1994. – С. 59–62.
5. Уэринг, Ф.Ф. Физиология клубнеобразования и роль фитогормонов / Ф.Ф. Уэринг // Гормональная регуляция онтогенеза растений. – М.: Наука, 1984. – С. 55–70.
6. Ewing, E.E. Tuber formation in potato: induction, initiation and growth / E.E. Ewing, P.C. Struik // Horticultural reviews. – 1992. – № 14. – P. 89–198.
7. Garner, N. The induction and development of potato microtubers *in vitro* on media free of growth-regulating substances / N. Garner, J. Blake // Ann. Bot. – 1989. – № 63 (6). – P. 663–674.
8. Gopal, J. In vitro production of microtubers for conservation of potato germplasm: effect of genotype, abscisic acid, and sucrose / J. Gopal, A. Chamail, D. Sarkar // In Vitro Cell. Dev. Biol. – Plant, 2004. – № 40 (5). – P. 485–490.
9. Khuri, S. Investigations into the role of sucrose in potato cv. Estima microtuber production *in vitro* / S. Khuri, J. Moorby // Ann. Bot. – 1995. – № 75 (3). – P. 295–303.
10. Levy, D. Enhancement of tuberization of axillary shoot buds of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars cultured *in vitro* / D. Levy, J.E.A. Seabrook, S. Coleman // J. Exp. Bot. – 1993. – № 44 (259). – P. 381–386.
11. Thime, R. Erzeugung und anwendung von *in vitro* – knollen bei der anlage eines kartoffeldepots / R. Thime, R. Pett // Arch. Zuchtungsforch. – 1982. – № 12 (4). – P. 257–259.
12. Sucrose utilization during potato microtuber growth in bioreactors / Yu W.-C. [et al.] // Plant Cell Reports. – 2000. – № 19. – P. 407–413.

Поступила в редакцию 16.11.2016 г.

E. V. OVES, O. S. KOLESOVA, S. V. ZHEVORA

INNOVATIVE METHOD OF MICROTUBERS GROWING OF POTATOES *IN VITRO***SUMMARY**

Technology introduction of microtubers cultivation in laboratory process promotes year-round cultivation in vitro of material. It can be used as addition to the program of clonal microreproduction. Microtubers receiving on the basis of container technology use will allow to increase the plants food area in a sterile vessel and, respectively, to receive higher exit of standard fraction. As a result of this element application of technology the reproduction coefficient of the studied grades increased by 1.3–1.4 times in comparison with formation option of microtubers in cultures in tubes. The quantitative exit of standard fraction of container technology use increased by 1.5–1.8 times that allowed to create additional fund of initial material for original potatoes seed farming.

Key words: potatoes, microtubers *in vitro*, basic sanitize material, nutritional environment modification, original seed farming.

УДК 635.21: 631.53.01: 631.589: 631.53.02: 631.81.095.337

А.И. Попкович, И.А. Родькина, В.В. Анципович

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

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МИКРО- И НАНОУДОБРЕНИЙ В СЕМЕНОВОДЧЕСКИХ ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты исследований по оценке эффективности современных микро- и наноудобрений в семеноводческих посадках картофеля.

Ключевые слова: картофель, продуктивность, урожайность, наноудобрения (Наноплант Fe; Наноплант Co, Mn, Cu, Fe), микроудобрение (ADOPB).

ВВЕДЕНИЕ

Впервые термин «нанотехнология» употребил Норио Танигути в 1974 г. Он назвал этим термином производство изделий размером несколько нанометров [1]. Сейчас наноматериалы и нанотехнологии находят применение практически во всех областях сельского хозяйства: растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве, ветеринарии, перерабатывающей промышленности. Наряду с традиционными солевыми и хелатными формами удобрений, нанопрепараты становятся все более популярными и в растениеводстве. Их применяют как для внекорневой подкормки, так и для обработки семян [2].

Известно, что клеточная мембрана не способна пропускать внутрь клетки питательные вещества в виде крупных с точки зрения микромира молекулярных комплексов. Поэтому в процессе изготовления используются нанотехнологии по измельчению крупных молекулярных образований питательных и биологически активных веществ. Полученные вещества с характерными размерами молекул становятся гораздо более активными. Эффект здесь достигается благодаря более активному проникновению микроэлементов в растение за счет наноразмера частиц и их нейтрального (в электрохимическом смысле) статуса. Размер частиц этих веществ в десятки и даже сотни раз меньше, чем микроны. Их применение даст возможность при минимальных дозах препаратов достигать гораздо больших эффектов [3]. При некорневых подкормках наноудобрениями происходит воздействие непосредственно на листовую пластину, что ведет к увеличению количества и площади листьев, возрастает количество продуктивных стеблей, стимулируется обильное цветение, активизируется

синтез и отток питательных и биологически активных веществ из листа в плоды и в корневую зону. В ризосфере растений (область развития корневой системы) повышается биологическая активность и ускоряются процессы разложения, смягчается воздействие химического стресса в системе «почва – растение».

В результате применения наноудобрений 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 раза) [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Работа выполнена в 2014–2015 гг. в лаборатории оригинального семеноводства картофеля Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Полевые эксперименты проведены на базе севооборота № 2 (д. Озеро Узденского района Минской области). Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризующаяся следующими показателями: содержание гумуса 2,6 %, фосфора 18,8–22,9 мг/100 г почвы, калия 29,9–33,2 мг/100 г почвы, pH – 5,78. Предшественник – озимый рапс.

Объект исследований – сорта картофеля белорусской селекции различных групп спелости: Лилея – ранний, Скарб – среднеспелый, Вектар – среднепоздний. Повторность опытов четырехкратная, делянка двухрядковая по 30 клубней в рядке, площадь опытной делянки 12,5 м², размещение делянок рендомизированное.

Схема опыта (способы внесения микроудобрения «Наноплант»):

1. Без обработки – контроль;
2. Обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т);
3. Обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т);
4. Обработка посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe (0,1 л/га);
5. Обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т) + посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe;
6. Обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т) + посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe;
7. Обработка посадок по вегетации ADOPB (1 л/га).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обработки семенных клубней проводили препаратом «Наноплант Fe» в двух концентрациях: 400 и 800 г/т клубней. Для каждого варианта обработки определяли долю взошедших клубней в %. Результаты исследований представлены в таблицах 1 и 2.

В таблице 1 приведены результаты статистического анализа, полученные при группировке данных в зависимости от концентрации препарата для обработки клубней. Согласно полученным результатам применение

Таблица 1 – Полевая всхожесть клубней после обработки препаратом «Наноплант Fe» в концентрации 400 и 800 г/т, 2014–2015 гг.

Вариант	Доля взошедших клубней, %		
	2014	2015	Среднее
Без обработки – контроль	87,1	93,1	90,1
Обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т)	88,6	94,3	91,5
Обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т)	87,4	94,2	90,8
НСР _{0,05}	2,79	1,93	–

Таблица 2 – Полевая всхожесть клубней сортов Лилея, Скарб и Вектар в % после обработки препаратом «Наноплант Fe» в концентрации 400 и 800 г/т, 2014–2015 гг.

Вариант	Лилея			Скарб			Вектар		
	2014 г.	2015 г.	Среднее	2014 г.	2015 г.	Среднее	2014 г.	2015 г.	Среднее
Без обработки – контроль	84,2	91,3	87,8	88,3	96,3	92,3	88,8	91,7	90,3
Обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т)	89,6*	93,2*	91,4	89,0	94,0	91,5	87,9	95,4*	91,7
Обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т)	88,2*	93,0*	90,6	88,6	93,6	91,1	85,5	95,9*	90,7
НСР _{0,05}	3,21	1,67	–	2,24	1,47	–	2,89	2,64	–

* Достоверные различия по отношению к контрольному варианту (без обработки).

препарата, независимо от его концентрации, значимого влияния на полевую всхожесть клубней не оказало, средние значения для опытных вариантов были в пределах ошибки опыта.

Однако при рассмотрении данных в сортовом разрезе выявлена различная реакция сортов на обработку клубней препаратом «Наноплант» (см. табл. 2). Так, для сорта Лилея отмечена положительная реакция на обработку независимо от концентрации – в течение двух лет наблюдалось достоверное повышение полевой всхожести в обоих вариантах по отношению к контролю. В варианте с концентрацией препарата 800 г/т количество взошедших растений было на 1,7 %, а в варианте с концентрацией 400 г/т – на 2,1 % выше, чем в контроле. Для сорта Вектар в 2015 г. полевая всхожесть в обоих вариантах возросла на 3,7 и 4,2 % по отношению к контролю, в 2014 г. – в пределах ошибки опыта. У сорта Скарб существенной разницы между вариантами не установлено (см. табл. 2).

По результатам полевых наблюдений отмечено, что обработка семенных клубней перед посадкой наноудобрением «Наноплант Fe» способствовала повышению количества продуктивных стеблей на одно растение независимо от концентрации препарата (табл. 3). В опытных вариантах количество стеблей на одно растение возросло по отношению к контролю на 18,0–26,3 %.

Таблица 3 – Количество продуктивных стеблей у растений картофеля при обработке клубней препаратом «Наноплант Fe», 2014–2015 гг.

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт.		
	2014 г.	2015 г.	Среднее
Без обработки – контроль	3,8	4,2	4,0
Обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т)	4,5*	5,2*	4,9
Обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т)	4,8*	5,3*	5,1
НСР _{0,05}	0,53	0,59	–

* Достоверные различия по отношению к контрольному варианту без обработки.

При группировке данных статистического анализа с учетом сортов картофеля выявлена различная реакция сортов на обработку клубней препаратом «Наноплант» по количеству продуктивных стеблей на одно растение (табл. 4).

Для сорта Лилея обработка препаратом «Наноплант Fe» независимо от концентрации достоверно повышала количество продуктивных стеблей на одно растение по отношению к контролю в течение двух лет экспериментов. Однако если в 2014 г. достоверных различий между опытными вариантами не выявлено, то в 2015 г. наблюдалась обратная зависимость показателя от концентрации препарата по вариантам, то есть при увеличении концентрации Нанопланта Fe количество стеблей у растений сорта Лилея снижалось. В варианте с концентрацией препарата 400 г/т количество продуктивных стеблей на растение в 2015 г. было выше на 0,6 шт., чем в варианте с концентрацией 800 г/т.

У сорта Скарб в 2014 г. положительный эффект от применения Нанопланта Fe был получен в обоих вариантах, но в условиях данного года количество продуктивных стеблей было выше в варианте с концентрацией препарата 800 г/т – 4,8 шт. А в условиях 2015 г. наибольший эффект от применения наноудобрения был получен в варианте с концентрацией 400 г/т – 5,3 шт., что является самым высоким показателем у сорта Скарб за два года исследований.

Таблица 4 – Количество продуктивных стеблей у растений картофеля сортов Лилея, Скарб, Вектар при обработке клубней препаратом «Наноплант Fe», 2014–2015 гг.

Вариант	Лилея			Скарб			Вектар		
	2014 г.	2015 г.	Среднее	2014 г.	2015 г.	Среднее	2014 г.	2015 г.	Среднее
Без обработки – контроль	3,6	3,3	3,5	3,6	4,5	4,1	4,2	4,8	4,5
Обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т)	4,4*	4,7*	4,6	4,5*	5,3*	4,9	4,6	5,7*	5,2
Обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т)	4,2*	4,1*	4,2	4,8*	4,9	4,9	5,5*	6,8*	6,2
НСР _{0,05}	0,41	0,49	–	0,69	0,57	–	0,51	0,63	–

* Достоверные различия по отношению к контрольному варианту без обработки.

Наиболее отзывчивым на предпосадочную обработку клубней нанодоб- рением оказался сорт Вектар. Как в 2014, так и в 2015 г. наиболее эффектив- ной концентрацией препарата была 800 г/т. В данном варианте количество про- дуктивных стеблей в зависимости от года исследований было на 1,3–2,0 шт. выше, чем в контроле.

В течение двух лет изучали влияние различных комбинаций внесения нано- удобрений на урожайность картофеля сортов Лилея, Скарб и Вектар (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность картофеля сортов Лилея, Скарб, Вектар в зависимости от обработок нанодобриями «Наноплант Fe», «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» и ADOPB, 2014–2015 гг.

Вариант	Урожай- ность, 2014 г.	К контролю		Урожай- ность, 2015 г.	К контролю	
		т/га	%		т/га	%
Лилея						
Контроль	30,4	–	–	30,6	–	–
Наноплант Fe (400 г/т)	35,6*	5,1	16,8	35,9*	5,3	17,3
Наноплант Fe (800 г/т)	36,6*	6,1	20,0	32,9	2,3	7,5
Наноплант Co, Mn, Cu, Fe (0,1 л/га)	33,5	3,1	10,0	43,2*	12,6	41,2
Наноплант Fe (400 г/т) + Наноплант Co, Mn, Cu, Fe	39,2*	8,7	28,7	46,1*	15,5	50,7
Наноплант Fe (800 г/т) + Наноплант Co, Mn, Cu, Fe	37,9*	7,4	24,5	46,1*	15,5	50,7
ADOPB (1 л/га)	35,7*	4,9	16,1	34,2	3,6	11,8
HCP _{0,05}	4,28	–	–	4,15	–	–
Скарб						
Контроль	34,6	–	–	31,2	–	–
Наноплант Fe (400 г/т)	40,8*	6,3	18,1	32,4	1,2	3,8
Наноплант Fe (800 г/т)	44,1*	9,6	27,7	33,3	2,1	6,7
Наноплант Co, Mn, Cu, Fe (0,1 л/га)	40,4*	5,9	16,9	32,7	1,5	4,8
Наноплант Fe (400 г/т) + Наноплант Co, Mn, Cu, Fe	44,6*	10,0	29,0	38,1*	6,9	22,1
Наноплант Fe (800 г/т) + Наноплант Co, Mn, Cu, Fe	39,8*	5,2	15,1	34,2*	3,0	9,6
ADOPB (1 л/га)	42,9*	8,3	24,1	34,8*	3,6	11,5
HCP _{0,05}	3,67	–	–	2,95	–	–
Вектар						
Контроль	30,9	–	–	28,6	–	–
Наноплант Fe (400 г/т)	31,0	0,1	0,3	34,6*	6,0	21,0
Наноплант Fe (800 г/т)	31,2	0,3	1,0	33,1*	4,5	15,7
Наноплант Co, Mn, Cu, Fe (0,1 л/га)	34,3*	3,4	11,0	29,6	1,0	3,5
Наноплант Fe (400 г/т) + Наноплант Co, Mn, Cu, Fe	32,3	1,4	4,7	36,2*	7,6	26,6
Наноплант Fe (800 г/т) + Наноплант Co, Mn, Cu, Fe	34,7*	3,8	12,2	33,5*	4,9	17,1
ADOPB (1 л/га)	36,9*	6,0	19,5	30,2	1,6	5,6
HCP _{0,05}	2,56	–	–	3,85	–	–

* Достоверные отличия по отношению к контрольному варианту (без обработки).

В 2014 г. для сорта Лилея обработки наноудобрениями приводили к достоверному повышению урожайности по отношению к контролю (без обработок). Наиболее эффективными по отношению к урожайности оказались варианты с комбинированными способами внесения: обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т) + посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe (0,1 л/га) – урожайность 39,2 т/га, прибавка – 8,7 т/га; обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т) + посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe (0,1 л/га) – урожайность 37,9 т/га, прибавка – 7,4 т/га.

Для сорта Скарб, так же как и для сорта Лилея, обработки наноудобрениями приводили к достоверному повышению урожайности по отношению к контролю. Причем наиболее оптимальными вариантами были следующие: обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т) + посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe (0,1 л/га) – урожайность 44,6 т/га, прибавка – 10,0 т/га; предпосадочная обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т) – урожайность 44,1 т/га, прибавка – 9,6 т/га.

В условиях 2014 г. для сорта Вектар достоверное увеличение урожайности получено только в трех опытных вариантах, из них два варианта обработок наноудобрениями (см. табл. 5). Наибольшая прибавка урожайности по отношению к контролю получена при обработке посадок Вектара микроудобрением ADOPB (1 л/га) – 6,0 т/га.

В довольно засушливых условиях 2015 г. для сорта Лилея внесение наноудобрений обеспечивало достоверное увеличение урожайности в большинстве вариантов, исключение – обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т) (см. табл. 5). Наибольшее увеличение урожайности (на 15,5 т/га) получено при комплексном внесении наноудобрений – варианты «обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т) + посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe» и «обработка клубней Наноплантом Fe (800 г/т) + посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe».

Для сорта Скарб достоверное увеличение урожайности получено только в трех опытных вариантах, из них два варианта комплексного внесения наноудобрений (см. табл. 5). По отношению к контролю наиболее эффективной была обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т) и посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe – урожайность 38,1 т/га, прибавка – 6,9 т/га.

Для сорта Вектар в опытных вариантах «обработка посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe (0,1 л/га)» и «обработка посадок по вегетации ADOPB (1 л/га)» достоверных отличий по отношению к контролю не выявлено. Наибольшее увеличение урожайности (на 7,6 т/га) получено при комплексном внесении наноудобрений – вариант «обработка клубней Наноплантом Fe (400 г/т) + посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным двух лет экспериментов (2014–2015 гг.) выявлена различная реакция на обработки клубней препаратом «Наноплант Fe» при норме внесения 400

и 800 г/т по полевой всхожести сортов картофеля Лилея, Скарб и Вектар.

Предпосадочная обработка клубней препаратом «Наноплант Fe» достоверно увеличивает количество продуктивных стеблей у растений картофеля. Однако для сорта Лилея наиболее эффективная концентрация препарата «Наноплант Fe» – 400 г/т, а для сорта Вектар – 800 г/т.

Комплексное применение препарата «Наноплант» (предпосадочная обработка Наноплантом Fe (800 г/т) и посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe) является наиболее эффективным приемом, так как в данном варианте в течение двух лет экспериментов отмечена стабильная прибавка урожая. Такая же стабильная прибавка урожая была получена за весь период наблюдений в варианте «предпосадочная обработка Наноплантом Fe (400 г/т) + обработка посадок по вегетации Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe», исключение – сорт Вектар.

Список литературы

1. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. – М.: Бином, 2011. – С. 96.
2. Головин, Ю.И. Наномир без формул / Ю.И. Головин. – М.: Бином, 2012. – С. 543.
3. Эрлих, Г. Малые объекты – большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г. Эрлих. – М.: Бином, 2011. – С. 254.
4. Богатство наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / Е.А. Гудилин [и др.]. – М.: Бином, 2009. – С. 176.

Поступила в редакцию 15.11.2016 г.

A.I. POPKOVICH, I.A. RODKINA, V.V. ANTSEPOVICH

EFFECTIVENESS EVALUATION OF MICRO AND NANOFERTILIZERS IN THE SEED POTATOES PLANTING

SUMMARY

The research results of efficiency estimation of modern micro- and nano fertilizers in the seed potatoes planting are presented in the article.

Key words: potatoes, productivity, yield, nano fertilizers (Nanoplant Fe, Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe), micronutrient fertilizers (ADOPB).

УДК 635.21:631.563

В.А. Рылко

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Горки, Могилевская область

E-mail: vital_rylko@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ХРАНЕНИЯ НА ЛЕЖКОСТЬ И ПРОДУКТИВНЫЕ СВОЙСТВА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследований по хранению клубней картофеля разных сортов в различных условиях. Установлено, что повышенная температура и пониженная влажность увеличивают потери картофеля при хранении и снижают продуктивные свойства семенных клубней.

Ключевые слова: картофель, клубни, хранение, потери, качество, продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Современное картофелеводство все в большей степени нацелено на получение не только высоких и стабильных урожаев, но и картофеля как сырья для промышленной переработки на различные картофелепродукты, что в свою очередь предъявляет особые требования к исходному качеству клубней и пригодности их к длительному хранению. Поэтому правильное хранение картофеля имеет большое значение.

Плохая лежкость при хранении обусловлена целым рядом причин: механическими повреждениями клубней, неблагоприятными погодными условиями в период вегетации и уборки, нарушением технологии возделывания и хранения продукции, а также сортовыми особенностями. Потери урожая при этом могут достигать до 50 % и более [1].

В период хранения в клубнях картофеля происходят сложные физиолого-биохимические процессы, изменяется их химический состав, газовый состав и относительная влажность окружающего воздуха, в насыпи размножаются патогенные микроорганизмы. Клубни сортов с коротким периодом покоя нередко начинают прорастать уже в декабре – январе, что снижает качество картофеля и повышает потери, ухудшает потребительские или семенные показатели посадочного материала и, как следствие, снижает качество посадки и урожайность. Снижение влияния отрицательных факторов на хранящиеся клубни, обеспечение высокого качества продукции, сведение до минимума потерь – основная задача современных технологий длительного хранения [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по влиянию условий хранения на товарные качества и величину потерь клубней картофеля проводились в 2013–2015 гг. в ОАО «Горечкое»

Могилевской области. Для хранения картофеля в хозяйстве используются два хранилища:

1. Хранилище камерного типа общей вместимостью 500 т. Имеется 5 герметичных камер вместимостью 100 т каждая. Способ размещения продукции – в контейнерах. Хранилище оснащено оборудованием для автоматического поддержания температуры и влажности.

2. Хранилище секционного типа – предназначено для хранения картофеля насыпью или в контейнерах в секциях 10 × 30 м. Без искусственного охлаждения, оборудовано системой активной вентиляции.

В числе множества факторов, определяющих пригодность продукции к хранению, большое значение имеет подбор сортов. В качестве объектов исследований были использованы семенные клубни картофеля 1–2 репродукции сортов Маделен, Лабадия, Бриз, Скарб, Рагнеда, выращиваемые в хозяйстве.

Схема опыта включала два фактора: фактор А – сорт картофеля; фактор Б – режим хранения. При хранении картофеля в хранилище с активным вентилированием продукции в основной период обеспечивался следующий режим хранения: температура воздуха +5...+6 °С, относительная влажность воздуха 80–85 %. При хранении в камерах с искусственным охлаждением: температура воздуха +2...+3 °С, относительная влажность воздуха 90–95 %. Способ хранения – в контейнерах.

Уборка картофеля осуществлялась прямым комбайнированием. Технология закладки клубней на хранение – поточная (картофель поступает с поля на сортировальный пункт с последующей закладкой в хранилище).

Для определения пригодности к хранению после уборки отбирали 300 клубней каждого сорта (три повторности по 100 клубней). Затем образцы помещались в полиэтиленовые пакеты, плотно завязывались и выдерживались при температуре +15...+20 °С в течение двух недель. По истечении срока производился подсчет клубней, пораженных гнилями.

Для оценки сохраняемости учетные образцы картофеля в синтетических сетках взвешивали и закладывали в массу продукции в контейнеры. Емкость сеток – 4–5 кг. Повторность заложения сеток – четырехкратная. Качество и количество сохранившегося картофеля устанавливали на основании анализа учетных образцов, заложенных с осени. Срок хранения 7 месяцев. Количественные потери определялись по показателям выхода полноценных клубней и потерь после хранения.

Для оценки продуктивных свойств клубней после различных условий хранения весной их высаживали на опытном поле УО «БГСХА». Посадка производилась вручную в гребни в четырехкратной повторности – по 15 клубней в каждой. В дальнейшем за растениями осуществлялся уход по общепринятой технологии. Уборка производилась также вручную, учет урожая – покусно, с определением числа стеблей и клубней, а также общей массы клубней в расчете на куст.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пригодность к хранению (лежкоспособность) конкретной партии картофеля зависит не только от режима и способа хранения, но также и от сорта, условий выращивания и уборки, послеуборочной доработки.

Погодные условия вегетационных периодов в годы исследований отличались нестабильностью и контрастностью. Реакция урожая картофеля на неблагоприятные факторы была неоднозначной и в значительной степени зависела от сорта. После уборки путем создания в образцах провокационных условий для развития микроорганизмов была определена пригодность клубней каждого сорта к хранению (табл. 1).

Партии, в которых удельный вес пораженных клубней по результатам анализа составляет более 10 %, считаются непригодными для длительного хранения и требуют быстрого использования. В оба года наших исследований таких партий не выявлено.

Партии с поражением 5–10 % считаются условно пригодными для длительного хранения. Они требуют применения перевалочной технологии закладки на хранение – с временным хранением и переборкой клубней, а в период хранения за ними требуется тщательный контроль. В 2013 г. к этой группе был отнесен урожай сортов Бриз, Маделен, Скарб, а в 2014 г. – только сорт Бриз.

Партии, в которых поражение гнилями не превышает 5 %, при соблюдении температурно-влажностного режима хранятся хорошо без дополнительной переборки. В наших опытах в 2013 г. такими оказались клубни сортов Лабадия и Рагнеда, а в 2014 г. – клубни сортов Маделен, Лабадия, Скарб, Рагнеда. При этом у сорта Рагнеда в оба года исследований, а у сортов Лабадия и Скарб в 2014 г. пораженные клубни вообще отсутствовали.

Одно из основных требований к сорту картофеля – способность клубней к длительному хранению с сохранением посевных и потребительских качеств.

Таблица 1 – Результаты определения лежкоспособности клубней картофеля, 2013–2014 гг.

Сорт	Степень поражения клубней мокрой гнилью, %	Заключение о пригодности партии картофеля к хранению
Урожай 2013 г.		
Маделен	9,1	Условно пригодна
Бриз	8,3	Условно пригодна
Лабадия	2,0	Пригодна
Скарб	9,0	Условно пригодна
Рагнеда	0,0	Пригодна
Урожай 2014 г.		
Маделен	3,0	Пригодна
Бриз	8,0	Условно пригодна
Лабадия	0,0	Пригодна
Скарб	0,0	Пригодна
Рагнеда	0,0	Пригодна

Результаты оценки потерь массы клубней картофеля по различным сортам и режимам хранения на момент его окончания приведены в таблице 2.

Потери массы клубней оценивались по следующим статьям:

- естественная убыль – потери массы клубней за счет испарения влаги и расходования запасных питательных веществ на дыхание;
- абсолютный отход – клубни, полностью пораженные гнилями, другими болезнями, непригодные к какому-либо использованию;
- технический брак – клубни, частично поврежденные механически, вредителями или болезнями, пригодные к использованию на корм или переработку (крахмал);
- ростки – масса ростков при прорастании клубней (непригодная для использования часть продукции).

Результаты хранения в период 2013–2014 гг. показали, что искусственное охлаждение клубней обеспечило минимальную естественную убыль их массы, что обусловлено снижением интенсивности дыхания, а также повышенной влажностью воздуха в камере. Такая зависимость наблюдалась по всем сортам в большей или меньшей степени. Особенно отзывчивыми на данный прием оказались клубни сортов Рагнеда, Лабадия. Кроме того, в условиях искусственного охлаждения практически не наблюдалось прорастания клубней, в то время как в хранилище без охлаждения к концу хранения проросли клубни всех сортов, особенно Лабадия. В то же время потери продукции из-за гнилей (абсолютный отход, технический брак) были выше в хранилище с охлаждением, где более высокая влажность воздуха способствовала развитию патогенных микроорганизмов.

При оценке общих потерь можно отметить, что клубни практически всех сортов лучше сохранились все же при использовании искусственного охлаждения – за счет низкой естественной убыли и отсутствия прорастания. Исключение составил сорт Бриз – его клубни в целом лучше сохранились в хранилище без охлаждения за счет меньшей распространенности гнилей.

В целом независимо от режима хранения лучшие результаты были получены по сорту Рагнеда – минимальные потери и максимальный выход товарной продукции. Максимальные потери неожиданно были получены у сорта Скарб, что, вероятно, можно объяснить сильной поврежденностью клубней проволоочником и низким качеством материала в целом. Также значительные потери наблюдались и у раннего сорта Маделен. Последние два сорта в результате обеспечили минимальный выход товарной продукции после хранения – в среднем 78,4 и 80,4 % соответственно.

В сезоне хранения 2014–2015 гг. закономерности различий между вариантами опыта повторились. Применение искусственного охлаждения по всем сортам обеспечило снижение естественной убыли и отсутствие ростков. Количество загнивших и бракованных клубней в большинстве случаев было больше после хранения в камерном хранилище. Суммарная убыль у всех сортов, кроме сорта Бриз, была более низкой при хранении в условиях искусственного

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Убыль массы клубней картофеля при длительном хранении, 2013–2015 гг.

Сорт	Тип хранения	Убыль, %					Выход товарной продукции, %
		естественная	абсолютный отход	технический брак	ростки	общая	
2013–2014 гг.							
Маделен	1	7,0	4,0	5,8	0,0	16,7	83,3
	2	12,0	3,9	4,9	1,6	22,5	77,5
Бриз	1	6,0	4,8	4,3	0,0	15,1	84,9
	2	8,1	0,6	1,1	1,3	11,0	89,0
Лабадия	1	4,7	0,0	2,9	0,1	7,6	92,4
	2	9,7	0,0	2,2	2,9	14,8	85,2
Скарб	1	5,7	5,8	5,3	0,0	16,9	83,1
	2	12,5	8,8	3,9	1,0	26,3	73,7
Рагнеда	1	3,0	2,3	4,2	0,0	9,5	90,5
	2	4,5	1,7	3,2	1,6	11,0	89,0
НСР ₀₅ : фактор А (сорт)							2,4
фактор В (режим)							1,5
взаимодействие АВ							3,3
2014–2015 гг.							
Маделен	1	4,5	6,4	6,4	0,0	17,3	82,7
	2	9,3	2,9	5,9	1,3	19,3	80,7
Бриз	1	6,4	2,3	12,8	0,0	21,5	78,5
	2	9,5	3,0	5,7	0,1	18,3	81,7
Лабадия	1	3,0	3,1	2,7	0,0	8,8	91,2
	2	8,5	2,9	3,5	2,2	17,2	82,8
Скарб	1	3,2	0,4	4,5	0,0	8,1	91,9
	2	5,9	0,4	2,5	0,1	8,9	91,1
Рагнеда	1	6,5	1,3	5,4	0,0	13,2	86,8
	2	9,7	1,1	5,2	0,7	16,6	83,4
НСР ₀₅ : фактор А (сорт)							2,3
фактор В (режим)							1,5
взаимодействие АВ							3,2
Среднее за два года							
Маделен	1	5,7	5,2	6,1	0,0	17,0	83,0
	2	10,6	3,4	5,4	1,5	20,9	79,1
Бриз	1	6,2	3,5	8,5	0,0	18,3	81,7
	2	8,8	1,8	3,4	0,7	14,6	85,3
Лабадия	1	3,8	3,1	2,8	0,1	8,2	91,8
	2	9,1	2,9	2,8	2,5	16,0	83,7
Скарб	1	4,4	3,1	4,9	0,0	12,5	87,5
	2	9,2	4,6	3,2	0,5	17,6	82,4
Рагнеда	1	4,7	1,8	4,8	0,0	11,3	88,6
	2	7,1	1,4	4,2	1,1	13,8	86,2

охлаждения, соответственно и выход товарной продукции в данном случае был выше, особенно у сорта Лабадия. У сорта Скарб, однако, разница по режимам хранения была незначительной.

В разрезе сортов лучшие результаты были получены: при хранении с искусственным охлаждением – у сортов Скарб и Лабадия, при хранении без искусственного охлаждения – у сорта Скарб.

Таким образом, в среднем за два года клубни почти всех сортов лучше сохранялись в условиях искусственного охлаждения – выход товарной продукции был выше на 2,4–8,1 %, особенно высокие показатели были у сортов Лабадия, Рагнеда, Скарб. У сорта Бриз сложилась несколько иная картина за счет большего количества гнилей и особенно технического брака в условиях камерного хранилища, здесь он показал наихудшие результаты.

В таблице 3 приведены результаты полевых опытов, в которых оценивались продуктивные свойства посадочных клубней, хранившихся в различных условиях. В 2014 г. опыт проводился только с двумя сортами – Бриз и Рагнеда. Результаты не позволили сделать однозначных выводов, так как сорта проявили различную реакцию на изучаемый фактор. Все элементы структуры урожая растений сорта Бриз были более значимыми в варианте с хранением посадочных клубней в хранилище без искусственного охлаждения (тип 2), продуктивность в расчете на один куст была выше на 24 %. По сорту Рагнеда

Таблица 3 – Продуктивность растений картофеля, полученных из посадочного материала после различных условий хранения, 2014–2015 гг.

Сорт	Тип хранилища	Число стеблей, шт/куст	Число клубней шт/куст	Масса клубней г/куст	Средняя масса 1 клубня, г
2014 г.					
Бриз	1	3,0	8,8	455,7	51,8
	2	3,4	10,6	566,3	53,4
Рагнеда	1	3,2	17,2	932,8	54,2
	2	2,7	10,3	359,0	34,9
НСР ₀₅ : фактор А (сорт)				72,4	–
фактор В (режим)				91,7	
взаимодействие АВ				129,6	
2015 г.					
Маделен	1	5,4	19,4	1178,3	60,7
	2	4,2	15,3	1150,8	75,2
Бриз	1	4,2	18,6	1045,0	56,2
	2	4,6	17,3	1113,9	64,4
Скарб	1	4,9	18,6	1429,3	76,8
	2	5,0	18,4	1185,7	64,4
Рагнеда	1	6,4	22,5	1069,7	47,5
	2	5,7	21,3	1034,8	48,6
НСР ₀₅ : фактор А (сорт)				42,1	–
фактор В (режим)				26,6	
взаимодействие АВ				62,2	

наблюдалась обратная закономерность: хранение посадочных клубней при повышенной температуре резко отрицательно сказалось на продуктивности растений – она снизилась на 39 %.

В 2015 г. полевой опыт был повторен с четырьмя сортами. Различия между вариантами были не такими резкими, однако тенденция не изменилась. Растения, материнские клубни которых хранились в условиях искусственного поддержания микроклимата, образовывали большее количество клубней и формировали более высокий урожай (кроме сорта Бриз), однако при этом средняя масса одного клубня была меньше. Исключение по данному показателю составил сорт Скарб – за счет примерно одинакового количества клубней на куст и значительной разницы в продуктивности в первом варианте клубни были более крупными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, более высокую общую сохраняемость клубней большинства сортов закономерно обеспечивает искусственное их охлаждение до оптимальной температуры и поддержание повышенной относительной влажности воздуха в хранилище. При этом уменьшается естественная убыль и потери продукции из-за прорастания, однако увеличивается распространенность мокрых клубневых гнилей при наличии источников инфекции. Кроме того, хранение семенных клубней при повышенной температуре и пониженной влажности воздуха в большей или меньшей степени снижает их продуктивные свойства. При этом реакция растений на данный фактор зависит от сортовых особенностей и условий вегетационных периодов, в которых семенные клубни были выращены и высажены.

Список литературы

1. Технология хранения картофеля / К.А. Пшеченков [и др.]. – Картофелевод, 2007. – 102 с.
2. Фицура, Д.Д. Оценка лежкоспособности клубней сортов картофеля белорусской селекции / Д.Д. Фицура, С.А. Турко, Л.И. Пищенко // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2012. – Т. 20. – С. 169–178.

Поступила в редакцию 19.11.2016 г.

V.A. RYLKO

STORAGE MODE EFFECT ON STORABILITY AND PRODUCTIVE PROPERTIES OF POTATOES TUBERS

SUMMARY

The research results on potatoes tubers storage of different varieties under different conditions are given. It was found that increased temperature and lower humidity increase potatoes losses during storage and reduction of seed tubers productive properties.

Key words: potatoes, tubers, storage, loss, quality, productivity.

УДК 635.21: 631.53.01

З.А. Семенова¹, В.В. Анципович¹, О.Н. Хадыко¹, С.Г. Азизбекян²

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

²ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск
E-mail: semena_bulba@tut.by

ВЛИЯНИЕ НАНОУДОБРЕНИЯ «НАНОПЛАНТ Co, Mn, Cu, Fe» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ АЭРОПОНИКИ

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются вопросы оптимизации производственного процесса растений картофеля в условиях аэропоники – использование наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» в составе питательного раствора во все фазы онтогенеза растений.

Ключевые слова: мини-клубни картофеля, аэропоника, питательный раствор, среда Мурасиге-Скуга, водорастворимое удобрение «Лифдрип», наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe».

ВВЕДЕНИЕ

Впервые термин «нанотехнология» употребил Норио Танигути в 1974 г. Он назвал этим термином производство изделий размером несколько нанометров [1]. Сейчас наноматериалы и нанотехнологии находят применение практически во всех областях сельского хозяйства: растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве, ветеринарии, перерабатывающей промышленности. Наряду с традиционными солевыми и хелатными формами удобрений нанопрепараты становятся все более популярными и в растениеводстве. Их применяют как некорневую подкормку, так и для обработки семян [2]. Эффект здесь достигается благодаря более активному проникновению микроэлементов в растение за счет наноразмера частиц и их нейтрального (в электрохимическом смысле) статуса [2]. Размер частиц этих веществ в десятки и даже сотни раз меньше, чем микроны. Их применение дает возможность при минимальных дозах препаратов достигать больших эффектов [3]. При некорневых подкормках наноудобрениями происходит воздействие непосредственно на листовую пластину, что ведет к увеличению количества и площади листьев, возрастает количество продуктивных стеблей, стимулируется обильное цветение, активизируется синтез и отток питательных и биологически активных веществ из листа в плоды и в корневую

зону, укрепляется иммунная система и увеличивается урожайность (в среднем в 1,5–2,0 раза). В ризосфере растений (область развития корневой системы) повышается биологическая активность и ускоряются процессы разложения, смягчается воздействие химического стресса в системе «почва – растение» [2].

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» проведены исследования по регуляции абиотической среды в процессе онтогенеза растений картофеля в условиях агропоники и системы питания в фазу адаптации, активного роста вегетативной массы, фазу клубнеобразования. Разработан состав питательной среды на основе модификации Мурасиге-Скуга и водорастворимого удобрения «Лифдрип» (FRARIMPEX, Франция), дающий возможность получать с одного растения картофеля 4–10 мини-клубней за вегетацию [4]. С появлением наноудобрений исследования по оптимизации режимов питания для увеличения клубнеобразования в условиях агропоники являются актуальными.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыты выполнялись по следующей схеме:

1. Контроль – питательный раствор на основе среды Мурасиге-Скуга (МС) модифицированной (РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»).

2. Вариант – раствор МС-модифицированный – фазы адаптации и активного роста; удобрение «Лифдрип Универсал» 17 г/10 л воды – фаза клубнеобразования.

3. Вариант – удобрение «Лифдрип Универсал» 23 г/10 л воды – фазы адаптации и активного роста; удобрение «Лифдрип Бор» 15 г/10 л воды – фаза клубнеобразования; удобрение «Лифдрип Рост» 20 г/10 л воды – фаза клубнеобразования (с 77 суток и до отмирания ботвы).

4. Вариант – удобрение «Лифдрип Универсал» 23 г/10 л воды – фазы адаптации и активного роста; удобрение «Лифдрип Бор» 23 г/10 л воды – фаза клубнеобразования; удобрение «Лифдрип Рост» 20 г/10 л воды – фаза клубнеобразования (с 77 суток и до отмирания ботвы).

5. Вариант – удобрение «Лифдрип Универсал» 23 г/10 л воды + 1,5 мл наноудобрение «Наноплант Со, Мп, Су, Фе» – фазы адаптации и активного роста; удобрение «Лифдрип Бор» 15 г/10 л воды + 1,5 мл наноудобрение «Наноплант Со, Мп, Су, Фе» – фаза клубнеобразования; удобрение «Лифдрип Рост» 20 г/10 л воды + 1,5 мл наноудобрение «Наноплант Со, Мп, Су, Фе» – фаза клубнеобразования (с 77 суток и до отмирания ботвы).

Исследования проводились в лаборатории микроклонального размножения картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2014–2016 гг. Температура в помещении поддерживалась на уровне 18–20 °С с помощью кондиционеров, влажность воздуха в диапазоне 60–100 % – с помощью увлажнителя марки SC-984 фирмы SCARLETT за счет мелкодисперсного ультразвукового распыления воды.

Растения высаживались на аэропонные модули, которые были изготовлены в 2010–2012 гг. ОАО «2566 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения». Количество растений в 1 модуле – 144 шт. Схема размещения растений в аэропонном модуле – 10 × 10 см. Тип осветителей – смешанный: светодиоды (красные с длиной волны 660 нм, синие с длиной волны 445 нм и ультрафиолетовые) и люминесцентные лампы. Система управления процессом освещения растений и подачи питательного раствора автоматическая.

Растения картофеля выращивали согласно Аэропонной технологии выращивания мини-клубней картофеля (Самохваловичи, 2010 г.) и Технологическому регламенту получения в условиях аэропоники мини-клубней картофеля сортов различных групп спелости (Самохваловичи, 2010 г.) (табл. 1).

Урожай и его структуру учитывали путем взвешивания и подсчета клубней отдельно по всем вариантам. Количество клубней на один куст, массу клубней с куста и фракционный состав (%) определяли согласно Методике исследований по культуре картофеля [5].

Исследования проводились согласно схеме опыта. В качестве контроля использовался питательный раствор на основе модифицированной среды Мурасиге-Скуга. В питательный раствор входили макро- и микросоли.

Маточный раствор макросолей состоял из: NH_4NO_3 – 16,2 г/л, KNO_3 – Таблица 1 – Технологический регламент получения мини-клубней картофеля в условиях аэропоники

Режимы	Фаза адаптации	Фаза активного роста	Фаза клубнеобразования
Продолжительность фотопериода, ч	9/15	16/8	8/16
Освещение	Светодиоды*: красные, %; синие, %	Светодиоды*: красные, %; синие, %. Люминесцентные лампы	Светодиоды*: красные, %; синие, %; ультрафиолетовые, %
Температура зоны расположения листьев, °С	21	21–23	19
Температура зоны ризосферы, °С	19	19	17
Режим питания	Дистиллированная вода (6 дней), 50 %-й питательный раствор (5 дней)	100 %-й питательный раствор	100 %-й питательный раствор
рН раствора	5,8–7,0	5,8–7,0	5,8–7,0
Продолжительность фазы, дней	11	С 12 по 55	С 55 до отмирания ботвы

*Процентная концентрация светодиодного свечения, разработки ОАО «2566 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения».

38,0 г/л, KH_2PO_4 – 1,7 г/л, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 7,4 г/л, $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 6,6 г/л, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,267 г/л, Трилон Б – 1,0 г/л.

Из микросолей в маточный раствор входили следующие: $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,25 г/л, H_3BO_3 – 6,2 г/л, $\text{MnSO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$ – 22,3 г/л, $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 10,58 г/л, KI – 0,83 г/л, $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,025 г/л, $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,025 г/л.

Маточный раствор $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ готовился отдельно. Из приготовленных маточных растворов готовился рабочий раствор следующего состава:

Макросоли – 500 мл/10 л;

$\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 500 мл/10 л;

Микросоли – 10 мл/10 л;

Fe-хелат – 50 мл/10 л.

Состав питательных растворов на основе водорастворимого удобрения «Лифдрип»:

– Лифдрип Бор: N – 16,0 %, P_2O_5 – 6,0, K_2O – 28,0, MgO – 2,0, SO_3 – 7,0, B – 0,03 %;

– Лифдрип Рост: N – 15 %, P_2O_5 – 8,0, K_2O – 25,0, MgO – 3,5, SO_3 – 9,0, B – 0,015, Cu – 0,003, Fe – 0,025, Mn – 0,035, Mo – 0,003, Zn – 0,0015 %;

– Лифдрип Универсал: N – 20,0 %, P_2O_5 – 20,0, K_2O – 20,0, MgO – 1,0, SO_3 – 1,5, B – 0,01, Cu – 0,001, Fe – 0,010, Mn – 0,016, Mo – 0,001, Zn – 0,007 %.

Наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» было разработано в ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси».

В опытах использовались растения среднеспелого сорта Скарб.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно варианту 1 сорт Скарб выращивался на двух установках с использованием раствора на основе среды Мурасиге-Скуга (контроль) на всех этапах роста растений. Количество клубней на одно растение в данном варианте на первой установке было 3,7, на второй – 4,0 шт.

Применение раствора на основе среды Мурасиге-Скуга в фазу адаптации и активного роста и удобрения «Лифдрип Универсал» 17 г/10 л воды (вариант 2) в фазу клубнеобразования имело положительное влияние на продуктивность сорта Скарб. Коэффициент размножения составил 8,9.

Использование водорастворимого удобрения «Лифдрип Универсал» 23 г/10 л воды в фазу адаптации и активного роста, «Лифдрип Бор» 15 г/10 л воды в фазу клубнеобразования, а с 77 суток вегетации и до отмирания ботвы «Лифдрип Рост» 20 г/10 л воды (вариант 3) не увеличило продуктивность растений сорта Скарб и было на уровне контроля.

Увеличение концентрации рабочих растворов Лифдрип – Универсал, Бор, Рост (вариант 4) положительно повлияло на продуктивность данного сорта. Количество клубней на растение составило 6,3 шт., а период вегетации – 85 дней, что меньше, чем в контрольном варианте.

Хороший результат, превышающий контроль, наблюдался в варианте 5

с питательным раствором на основе водорастворимого удобрения «Лифдрип» с добавлением 1,5 мл наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» на всех стадиях развития растений. Количество клубней на одно растение у сорта Скарб в данном варианте составило 13,4 шт. (табл. 2).

На основе проведенных учетов и анализа структуры урожая клубней выявлено, что количественный выход мини-клубней оптимального размера от 10 до 60 мм в диаметре в контроле составил в среднем 78 % (табл. 3). На среде МС модифицированная в комбинации с водорастворимым удобрением «Лифдрип Универсал» (вариант 2) количественный выход мини-клубней от 10 до 60 мм в диаметре составил 83,2 %, а в вариантах 3 и 4 – 61,9 и 79,3 % соответственно.

Наибольшее количество клубней от 10 до 60 мм в диаметре (89,2 %) было в варианте 5 с добавлением к водорастворимому удобрению «Лифдрип» наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe». Количество клубней фракции 30–60 мм в диаметре у растений в данном варианте составило 10 %. В контрольном варианте на среде МС-модифицированной такая фракция отсутствует. Фракция клубней < 10 мм в структуре урожая была минимальной в варианте 5 – 10,8 % и в варианте 2 – 16,8 %, что на 11,2 и 5,2 % соответственно меньше среднего значения.

Анализируя таблицы 2 и 3, можно сделать вывод, что добавление в питательный раствор на основе французского удобрения «Лифдрип» наноудобре-

Таблица 2 – Продуктивность растений картофеля в условиях аэропоники на различных питательных растворах

Вариант	Количество растений, шт.	Продолжительность вегетации, сутки	Общий выход клубней, шт.	Количество клубней, шт/растение
1	144	108	529	3,7
	144	97	586	4,0
2	144	146	1276	8,9
3	144	90	515	3,6
4	144	85	906	6,3
5	144	95	1929	13,4

Таблица 3 – Структура урожая и продуктивность растений, возделываемых в условиях аэропоники при различных составах питательных сред

Вариант	Количество клубней на растение, шт.	Доля клубней различных размеров в структуре урожая, %					
		30–60 мм	25–30 мм	20–25 мм	15–20 мм	10–15 мм	< 10 мм
1	3,7	0	1,9	36	16,8	20,1	25,2
	4	0	1,5	25,1	25,5	29,1	18,8
2	8,9	1,9	0	16,8	16,8	47,7	16,8
3	3,6	0	0	16,5	16,8	36	30,7
4	6,3	0	1,2	28,1	30,3	19,7	20,7
5	13,4	10	10,5	11,9	18,1	38,7	10,8

ния «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» положительно сказывается на продуктивности исследуемого сорта Скарб в условиях аэропоники. Из всех опытных вариантов следует выделить вариант 2 (фазы адаптации и активного роста – раствор МС-модифицированный; фаза клубнеобразования – удобрение «Лифдрип Универсал» 17 г/10 л воды) и вариант 5 (фазы адаптации и активного роста – удобрение «Лифдрип Универсал» 23 г/10 л воды + 1,5 мл наноудобрение «Наноплант Со, Мп, Си, Фе»; фаза клубнеобразования – удобрение «Лифдрип Бор» 15 г/10 л воды + 1,5 мл наноудобрение «Наноплант Со, Мп, Си, Фе»; с 77 суток вегетации и до отмирания ботвы – удобрение «Лифдрип Рост» 20 г/10 л воды + 1,5 мл наноудобрение «Наноплант Со, Мп, Си, Фе»). В варианте 2 общий выход клубней составил 1276 шт., а в варианте 5 – 1929 шт., что в 2,3 и 3,5 раза соответственно больше по сравнению со средним значением контроля. Выход стандартных клубней (10–60 мм) в данных вариантах на 5,2 и 11,2 % выше среднего значения контрольного варианта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В онтогенезе растений состав питательного раствора является одним из основных параметров, определяющих активность продукционного процесса растений в режиме аэропоники.

Использование наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» в составе различных питательных сред, применяемых в условиях аэропоники, для получения мини-клубней способствовало увеличению продуктивности опытных растений, уменьшению количества клубней мелкой фракции и увеличению средней массы клубней.

Список литературы

1. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. – М.: Бином, 2011. – С. 96.
2. Головин, Ю.И. Наномир без формул / Ю.И. Головин. – М.: Бином, 2012. – С. 543.
3. Эрлих, Г. Малые объекты – большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г. Эрлих. – М.: Бином, 2011. – С. 254.
4. Особенности выращивания мини-клубней картофеля в условиях аэропоники с применением питательных растворов на основе среды Мурасиге-Скуга / З.А. Семенова [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр.: в 2 ч. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С.А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 2. – С. 152–159.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
6. Семенова, З.А. Использование ионитных субстратов Биона в первичном семеноводстве картофеля / З.А. Семенова, В.В. Матусевич // Сельскохозяйственная биотехнология: материалы Междунар. науч.-практ. конф. /

БГСХА. – Горки, 1998. – С. 155–157.

Поступила в редакцию 23.11.2016 г.

Z.A. SEMENOVA, V.V. ANTSIPOVICH, O.N. HADYKO,
S.G. AZIZBEKAYN

**INFLUENCE OF NANO FERTILIZER «NANOPLANT Co, Mn, Cu,
Fe» ON POTATOES PLANTS PRODUCTIVITY IN AEROPONIC
CONDITIONS**

SUMMARY

This article discusses how to optimize the production process of potatoes plants in aeroponic conditions – use of nano fertilizer «Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe» in the composition of the nutrient solution in all phases of plant ontogenesis.

Key words: potatoes mini-tubers, aeroponics, nutrient solution, Murashige and Skoog medium, water-soluble fertilizer «Lifdrip», nano fertilizer «Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe».

УДК 635.21:631.563

В.А. Сердюков¹, В.А. Рылко²

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область
E-mail: vitaliy.sva.1992@mail.ru

ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ КЛУБНЕЙ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ХРАНЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты изучения лежкоспособности клубней картофеля при различных температурных режимах хранения. Проведена оценка четырех режимов хранения картофеля 1–2, 3–4, 4–5, 5–6 °С.

Ключевые слова: картофель, клубень, лежкоспособность, сорт, режим хранения, температура.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее ощутимые потери картофеля в период хранения происходят из-за неправильного режима хранения, что приводит к значительным потерям в весе, преждевременному прорастанию, проявлению болезней. Определяющее звено в выборе режима хранения – температура, но немаловажным является и хозяйственно-биологическая характеристика сорта.

Длительное хранение картофеля определяется его лежкоспособностью, то есть способностью клубней картофеля сохраняться в течение определенного времени без значительных потерь массы, поражения болезнями и другие показатели. Для повышения эффективности лежкоспособности особенно важно знать, при какой температуре лучше всего хранить клубни сорта с наименьшими затратами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2015–2016 гг. согласно Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля.

В основу оценки лежкоспособности положена закладка клубней по массе на хранение и учет отходов после него. Учетные образцы картофеля взвешивали и закладывали в синтетические сетки: емкость сеток – 5–7 кг, повторность закладки каждого сорта – 4-кратная. Хранился картофель в хранилище с искусственной вентиляцией в холодильных камерах. Образцы закладывали

в контейнеры емкостью 400–420 кг, в четырех секциях с режимом хранения 1–2, 3–4, 4–5, 5–6 °С и относительной влажностью воздуха 85–95 %. Качество и количество сохранившегося картофеля устанавливали на основании анализа учетных образцов, заложенных с осени. Количественные потери определяли после шести месяцев хранения по показателям выхода полноценных клубней и потерь после хранения и оценивали по 9-балльной шкале.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Качество и количество сохранившегося картофеля устанавливают на основании анализа учетных образцов, заложенных с осени. Потери при хранении делятся на ряд показателей: естественная убыль, ростки, технический отход (брак), абсолютный отход (гниль). Естественная убыль является результатом физиологических процессов, происходящих в клубнях под воздействием внешних условий. Ростки характеризуют степень выхода клубней из состояния покоя. К техническому браку относятся клубни, которые при хранении были частично повреждены болезнями и вредителями, подморожены и т. д. К абсолютному – полностью пораженные болезнями, гнилью и непригодные для использования.

В результате проведенных исследований хорошую лежкоспособность клубни сорта Лилея показали при температурном режиме хранения 3–4 °С с общими потерями за период хранения 5,6 %, а также при хранении в 1–2 и 4–5 °С (табл.). При 5–6 °С лежкоспособность уменьшается, общие потери за период хранения составили 9,7 %.

Клубни сорта Манифест лучше всего хранятся при температуре 1–2 °С, но также благоприятной температурой для хранения является 3–4 и 4–5 °С. Более высокие температуры снижают лежкоспособность клубней данного сорта.

Сорт Скарб показал хорошую лежкоспособность при всех изучаемых режимах хранения. Наименьшие потери за период хранения составили 3,3 % при температурном режиме 5–6 °С.

Благоприятным режимом хранения клубней сорта Лель являются температурные режимы 1–2 и 3–4 °С, хранение при более высоких температурах снижает лежкоспособность клубней.

Сорт Вектар лучше всего хранится при температуре 1–2 °С, а также хорошо сохраняется при 3–4 и 4–5 °С. Повышение температуры увеличивает естественную убыль и общие потери за период хранения.

Клубни Рагнеды обладают хорошей лежкоспособностью при всех четырех режимах хранения (хотя считается, что у клубней этого сорта короткий период покоя). Наименьшие потери за период хранения клубней сорта Рагнеда составляют 3,4 % при температуре 3–4 °С.

Картофель сорта Акцент необходимо хранить при температурных режимах 1–2 и 3–4 °С, при более высоких температурах снижается лежкоспособность.

Хорошую лежкоспособность при всех режимах хранения показали клубни сорта Атлант, но наиболее благоприятной температурой для хранения данного сорта является 3–4 °С.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица – Результаты хранения клубней сортов картофеля в зависимости от температурных режимов, 2014–2015 гг.

Сорт	Естественная убыль, %	Ростки, %	Абсолютный отход, %	Технический брак, %	Общие потери, %	Оценка, балл	Лежко- способность
1–2 °С							
Лиляя	2,5	–	2,3	1,7	6,5	7	Хорошая
Манифест	3,3	–	2,2	0,6	6,1	7	Хорошая
Скарб	2,4	–	–	1,7	4,1	8	Хорошая
Лель	3,7	–	–	0,2	3,9	8	Хорошая
Вектар	5,1	–	–	–	5,1	7	Хорошая
Рагнеда	3,4	–	0,8	–	4,2	8	Хорошая
Акцент	5,7	–	2,5	0,7	8,9	6	Хорошая
Атлант	1,9	–	1,3	0,9	4,1	8	Хорошая
3–4 °С							
Лиляя	2,8	–	0,9	1,9	5,6	7	Хорошая
Манифест	4,0	–	2,0	1,6	7,6	6	Хорошая
Скарб	2,4	–	–	1,2	3,6	8	Хорошая
Лель	3,9	–	0,6	1,7	6,2	7	Хорошая
Вектар	6,3	–	–	–	6,3	7	Хорошая
Рагнеда	3,4	–	–	–	3,4	8	Хорошая
Акцент	7,2	–	0,5	1,0	8,7	6	Хорошая
Атлант	1,8	–	1,0	0,7	3,5	8	Хорошая
4–5 °С							
Лиляя	3,8	–	0,6	2,5	6,9	7	Хорошая
Манифест	3,7	0,1	1,8	1,0	6,6	7	Хорошая
Скарб	1,6	–	2,2	–	3,8	8	Хорошая
Лель	3,5	–	2,1	3,6	9,2	5	Удовлетворительная
Вектар	3,7	–	–	2,9	6,6	7	Хорошая
Рагнеда	4,4	0,2	–	–	4,6	8	Хорошая
Акцент	5,1	–	4,0	2,1	11,2	4	Удовлетворительная
Атлант	2,7	1,9	2,4	–	7,0	7	Хорошая
5–6 °С							
Лиляя	3,6	1,4	1,4	3,3	9,7	5	Удовлетворительная
Манифест	7,2	2,5	1,2	–	10,9	5	Удовлетворительная
Скарб	2,4	0,1	0,8	–	3,3	8	Хорошая
Лель	4,9	1,3	0,5	2,5	9,2	5	Удовлетворительная
Вектар	7,0	1,8	0,3	–	9,1	5	Удовлетворительная
Рагнеда	2,4	4,9	–	–	7,3	6	Хорошая
Акцент	7,3	0,2	2,0	–	9,5	5	Удовлетворительная
Атлант	2,6	2,1	1,0	–	5,7	7	Хорошая

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выборе температурного режима хранения картофеля и разнообразия сортов необходимо знать, при каких температурах данный сорт хранится и имеет хорошую лежкоспособность. Определены температурные режимы хранения клубней сортов картофеля: Лель, Акцент – 3–4 °С; Лиляя, Манифест, Вектар – 4–5 °С; Скарб, Рагнеда, Атлант – 5–6 °С и влажность воздуха 90–95 %.

Список литературы

1. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С.А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 70 с.

Поступила в редакцию 10.11.2016 г.

V.A. SERDYUKOV, V.A. RYLKO

KEEPING PROPERTIES OF POTATOES TUBERS VARIETIES OF BELARUSIAN SELECTION AT DIFFERENT STORAGE MODES**SUMMARY**

The research results of storage properties of potatoes tubers under different temperature regimes of storage are presented in the article. The evaluation of four storing potatoes 1–2, 3–4, 4–5, 5–6 °C is given.

Key words: potatoes, tuber, storage properties, variety, storage conditions, temperature.

УДК 635.21

В.И. Старовойтов¹, О.А. Старовойтова¹, А.А. Манохина²

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха» пос. Красково, Люберецкий район, Московская область, Россия

E-mail: agronir1@mail.ru

²ФГБОУ «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

E-mail: alexman80@list.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОКОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

При возделывании картофеля с использованием биоконтейнеров и листовой обработкой растений кремние-, йодо- и селенсодержащими препаратами получена прибавка урожайности до 5,8 т/га (34,5 %) на вариантах сорта Жуковский ранний и до 5,9 т/га (31,0 %) на вариантах сорта Юбилей Жукова. Также повысилась урожайность товарных клубней свежего продовольственного картофеля, реализуемого в торговой сети, категории «отборный» размером более 50 мм по наибольшему поперечному диаметру с 30,6–34,6 % (на контроле без биоконтейнеров и без листовых обработок) до 40,8–43,2 %.

Ключевые слова: картофель, биоконтейнер, листовые обработки, мивал, микровит с йодом, микровит с селеном, экогель с йодом, товарная урожайность клубней для переработки.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования последних лет позволяют по-новому взглянуть на роль картофеля и овощей в питании человека, которые относятся к пищевым продуктам, не вызывающим аллергию и обладающим рядом ценных свойств, увеличивающих значимость этой культуры в мире и в особенности для России [1, 2].

За прошедшие годы значительные исследования ученых были направлены на изучение новых видов органоминеральных удобрений; экологическую оценку и разработку оптимальных доз; сочетание химической и биологической мелиорации в овощных и картофельных специализированных севооборотах; адаптацию качества продукции, минерального питания и плодородия почвы к изменяющимся почвенно-климатическим условиям [1].

Внесение современных биоорганических удобрений посредством биоконтейнера является новым шагом в технологии, поскольку позволяет на промышленном уровне в больших объемах использовать высококачественную органику, что является новым словом в органическом земледелии. По результатам

патентного исследования не обнаружено полных аналогов разрабатываемой технологии, которая может быть использована для выращивания овощей и картофеля, обогащенного селеном, кремнием, йодом с помощью биоконтейнеров.

Биоконтейнер – это шарик спрессованных удобрительных компонентов и микроэлементов 20, 30, 40 или 60 мм в диаметре с пустотой – ложем, в которое закладывается семя или полученный из меристемы оздоровленный материал (рис. 1). После поливов во влажной почве межмолекулярные связи биоконтейнера нарушаются, и он начинает распадаться, создавая вокруг заложенного в биоконтейнер семени рыхлую, воздухопроницаемую питательную биомассу, превышающую первоначальный объем контейнера в 2–2,5 раза [3].

Биоконтейнер – сбалансированная питательная биомасса, создающая вокруг клубней, находящихся в ней, благоприятные условия для прорастания, всхожести, приживаемости и дальнейшего вегетационного процесса, оказывающая физиологическое воздействие на онтогенез (рост) растения [4].

Биоконтейнер изготавливается из биокомпоста, торфа и питательных веществ сжатием при высоком давлении. Он содержит преимущественно биологически усваиваемые растением вещества, включая органические и неорганические питательные вещества, биологически активные вещества и другие составляющие. Его ингредиенты улучшают агрохимические и биологические свойства почвы, обеспечивают более интенсивный рост растений, увеличивают их продуктивность и качество продукции. Растение получает мощный толчок для здорового развития, повышается всхожесть семян, ускоряется их прорастание. При этом питательная оболочка обеспечивает защиту от вредителей и болезней. Для формирования биоконтейнера подготавливают формообразующее биологически усваиваемое вещество. В качестве формообразующего биологически усваиваемого вещества может использоваться любое вещество, с одной стороны, способное быть биологически усвоенным растением после пробуждения семени (при наличии достаточного количества влаги) и частично после переработки его почвенными микроорганизмами; с другой – способное в процессе прессования приобретать заданные



Рисунок 1 – Общий вид биоконтейнеров

форму и механическую прочность (то есть подвергаться формообразованию). Важным качеством биоконтейнера является сохранение этих свойств при длительном нахождении в условиях, являющихся оптимальными для обеспечения периода покоя семян соответствующих растений. Правильно подобранный состав материала биоконтейнера (биогумус – 68 %, торф – 27, водный абсорбент – 1,9, перлит – 2,8, акварин-12 – 0,3 %) обеспечивает наилучший влажностный режим.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по изысканию рациональных сочетаний агротехнических приемов проводились в 2009–2012 гг. Использовали элитный материал сортов картофеля: ранний – Жуковский ранний, среднеранний – Юбилей Жукова на междурядьях 75 см.

Густота посадки – 47,0 тыс. шт/га. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднекультуренная, по механическому составу супесчаная. На глубине пахотного горизонта она характеризуется следующими агрохимическими показателями $A_{\text{нак}}$: сумма обменных оснований – 1,5–2,4 мг-экв/100 г; содержание гумуса по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91) – 1,99 %; подвижный фосфор по Кирсанову (ГОСТ 26207-91) – 380–653 мг/кг; обменный калий по Кирсанову (ГОСТ 26207-91) – 34–193 мг/кг; $pH_{\text{КС}}$ по Алямовскому (ГОСТ 26483-85) – 5,04; гидролитическая кислотность (ГОСТ 26412-91) – 3,46 мг-экв.

Многофакторный опыт закладывали в условиях двухпольного севооборота согласно схеме методом систематического размещения делянок. Предшественник картофеля – зерно-травяные. Повторность опыта – трехкратная. Площадь учетной делянки составляла (1,4 м × 9,5 м) 13,3 м². Посадку проводили агрегатом МТЗ-82 + СН-4БК в предварительно нарезанные гребни на глубину 8–10 см. Для посадки использовали непророщенные клубни мелкой фракции размером 10–30 мм по наибольшему поперечному диаметру. Осенняя подготовка почвы состояла из вспашки на глубину 18–25 см (МТЗ-82 + ПЛН-3-35). Весенняя предпосадочная подготовка почвы включала рыхление на глубину 12–16 см (МТЗ-82 + БДТ-3,0).

Фон минерального удобрения – 1/2 рекомендуемой нормы Азофоски (16 % : 16 % : 16 %), внесенной локально перед посадкой при нарезке гребней – $N_{40}P_{40}K_{40}$ (МТЗ-82 + КРН-4,2). В течение периода вегетации согласно схеме проводилось опрыскивание водорастворимыми препаратами в рекомендуемых для них дозах: Мивал – 20 г/га, Микровит с йодом – 2,5 л/га, Микровит с селеном – 2,5 л/га, Экогель с йодом – 2,5 л/га. Расход воды – 300 л/га.

При борьбе с сорняками внесены Лазурит до всходов в дозе 1,5 кг/га и Титус по всходам в дозе 50 г/га. Против колорадского жука выполнено одноразовое опрыскивание средством «Актара» в дозе 60 г/га. В течение вегетации выполнены химические обработки против фитофтороза и альтернариоза: 1–3 раза (в зависимости от условий года) препаратом «Сектин Феномен» в дозе 1,0–1,2 кг/га. Первая в период цветения, последующие – через каждые 10–14 дней.

Закладка полевого опыта, учеты и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта (1985 г.) и Методики исследований по культуре картофеля (1967 г.).

Метеорологические условия в годы исследований представлены на рисунке 2. Погода в мае – июне 2009 г. была прохладной и дождливой. В июле было тепло и дождливо. Прохладная погода в начале августа сменилась на жаркую и сухую в середине месяца, затем вновь похолодало. Вегетационный период 2010 г. отличался острым дефицитом влаги в почве (165 мм за сезон), чрезмерно повышенными температурами воздуха (более 30 °С) и отсутствием осадков с третьей декады июня до уборки. Условия роста растений в 2011 г. характеризовались теплой (до 30 °С) и сухой (159 мм за сезон), временами жаркой и засушливой погодой. Погода в период вегетации растений 2012 г. была теплой (до 23 °С) и влажной (273,8 мм за сезон).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Урожайность – основной критерий оценки мероприятий по возделыванию культуры. По результатам исследований 2009–2012 гг. на сортах Жуковский ранний и Юбилей Жукова лучшим по урожайности оказался вариант с использованием биоконтейнера и применением листовой обработки препаратом «Экогель» с йодом (табл. 1). Была получена прибавка 5,8 т/га (34,5 %) на вариантах сорта Жуковский ранний и 5,9 т/га (31,0 %) – на вариантах сорта Юбилей Жукова.

Структура урожая клубней (общая) показана на рисунках 3 и 4. Размер клубней по наибольшему поперечному диаметру, согласно стандарту для продовольственного и семенного картофеля, должен быть не менее 30 мм – для округло-овальных клубней. Большое влияние на фракционный состав клубней оказывали метеорологические условия в сочетании с приемами возделывания.

Исследования показывают, что товарность клубней при возделывании сорта Жуковский ранний в 2009 г. составила 94,0–99,3 %, 2010 – 68,9–79,2, а в 2011 г. – 63,6–81,7 %. По данным 2009 г. можно отметить, что наибольшая товарность была получена при применении биоконтейнеров с последующим опрыскиванием препаратом «Экогель» с йодом – 99,3 %; в 2010 г. – на контрольном варианте – 79,2 %, а в 2011 г. – при применении биоконтейнеров – 81,7 %.

Товарность клубней при возделывании сорта Юбилей Жукова в 2009 г. составила 95,4–98,5 %, 2010 – 50,9–66,4, а в 2011 г. – 72,8–78,3 %. Данные 2009 г. свидетельствуют, что наибольшая товарность была получена при применении биоконтейнеров с последующим опрыскиванием Микровитом с селеном или Экогелем с йодом (98,2–98,5 %). В 2010 г. наибольшая товарность была получена при применении биоконтейнеров (66,4 %), а также при применении биоконтейнеров совместно с опрыскиванием Микровитом с селеном или Экогелем с йодом (63,1–63,6 %), в 2011 г. – при применении биоконтейнеров с последующим опрыскиванием Экогелем с йодом (78,3 %).

Согласно стандарту ГОСТ 26545-85, к свежему продовольственному картофелю, реализуемому в торговой сети, категории «отборный» относятся

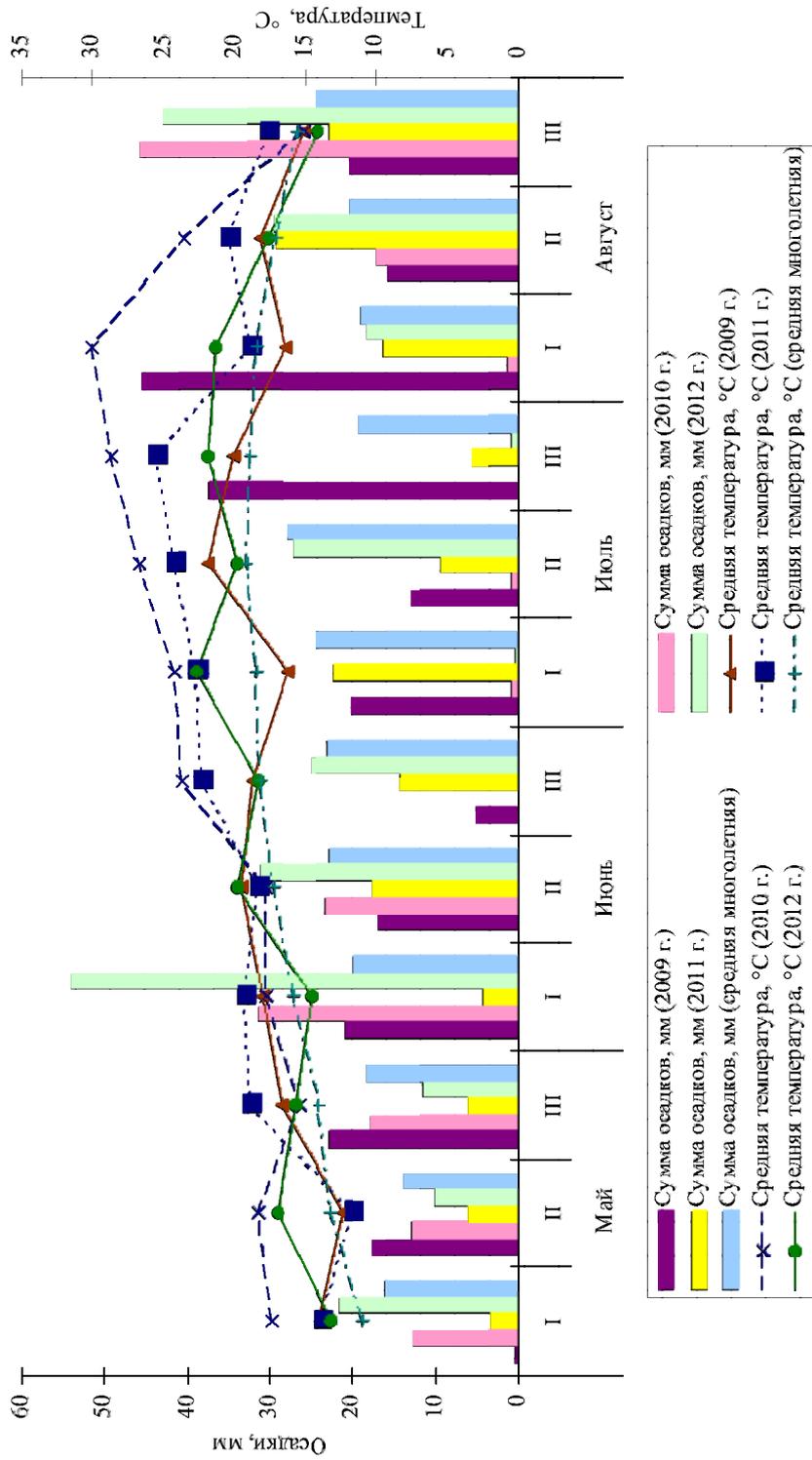


Рисунок 2 – Метеорологические условия в годы исследований (2009–2012 гг.) (данные метеостанции «Коренёво», Люберецкий район, Московская область)

Таблица 1 – Урожайность картофеля за 2009–2012 гг., т/га

Сорт	№ варианта	Биоконтейнеры	Внекорневая подкормка	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее
Жуковский ранний	1 (контроль)	Нет	Нет	19,9	7,6	11,0	28,6	16,8
	2	С биоконтейнером	Нет	21,3	9,9	14,1	32,7	19,5
	3		Мивал	20,8	11,8	17,8	36,8	21,8
	4		Микровит с йодом	21,0	8,9	19,9	32,8	20,7
	5		Микровит с селеном	20,9	10,1	17,0	35,4	20,8
	6		Экогель с йодом	23,4	10,5	20,4	36,2	22,6
	Среднее				21,2	9,8	16,7	33,7
	НСР ₀₅			1,08	1,31	3,28	2,78	–
	Юбилей Жукова	1 (контроль)	Нет	Нет	24,5	11,8	15,3	24,5
2		С биоконтейнером	Нет	35,4	11,6	14,6	27,8	22,4
3			Мивал	35,6	12,0	17,1	31,3	24,0
4			Микровит с йодом	36,5	12,2	16,6	28,0	23,3
5			Микровит с селеном	37,7	12,5	16,8	30,1	24,3
6			Экогель с йодом	36,3	12,9	20,8	29,6	24,9
Среднее					34,3	12,2	16,9	28,6
НСР ₀₅				4,46	0,42	1,98	2,17	–

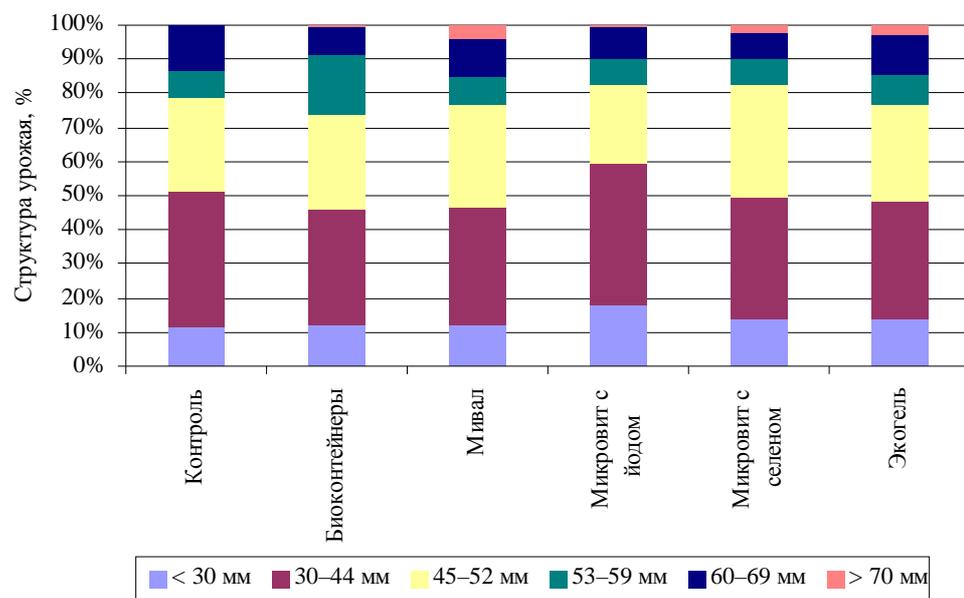


Рисунок 3 – Структура урожая в 2009–2011 гг., % (сорт Жуковский ранний)

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

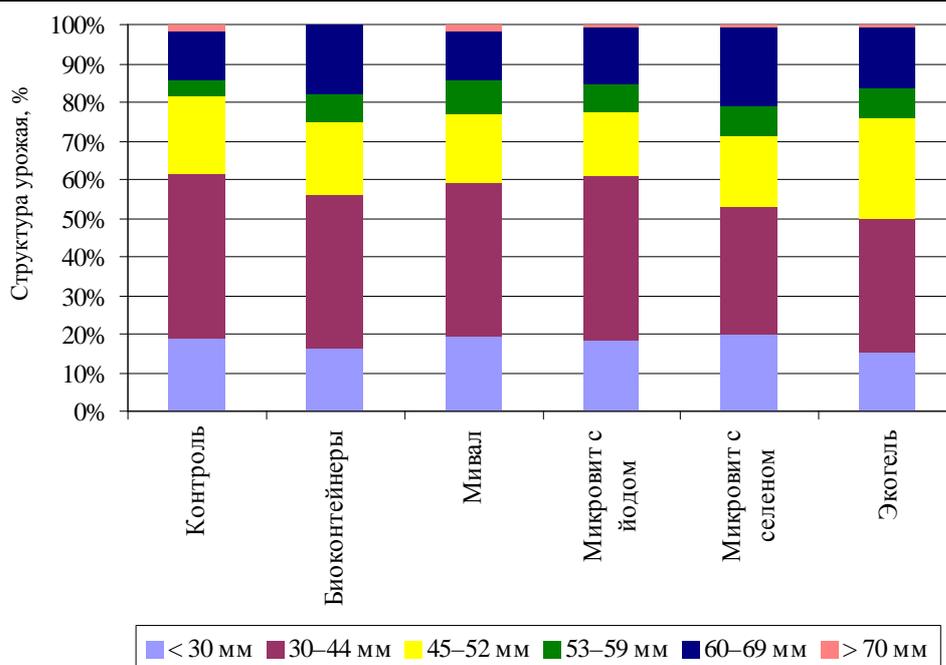


Рисунок 4 – Структура урожая в 2009–2011 гг., % (сорт Юбилей Жукова)

клубни размером более 50 мм по наибольшему поперечному диаметру. Фракционный состав клубней различался в зависимости от условий выращивания. Товарность урожая клубней значительно зависела от условий года и приемов возделывания.

Исследования показывают, что в среднем за три года (2009–2011 гг.) товарность клубней, пригодных для переработки при возделывании сорта Жуковский ранний, составила 20,6–29,6 %, сорта Юбилей Жукова – 20,4–27,6 % (табл. 2). В то же время, если исключить крайне неблагоприятный, засушливый и жаркий вегетационный период 2010 г., то в среднем за два года получена товарность 29,9–43,2 % (сорт Жуковский ранний) и 30,6–40,8 % (сорт Юбилей Жукова).

Таблица 2 – Урожайность товарных клубней картофеля (фракция > 53 мм), %

Наименование	Сорт			
	Жуковский ранний		Юбилей Жукова	
	Среднее за			
	2009–2011 гг.	2009 и 2011 гг.	2009–2011 гг.	2009 и 2011 гг.
Контроль	25,3	34,6	20,4	30,6
Биоконтейнеры	28,0	39,6	25,9	37,2
Мивал	25,7	37,2	26,4	39,7
Микролит с йодом	20,6	30,9	22,3	32,4
Микролит с селеном	20,8	29,9	27,6	40,8
Экогель	29,6	43,2	26,7	38,8
Среднее	25,0	35,9	24,9	36,6

При этом наибольшая товарность на вариантах сорта Жуковский ранний была получена при применении биоконтейнеров с последующим опрыскиванием препаратом «Экогель» с йодом – 29,6 % в среднем за 2009–2011 гг. при 25,3 % на контрольном варианте; 43,2 % в среднем за два более благоприятных года – 2009 и 2011 гг. при 34,6 % – на контроле.

При возделывании сорта Юбилей Жукова наибольшая товарность получена при применении биоконтейнеров с последующим опрыскиванием препаратом «Микровит» с селеном – 27,6 % в среднем за 2009–2011 гг. при 20,4 % на контрольном варианте и 40,8 % в среднем за 2009 и 2011 гг. при 30,6 % – на контроле [5].

Следовательно, при возделывании картофеля с использованием биоконтейнера при посадке урожай клубней для переработки составляет более 25 % от общего урожая картофеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Биоконтейнеры можно эффективно использовать для выращивания картофеля на дачных низкоплодородных участках.

2. Эффективным может быть использование биоконтейнеров для выращивания органической продукции и при использовании сверхмалых клубней оригинального семенного картофеля.

3. Использование при посадке биоконтейнеров с последующим применением листовой обработки препаратами «Мивал», «Микровит» с йодом, «Микровит» с селеном, «Экогель» с йодом позволило получить прибавку урожайности до 5,8 т/га (34,5 %) на вариантах сорта Жуковский ранний и до 5,9 т/га (31,0 %) на вариантах сорта Юбилей Жукова.

4. Изучаемые приемы возделывания картофеля также позволили повысить урожайность товарных клубней свежего продовольственного картофеля, реализуемого в торговой сети, категории «отборный» размером более 50 мм по наибольшему поперечному диаметру с 30,6–34,6 % (на контроле без биоконтейнеров и без листовых обработок) до 40,8–43,2 %.

Список литературы

1. Старовойтов, В.И. Индустрия картофеля: справочник / В.И. Старовойтов. – М.: ФГУП «ПИК ВИНТИ», 2010. – 202 с.
2. News: 20 potatoes a day followed up with Potato Recipes [text] // United States. – January. – 13, 2011. – pg. 1 // Potato Pro.com services for the Potato Industry.
3. Агрегат для высева семян в биоконтейнерах / В.И. Старовойтов [и др.] // Сельский механизатор. – 2011. – № 9. – С. 10–11.
4. Фирсов, И.П. Использование биоконтейнеров в оригинальном семеноводстве картофеля / И.П. Фирсов, Ю.П. Бойко, О.А. Старовойтова // Вестн. ФГОУ ВПО МГАУ. – 2009. – № 4 (35). – С. 13–15.

5. Манохина, А.А. Разработка технологического процесса посадки картофеля с применением гранулированных органических удобрений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 05.20.01 / А.А. Манохина; ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. – М., 2012. – 131 с.

Поступила в редакцию 17.11.2016 г.

V.I. STAROVOYTOV, O.A. STAROVOYTOVA, A.A. MANOHINA

BIOPACKS USE FOR POTATOES GROWING

SUMMARY

In the cultivation of potatoes using biopacks and leaf processing plants, silicon-, iodine- and selenium-containing preparations obtained yield increase to 5.8 t/ha (34.5 %) on the variants of variety early Zhukovskiy and to 5.9 t/ha (31.0 %) on the variants of variety of Yubiley Zhukova. The yield of marketable tubers fresh potatoes, sold in the trading network, the categories «selected» more than 50 mm in greatest transverse diameter from 30.6 of 34.6 % (control without biopacks and without leaf treatments) increased to 40.8–43.2 %.

Key words: potatoes, biopack, leaf processing, mival, microvit with iodine, microvit with selenium, ekogel with iodine, yield of marketable tubers for processing.

УДК 635.21:631.531.02:33

А.И. Усков, Д.В. Кравченко, П.А. Галушка, Л.Б. Ускова

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофеля хозяйства имени А.Г. Лорха», пос. Красково, Люберецкий район, Московская область, Россия
E-mail: korenevo2000@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НОВЫХ ГЕРОПРОТЕКТОРОВ В СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты многолетних исследований по использованию ионов Скулачева, обладающих геропротекторными свойствами, на различных этапах оригинального семеноводства картофеля. В культуре *in vitro* при добавлении препарата SkQ1 (2,5 нМ) в искусственную питательную среду выявлено увеличение приживаемости тканевых эксплантов сортов с более коротким вегетационным периодом на 16–43 %, сортов с более длинным вегетационным периодом – на 7–13 %, при этом выход стеблевых черенков после первого черенкования регенерантов возрастал в 1,9–2,7 раза, а количество культивируемых микрорастений удваивалось через 5–7 пассажей культуры. В полевых условиях обработка ионами Скулачева семенных клубней в концентрации 25 нМ с последующим опрыскиванием посадок в фазу бутонизации – начало цветения (2,5 нМ) способствовала более интенсивному развитию вегетативной массы растений картофеля (в 1,5 раза по высоте, в 1,7–2,1 раза по площади листьев) и увеличивала продолжительность вегетационного периода, что в результате приводило к достоверному увеличению урожая изучаемых сортов в 1,4–1,5 раза.*

Ключевые слова: семеноводство картофеля, геропротекторы, ионы Скулачева.

ВВЕДЕНИЕ

Культура картофеля, размножаемая вегетативно, подвержена вырождению вследствие поражения вирусными, грибными и бактериальными болезнями, а также физиологическому старению с течением времени и под воздействием неблагоприятных абиотических факторов [1]. Процессы физиологического вырождения и старения развиваются поступательно и выражены в ухудшении потребительских и семенных качеств клубней. Интенсивность физиологического вырождения обусловлена как внутренними генетическими особенностями генотипов, так и условиями культивирования и хранения материала.

Наряду с семеноводческими и агротехническими мероприятиями, обеспечивающими воспроизводство и размножение оздоровленного семенного картофеля, большой интерес вызывает применение специальных приемов, замедляющих процессы физиологического старения культуры путем воздействия на механизмы регуляции внутриклеточного обмена веществ. К таким приемам относится использование биологически активных веществ направленного действия – геропротекторов.

Одним из крупнейших открытий последнего времени в биологии является разработка концепции апоптоза – запрограммированного старения и самоликвидации клеток [2]. Было показано, что «программы смерти» существуют у бактерий и одноклеточных эукариот, таких как, например, дрожжи [3].

Некоторые исследователи полагают, что старение и отмирание тканей детерминировано в процессе онтогенеза растений. Совсем недавно выделены специфические протеазы растений – фитаспазы, участвующие в процессах самоликвидации клеток [4, 5].

Великие биологи второй половины XIX века Ч. Дарвин и А. Вейсман рассматривали старение организма как завершающий этап онтогенеза, а не как простое следствие накопления случайных ошибок [6, 7]. Академик В.П. Скулачев в развитие теории А. Вейсмана считает, что в рамках обеспечения эволюционного процесса после завершения онтогенеза включается механизм фенотоза – запрограммированного старения и смерти организмов [8].

В соответствии со свободнорадикальной теорией Д. Хармана старение организмов сопровождается нарушением в клеточных структурах баланса активных форм кислорода (АФК) в сторону усиления окислительной функции, что приводит к деградации биополимерных макромолекул [9].

В 2003–2004 гг. в России была освоена технология доставки высокоэффективных антиоксидантов в митохондрии клетки для регулирования баланса АФК [10]. Были синтезированы специфические регуляторы внутриклеточного баланса АФК – митохондриально-ориентированные антиоксиданты, названные ионами Скулачева (SkQ) и представляющие собой соединения проникающего липофильного катиона трифенилдецилфосфония и производных пластохинона хлоропластов [11]. Исследования показали, что ионы Скулачева обладают крайне высокой проникающей способностью и возможностью к многократному действию, поскольку молекулы SkQ легко восстанавливаются комплексами I и II дыхательной цепи [12].

При вырождении и физиологическом старении культуры картофеля под действием биотических и абиотических стрессов на определенном этапе развития процессов происходит нарушение внутриклеточного баланса АФК. Использование ионов Скулачева как внутримитохондриальных антиоксидантов для регулировки баланса АФК органично вписывается в систему семеноводства картофеля, призванную противодействовать процессам вырождения и физиологического старения культуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по применению новых биологически активных веществ с геропротекторными свойствами (ионов Скулачева) на различных этапах оригинального семеноводства картофеля проводили в 2007–2015 гг. во Всероссийском НИИ картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха.

Работы, связанные с культурой тканей, проводили по методике, изложенной в рекомендациях Новые технологии производства оздоровленного исходного материала в элитном семеноводстве картофеля [13].

В рамках программы исследований изучали действие специфических внутримитохондриальных антиоксидантов SkQ (ионов Скулачева) на приживаемость и морфогенную активность меристематических эксплантов и ростковых черенков, а также рост и развитие исходных микрорастений-регенерантов.

Синтезированные в НИИ ФХБ им. А.Н. Белозерского (МГУ) препараты SkQ представляют собой соединения катионов трифенилдецилфосфония и аналогов пластохинона хлоропластов. Они различаются по проникающей способности и соотношению анти- и прооксидантной активности [12]. В наших исследованиях наибольшее воздействие на культуру картофеля *in vitro* выявлено при использовании препарата SkQ1 (10-(6'-пластохинонил) децилтрифенилфосфоний).

Раствор препарата SkQ1 добавляли в стандартную питательную среду Мурасиге-Скуга (МС) после автоклавирования в концентрациях 0,25 нМ, 2,5 нМ и 25 нМ. Повторность: 20 эксплантов или ростковых черенков по каждому варианту. Оценка приживаемости, морфогенной активности эксплантов (черенков) и биометрических показателей микрорастений проводили еженедельно.

Полевые опыты по изучению воздействия ионов Скулачева на рост, развитие, продуктивность и структуру урожая растений картофеля закладывали на опытном поле ВНИИКХ (Московская область) на связнопесчаной по механическому составу почве, которая характеризовалась следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 4,7; гумус – 2,1 %; P_2O_5 – 41,1; K_2O – 7,1 мг/100 г почвы.

Схема опыта включала обработки семенных клубней перед посадкой и опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения растворами препаратов SkQ1 в концентрациях 0,25; 2,5; 25 и 250 нМ. Повторность опытов четырехкратная: по 25 клубней в повторности.

Исследования проводили на сортах с различной длиной вегетационного периода: Жуковский ранний – 70–80 дней (суперранний), Крепыш – 80–90 дней (ранний), Голубизна – 115–125 дней (среднепоздний), Никулинский – 125–140 дней (среднепоздний).

Изучение технологических аспектов эффективности применения ионов Скулачева в составе баковой смеси пестицидов для предпосадочной обработки клубней проводили в 2010–2012 гг. Для совместной с SkQ1 (25 нМ) обработки клубней использовали широко применяемые препараты: фунгицид «Максим» (0,2 л/т) и инсектицид «Круйзер» (0,3 л/т).

Полевые исследования и математическую обработку результатов опытов проводили в соответствии с методиками исследований по культуре картофеля с использованием дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [14–16].

В Московской области, характеризующейся умеренно-континентальным климатом, в течение года выпадает от 350 до 700 мм осадков, сумма среднесуточных температур свыше 10 °С составляет до 2450 °С, а продолжительность безморозного периода – от 90 до 140 дней. Порядка 70 % осадков выпадает в течение вегетационного периода, что создает благоприятные условия для роста и развития растений картофеля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Использование ионов Скулачева при воспроизводстве и размножении исходного материала в культуре *in vitro*. Современные технологии воспроизводства исходного материала основаны на получении оздоровленных исходных растений (*basic plants*) в культуре *in vitro* с использованием тканевых эксплантов (меристем) и/или ростковых черенков. При этом определяющее значение имеют приживаемость объектов и время регенерации микрорастений.

Как показали исследования, применение ионов Скулачева повышает приживаемость **тканевых эксплантов (меристем)** [17]. В наибольшей степени данный эффект характерен для ранних и среднеранних сортов, в меньшей степени – для среднеспелых и поздних. В контрольном варианте приживаемость эксплантов (меристем) ранних и среднеранних сортов (Жуковский ранний, Невский) не превышала 57–70 %. Приживаемость эксплантов сортов с более длительным периодом созревания (Голубизна, Никулинский) составляла 80–90 %. При добавлении препарата SkQ1 в искусственную питательную среду в концентрации 2,5 нМ приживаемость тканевых эксплантов сортов с более коротким вегетационным периодом увеличивалась на 16–43 %, сортов с более длинным вегетационным периодом – на 7–13 % (рис. 1).

Помимо приживаемости тканевых эксплантов (меристем) важное практическое значение имеет продолжительность периода регенерации из них исходных микрорастений. Полученные нами данные свидетельствуют об ускорении начала и увеличении интенсивности морфогенеза в тканях при использовании препарата SkQ1 (2,5 нМ). В этом случае уже на пятые сутки после высадки количество тканевых эксплантов (меристем) с признаками морфогенеза возрастало в 2–3 раза по сравнению с контролем, а время регенерации микрорастений в конечном итоге сокращалось на 24–30 суток.

При использовании для воспроизводства исходного материала культуры **ростковых черенков** добавление в искусственную питательную среду Мурациге-Скуга (МС) ионов Скулачева также способствовало развитию морфогенеза ростковых черенков в культуре *in vitro*. Причем наиболее выражено данное воздействие проявляется в первые 2–3 недели после введения черенков в культуру.

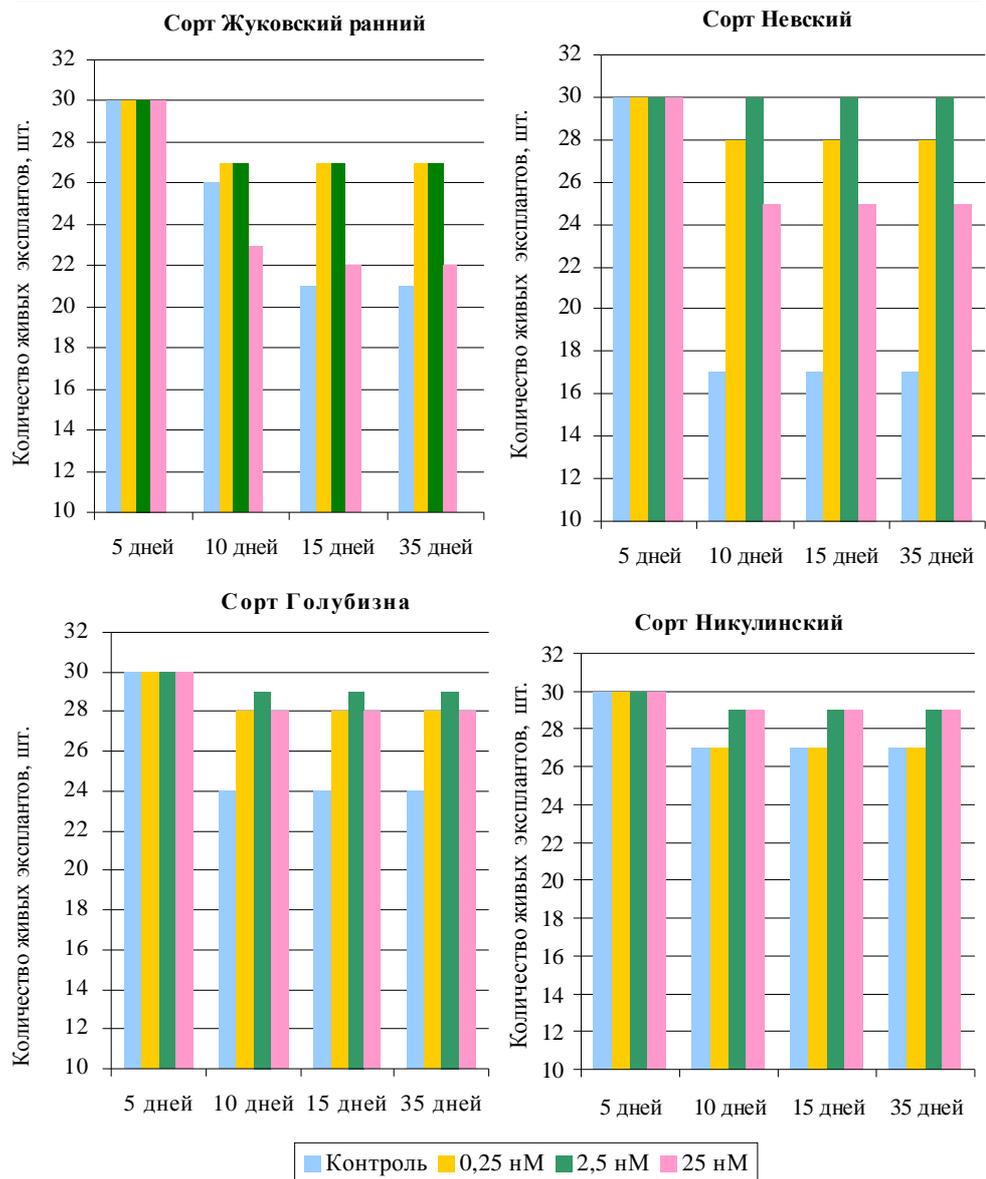


Рисунок 1 – Приживаемость тканевых эксплантов (меристем) в зависимости от концентрации препарата SkQ1

Через 40 дней культивирования ростков на среде с SkQ1 (2,5 нМ) около 62 % регенерантов сорта Жуковский ранний и 47 % сорта Крепыш были пригодны к первому черенкованию, против соответственно 29 и 21% в контроле. В этом случае увеличение количества микрорастений, пригодных к первому черенкованию, позволило значительно повысить коэффициент размножения оздоровленных исходных растений.

В среднем за время исследований общий выход стеблевых черенков после первого черенкования регенерантов возрастал в 2,7 раза для сорта Жуковский ранний и в 1,9 раза для сорта Крепыш при культивировании материала на питательной среде МС с добавлением препарата SkQ1 в концентрации 2,5 нМ [18].

В наших исследованиях при **клональном микроразмножении** наблюдали более интенсивный рост микрорастений на питательной среде с добавлением ионов Скулачева в концентрации 2,5 нМ. Вследствие этого количество культивируемых микрорастений раннего сорта Метеор удваивалось через 5 пассажей, среднеспелого сорта Красавчик – через 6 пассажей и среднепозднего сорта Лорх – через 6–7 пассажей культуры [19].

Применение ионов Скулачева в технологическом процессе **получения микроклубней** (*in vitro*) способствовало увеличению продуктивности микрорастений, как правило, за счет возрастания средней массы клубня.

В наших исследованиях при добавлении в искусственную питательную среду препарата SkQ1 в концентрации 2,5 нМ наблюдали увеличение массы получаемых микроклубней сорта Удача на 8,8 %, сорта Импала – на 36,1, сорта Красавчик – на 37,5 % и двукратное увеличение массы микроклубней для сорта Жуковский ранний. При этом средняя масса микроклубня возрастала на 40–140 мг для сортов Жуковский ранний, Импала и Красавчик и была на уровне контроля для сортов Удача и Метеор. У сорта Удача увеличение выхода микроклубней происходило за счет увеличения количества клубней на 15 % по сравнению с контролем [20].

Применение ионов Скулачева при культивировании картофеля в полевых условиях оказывало стабилизационное воздействие на рост, развитие и продуктивность растений картофеля, сглаживая влияние неблагоприятных факторов внешней среды и противодействуя физиологическому старению культуры.

Онтогенез растений картофеля принято рассматривать с момента пробуждения глазков и начала формирования ростков после окончания периода покоя клубней. В наших исследованиях клубневой материал, репродуцируемый в полевых условиях без обработок геропротекторами, начинал прорастать в более ранние сроки по сравнению с материалом, выращиваемым с использованием ионов Скулачева. В результате к моменту посадки в первой декаде мая клубни на контрольном варианте отличались более крупными ростками. В этом случае средняя масса ростков в расчете на клубень была на 44–47 % больше, чем в варианте с ежегодными обработками препаратом SkQ1, а средняя масса одного ростка в 1,3 раза (для сорта Крепыш) и 1,8 раза (для сорта Жуковский ранний) превышала значения показателя в опытном варианте [21].

На последующих этапах онтогенеза различия между вариантами во время вегетации заключались в более интенсивном прохождении всех фенологических фаз развития растений при использовании ионов Скулачева (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты фенологических наблюдений, 2015 г.

Вариант	Высажено клубней, шт.	Всходы, шт.		Бутонизация, шт.	Цветение, шт.	Ягодобразование, шт.
		всего	в том числе с угнетением роста			
Сорт Жуковский ранний						
Контроль	100	100	3	79	54	9
SkQ1	100	99	0	89	64	15
Сорт Крепыш						
Контроль	100	100	4	89	83	56
SkQ1	100	100	0	100	100	83

На посадках, обработанных геропротекторами, не было выявлено растений с угнетением роста (в отличие от контрольного варианта), на 12,4–12,7 % больше растений изучаемых сортов образовывали бутоны, на 18,5–20,5 % больше зацветали и в 1,5–1,7 раза больше завязывали ягод.

Применение ионов Скулачева способствовало более интенсивному развитию вегетативной массы растений картофеля [22].

Растения, культивируемые с использованием геропротекторов, статистически достоверно превосходили растения на контроле по высоте в 1,5 раза, а по площади листьев – в 1,7–2,1 раза (рис. 2, 3).

Применение геропротекторов увеличивало продолжительность вегетационного периода. В наших исследованиях было отмечено более раннее начало отмирания ботвы в контрольном варианте при культивировании материала без обработок ионами Скулачева [22].

Так, на 29 июля 2015 г. на посадках сорта Крепыш в контрольном варианте полное отмирание ботвы наблюдали у более 30 % растений, в то время как в варианте с обработками геропротекторами все растения продолжали вегетацию (рис. 4).

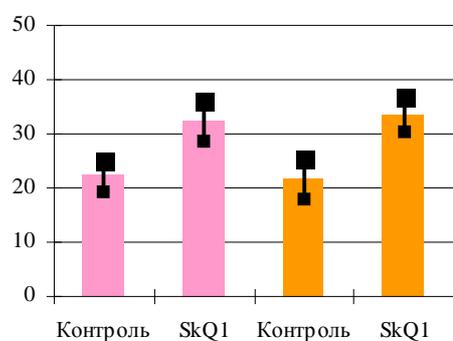


Рисунок 2 – Влияние обработок геропротекторами на высоту растений картофеля сорта Жуковский ранний (слева) и сорта Крепыш (справа), см

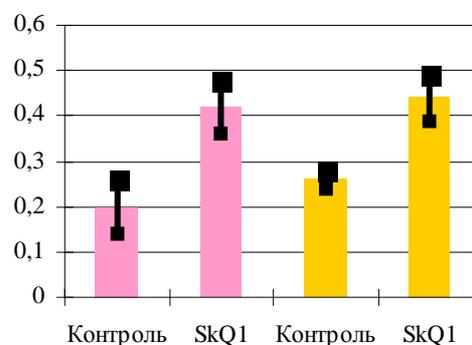


Рисунок 3 – Влияние обработок геропротекторами на площадь листьев растений картофеля сорта Жуковский ранний (слева) и сорта Крепыш (справа), м²

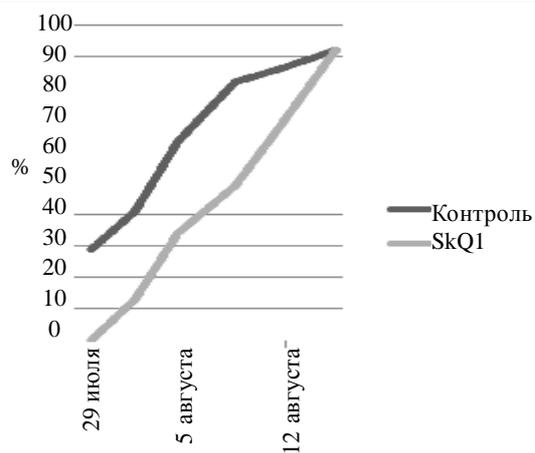


Рисунок 4 – График отмирания ботвы сорта Крепыш

Как показали исследования, использование геропротекторов продлевает период накопления урожая для ранних сортов (Метеор) и интенсифицирует процесс накопления урожая у сортов с продолжительным вегетационным периодом (Лорх) (рис. 5, 6).

В конечном итоге лучшее развитие ботвы и продление вегетационного периода при использовании ионов Скулачева привели к достоверному увеличению урожая изучаемых сортов в 1,4–1,5 раза (табл. 2).

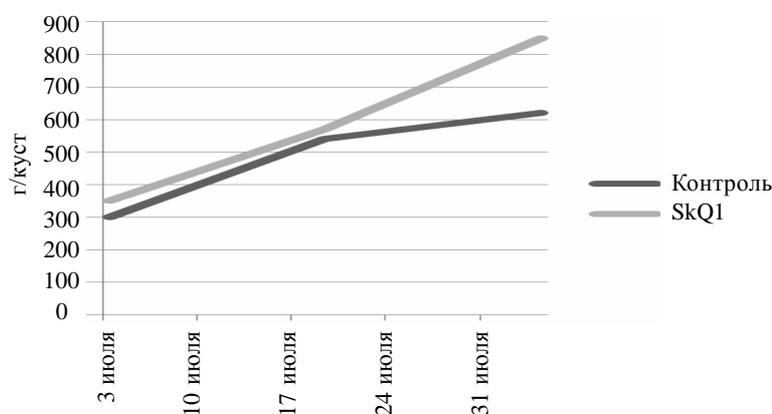


Рисунок 5 – График накопления урожая сорта Метеор

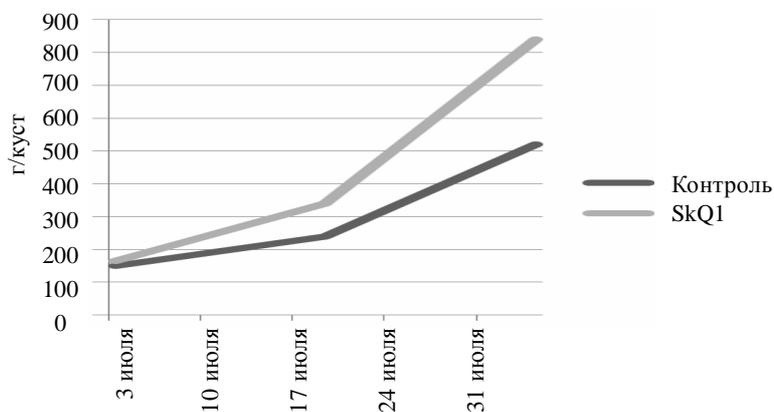


Рисунок 6 – График накопления урожая сорта Лорх

Таблица 2 – Величина и структура урожая клубней картофеля при длительном применении в наложении (8 лет) ионов Скулачева, 2015 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Продуктивность, г/куст	Количество клубней, шт/куст			
			≥ 60 мм	30–60 мм	£ 30 мм	всего
Сорт Жуковский ранний						
Контроль	16,9 ± 0,5	551 ± 16	2,3	4,3	2,0	8,6
SkQ1	25,4 ± 1,4	828 ± 45	3,7	3,6	1,8	9,1
Сорт Крепыш						
Контроль	18,7 ± 3,0	609 ± 98	3,3	3,5	1,2	8,0
SkQ1	27,0 ± 2,9	880 ± 93	4,3	2,9	1,0	8,2

Нами была отработана технология применения ионов Скулачева в полевых условиях [23]. Максимальные прибавки урожая в опытах отмечали при обработках клубней перед посадкой раствором SkQ1 в концентрации 25 нМ и при опрыскивании растений в фазу бутонизации – начало цветения в концентрации 2,5 нМ. Для сорта Жуковский ранний они были на уровне 36 и 25 % соответственно, а для сорта Крепыш – 26 и 24–26 % соответственно (табл. 3).

Полученные нами экспериментальные данные свидетельствуют о возможности эффективного использования препарата SkQ1 (25 нМ) в составе баковой смеси пестицидов (Максим + Круйзер) для предпосадочной обработки клубней [24].

На основе полученных экспериментальных данных была разработана технологическая карта для оценки **экономических показателей** воспроизводства оздоровленных исходных микрорастений по одногодичной схеме с использованием геропротекторов-ионов Скулачева [25].

Расчетная себестоимость одного исходного для черенкования микрорастения, полученного с использованием одногодичной схемы воспроизводства, составила 341,8 руб., что на 36,7 % выше по сравнению с себестоимостью исходных микрорастений, получаемых по базовой двухлетней схеме. Одновременно возрастала себестоимость всего исходного материала: микрорастений, высаживаемых в грунт, – на 62,8 %, мини-клубней – на 24,3, первого полевого поколения из мини-клубней (ПП-1) – на 18,8 и супер-суперэлиты (ССЭ) – на 9,3 %.

Вместе с тем необходимо отметить, что получаемый в процессе производства супер-суперэлиты выигрывает по времени в один вегетационный период не только перекрывает все понесенные дополнительные затраты, но и обеспечивает увеличение валовой прибыли более чем в 3 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе совокупности полученных данных можно сделать вывод о сдерживающем воздействии изучаемых геропротекторов на процессы физиологического старения культуры картофеля. При регулярных обработках ионами Скулачева

Таблица 3 – Продуктивность растений картофеля при различных способах обработки препаратом SkQ1

Вариант обработки		Урожайность, г/растение		Прибавка урожая, %	
		Последствие	Наложение вариантов	Последствие	Наложение вариантов
Сорт Жуковский ранний					
Контроль		491	491	–	–
Клубни	0,25 нМ	546	579	11	18
	2,5 нМ	572	589	16	20
	25 нМ	539	669	10	36
Растения	0,25 нМ	598	592	22	21
	2,5 нМ	600	614	22	25
	25 нМ	586	604	19	23
Клубни + + растения	0,25 нМ	587	587	20	20
	2,5 нМ	592	615	21	25
	25 нМ	558	594	14	21
НСР ₀₉₅		62	62	–	–
Сорт Крепыш					
Контроль		540	540	–	–
Клубни	0,25 нМ	555	575	3	6
	2,5 нМ	594	605	10	12
	25 нМ	575	681	6	26
Растения	0,25 нМ	565	619	5	15
	2,5 нМ	597	667	11	24
	25 нМ	579	632	7	17
Клубни + + растения	0,25 нМ	607	610	12	13
	2,5 нМ	663	681	24	26
	25 нМ	613	668	14	24
НСР ₀₉₅		56	62	–	–

отмечено более интенсивное прохождение растениями фенологических фаз развития (больше бутонов, цветков, ягод), лучшее развитие ботвы по высоте и площади листьев, продление периода и интенсификация процесса накопления урожая, что приводило к получению достоверных прибавок. Материал, репродуцируемый без использования геропротекторов, характеризовался более ранним выходом из периода покоя и менее продолжительным вегетационным периодом.

Отработаны технологические аспекты применения ионов Скулачева на различных этапах оригинального семеноводства картофеля. Добавление препарата SkQ1 (2,5 нМ) *in vitro* в среду Мурасиге-Скуга:

- повышает приживаемость эксплантов (меристем) и ростковых черенков, усиливает процессы морфо- и ризогенеза, сокращает время регенерации на 24–30 суток, повышает коэффициент размножения в 1,9–2,7 раза;
- стимулирует рост и развитие микрорастений, приводит к удваиванию их количества через 5–7 пассажей;

– увеличивает массу микроклубней.

В защищенном грунте добавление препарата SkQ1 (2,5 нМ) *in vitro* в среду МС перед последним черенкованием + опрыскивание растений при посадке в теплицу (2,5 нМ) + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начало цветения (2,5 нМ) увеличивает выхода мини-клубней на 15–68 %.

При полевом размножении обработка клубней перед посадкой препаратом SkQ1 (25 нМ) + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начало цветения (2,5 нМ) стабилизирует рост и развитие растений в стрессовых условиях, достоверно увеличивает урожай клубней.

Список литературы

1. Писарев, Б.А. Семеноводство картофеля / Б.А. Писарев, Л.Н. Трофимец. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 183 с.
2. Kerr, J.F. Apoptosis: a basic biological phenomenon with wide-ranging implications in tissue kinetics / J.F. Kerr, A.H. Wyllie, A.R. Currie // *Br J Cancer*, 1972. – Vol. 26. – P. 239–257.
3. Longo, V.D. Opinion: programmed and altruistic ageing / V.D. Longo, J. Mitteldorf, V.P. Skulachev // *Nature Rev. Genetics*, 2005. – № 6. – P. 866–872.
4. Вартапетян, А.Б. Фитаспаза: апоптотическая протеаза растений / А.Б. Вартапетян, Н.В. Чичкова // Трансгенные растения: технологии создания, биологические свойства, применение, биобезопасность: тез. докл. IV Всерос. симпозиума и Годичного собрания Общества физиологов растений России. – М., 2012. – С. 72.
5. Некоторые особенности фенотипа трансгенных растений табака с геном фермента программированной смерти клетки – фитаспазой / Э.Л. Миляева [и др.] // Трансгенные растения: технологии создания, биологические свойства, применение, биобезопасность: тез. докл. IV Всерос. симпозиума и Годичного собрания Общества физиологов растений России. – М., 2012. – С. 73.
6. Darwin, Ch. *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* / Ch. Darwin. – 1-st ed., London: John Murray, 1871. – Vol.1. – 424 p. – Vol. 2. – 476 p.
7. Weismann, A. *Essays upon heredity and kindred biological problems* / A. Weismann. – Oxford: Claderton Press, 1889. – Vol.1. – 455 p. – Vol. 2. – 227 p.
8. Skulachev, V.P. The programmed death phenomena, aging and the Samurai low of biology / V.P. Skulachev // *Exp. Gerontol*, 2001. – Vol. 36. – № 7. – P. 995–1024.
9. Harman, D. Aging: Minimizing free radical damage / D. Harman. – *J. Anti-Aging Medicine*, 1999. – Vol. 2. – P. 15–36.
10. Скулачев, В.П. Попытка биохимиков атаковать проблему старения: «Мегапроект» по проникающим ионам. Первые итоги и перспективы / В.П. Скулачев // *Биохимия*, 2007. – Т. 72. – Вып. 12. – С. 1572–1586.
11. Mitochondria-Targeted Plastoquinone Derivatives as Tools to Interrupt Execution of the Aging Program. 1. Cationic Plastoquinone Derivatives: Synthesis and *in vitro* Studies / Y.N. Antonenko [et al.] // *Biochemistry (Moscow)*, 2008. – Vol. 73. – № 12. – P. 1273–1287.

12. Скулачев, В.П. Старение как атавистическая программа, которую можно попытаться отменить / В.П. Скулачев // Вестн. РАН, 2005. – Т. 75. – № 9. – С. 831–843.
13. Новые технологии производства оздоровленного исходного материала в элитном семеноводстве картофеля: рекомендации / Е.А. Симаков [и др.]. – М.: ГУП «Агропрогресс», 2000. – 80 с.
14. Методика исследований по культуре картофеля / Н.А. Андрушина [и др.] // ВНИИКХ. – М.: ВАСХНИЛ, 1967. – 263 с.
15. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / А.С. Воловик [и др.] // ВНИИКХ Россельхозакадемия. – М., 1995. – 106 с.
16. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
17. Кравченко, Д.В. Оптимизация процесса получения оздоровленных микрорастений картофеля из меристематических эксплантов с использованием препарата SkQ1 / Д.В. Кравченко, А.И. Усков, А.А. Замятнин (мл.) // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт: материалы науч.- практ. конф. «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства» / РАСХН, ВНИИКХ. – М., 2008. – Т. 1. – С. 330–337.
18. Галушка, П.А. Рост и развитие ростковых черенков картофеля *in vitro* при использовании препарата SkQ1 / П.А. Галушка, А.И. Усков, Д.В. Кравченко // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 4. – С. 40–41.
19. Усков, А.И. Изменение роста и развития микрорастений картофеля при регулярном использовании ионов Скулачева / А.И. Усков [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр.: материалы науч. конф. «Мировые генетические ресурсы картофеля и их использование в современных направлениях селекции» (к 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова) / ГНУ ВНИИКХ им. А.Г. Лорха Россельхозакадемии. – М., 2012. – С.118–121.
20. Кравченко, Д.В. Влияние ионов Скулачева (SkQ1) на формирование микроклубней картофеля *in vitro* / Д.В. Кравченко, П.А. Галушка, А.И. Усков // Картофелеводство: сб. науч. тр.: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля» / ГНУ ВНИИКХ им. А.Г. Лорха Россельхозакадемии. – М., 2014. – С. 200–205.
21. Влияние новых нано-геропротекторов на рост и развитие растений картофеля / А.И. Усков [и др.] // Вестн. РГАЗУ. – 2015. – Вып. 19 (24). – С. 14–20.
22. Использование новых нано-геропротекторов на картофеле: методические рекомендации / А.И. Усков [и др.]. – Чебоксары: КУП ЧР «Агро-Инновации». – 2016. – 19 с.
23. Изучение геропротекторных свойств ионов Скулачева при использовании в семеноводстве картофеля / А.И.Усков [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр.: материалы науч.-практ. конф. и коорд. совещ. «Современные тенденции и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля»

(к 80-летию ВНИИКХ) / ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. – М., 2011. – С. 195–203.

24. Изменение урожайности культуры картофеля при регулярном применении ионов Скулачева / А.И. Усков [и др.] // Современное состояние и перспективы развития картофелеводства. – Чебоксары: КУП ЧР «Агро-Инновации», 2012. – С. 187–189.

25. Экономические аспекты производства оздоровленного картофеля при использовании одногодичной схемы воспроизводства исходных микрорастений / А.И. Усков [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр.: материалы науч. конф. «Мировые генетические ресурсы картофеля и их использование в современных направлениях селекции» (к 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова) / ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. – М., 2012. – С. 157–162.

Поступила в редакцию 24.11.2016 г.

A.I. USKOV, D.V. KRAVCHENKO, P.A. GALUSHKA, L.B. USKOVA

RESEARCH RESULTS OF NEW GEROPROTECTORS USE IN SEED POTATOES PRODUCTION

SUMMARY

The research results of Skulachev ions use with geroprotective properties at various stages in original seed potatoes production are represented. In vitro when adding SkQ1 preparation (2.5 nM) in the artificial nutrient medium there was an increased survival rate of tissue explants varieties with shorter vegetation period by 16–43 % and varieties with longer vegetation period – 7–13 %. Simultaneously, the output of stem cuttings after the first grafting of regenerants grew in 1.9–2.7 times and the number of cultivated micro plants was doubled after 5–7 passages in culture. In the field treatment of seed tubers with Skulachev ions (25 nM) and followed by spraying of plantings in the phase of budding – beginning of flowering (2.5 nM) promoted more intense development of vegetative plants mass (1.5 times the height and 1.7–2.1 of leaf area) and increased the length of growing season. As a result of getting reliable increase in yield of the studied varieties was 1.4–1.5 times.

Key words: seed potatoes production, geroprotectors, Skulachev ions.

УДК 633.491:631.82: 631.674.6

А.Э. Шабанов, Б.В. Анисимов, А.И. Киселев, С.Н. Зебрин

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», пос. Красково, Люберецкий район, Московская область, Россия

E-mail: agro-vniikh@mail.ru

ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты по оценке продуктивности новых сортов картофеля разных сроков созревания при создании оптимального агрофона с применением капельного полива. Показана эффективность полива и выделены сорта с уровнем урожайности более 60 т/га.

Ключевые слова: картофель, сорта, продуктивность, срок созревания, оптимальный агрофон, капельный полив.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, создание нового, высокопродуктивного сорта это еще не решение проблемы повышения урожайности. Потенциальные возможности генотипа смогут проявиться лишь в том случае, если после предварительного изучения для него агротехнически будут созданы условия, в максимальной степени отвечающие требованиям сорта [1, 2].

В комплексе агротехнических мероприятий по созданию оптимальных условий выращивания и получению высоких и стабильных урожаев картофеля важное значение имеют сроки посадки, удобрения, полив и другие факторы. Одним из эффективных агроприемов, повышающих урожайность и качество картофеля без дополнительных материальных затрат, является правильно выбранный срок посадки с учетом биологических особенностей возделываемого сорта, качества семенного материала, гранулометрического состава, температуры почвы и т. д. [3, 4]. Практика применения удобрений показывает, что отдача от них зависит не только от дозы и соотношения между основными элементами питания, но и от способов, сроков их внесения и полива [5–7].

В этой связи исследования по оценке продуктивности новых и перспективных сортов картофеля при создании оптимальных условий выращивания, безусловно, важны.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыты проводили в 2014–2015 гг. на экспериментальной базе «Коренево» ВНИИКХ (Московская область) на дерново-подзолистой супесчаной почве

с относительно высоким содержанием гумуса (2,4–2,6 %); оптимальным для картофеля – подвижного фосфора (213–227 мг/кг почвы) и средним – обменного калия (185–192 мг/кг почвы).

Объектами изучения были 13 новых и перспективных сортов разных сроков созревания селекции ВНИИКСХ.

Цель исследований – определить потенциальные возможности представленных сортов по формированию максимально высокого урожая клубней при создании оптимального агрофона выращивания с применением капельного полива.

Работу проводили на опытных участках с применением капельного полива и без полива. Посадка осуществлялась клоновой сажалкой СН-4Б-К клубнями массой 50–80 г на глубину 8–10 см в предварительно нарезанные гребни. Срок посадки – третья декада апреля, то есть при готовности и температуре почвы не ниже +5 °С. Это было обусловлено необходимостью ускорения роста, развития растений и формирования урожая до наступления неблагоприятных погодных условий (жара и засуха) и опасности поражения фитофторозом. Густота посадки – 44 тыс. клубней/га по схеме 75 × 30 см.

Минеральные удобрения (Азофоска с добавлением Калимагнезии) в дозе $N_{90}P_{90}K_{120}$ вносили в середине апреля дробно-локально двумя лентами в два приема – $N_{60}P_{60}K_{90}$ (при нарезке гребней) + $N_{30}P_{30}K_{30}$ (подкормка) через две недели после всходов при междурядной обработке культиватором КРН-4,2 с туковысевающими аппаратами. Дробное внесение основной дозы минеральных удобрений обусловлено тем, что супесчаные почвы имеют высокую степень промываемости во время полива, выпадения осадков и вымывания питательных веществ в недоступные для корневой системы растений слои.

Для поддержания влажности почвы в оптимальных значениях для картофеля по периодам вегетации (от всходов до бутонизации – 65–75; бутонизации – цветения – клубненакопления – 75–85; начало увядания ботвы – 60–65 % НВ) проводили капельный полив. Количество поливов изменялось в зависимости от метеоусловий года и влажности почвы от 18 в 2014 г. до 12 в 2015 г. с нормой из расчета 35–40 м³/га.

Площадь делянки 12,0 м², повторность 3-кратная, расположение делянок систематическое.

Метеорологические условия в годы проведения опытов были различными и оказали существенное влияние на рост, развитие растений и уровень урожайности картофеля. В 2014 г. май, за исключением первой декады, был теплым и влажным. Июнь отличился контрастной погодой – от очень жаркой и сухой в первой декаде (ГТК = 0,65) до прохладной и дождливой в третьей декаде (ГТК = 3,1). В июле было жарко и очень сухо (ГТК = 0,3), в августе тепло и влажно (ГТК = 0,97).

Вегетационный период 2015 г. характеризовался как умеренно влажный (ГТК₂₀₁₅ = 1,67), что в целом является благоприятным значением для картофеля. В мае температура воздуха была на уровне среднемноголетней 12,8 °С. Осадков выпало почти в три раза выше нормы (ГТК = 4,0). Погода в

июне отличалась резкими перепадами – в первой декаде очень жарко и сухо (ГТК = 0,07), вторая и третья – жаркие и влажные (ГТК = 0,9 и 2,8). Средне-суточная температура воздуха на 1,6 °С выше нормы. В июле температура воздуха была в пределах нормы (18,8 °С), сумма осадков на 9,65 мм меньше нормы. В августе было тепло и очень сухо, осадков выпало в 6 раз меньше нормы (ГТК = 0,19).

Фенологические наблюдения, биометрические показатели растений, влажность почвы, статистическую обработку данных урожайности осуществляли по общепринятым методикам [8, 9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данные биометрических показателей растений изучаемых сортов картофеля, представленные в таблице 1, свидетельствуют об их значительных колебаниях в зависимости от условий выращивания.

Так, при капельном поливе высота растений по всем сортам в среднем была на 20–30 см, или в 1,4–1,7 раза выше по сравнению с вариантом без полива. Масса ботвы и площадь листовой поверхности были больше на 149–300 г/куст и 325–407 м²/куст, или в 1,2–1,5 и 1,4–1,6 раза соответственно.

Таблица 1 – Биометрические показатели растений сортов разных сроков созревания, среднее за 2014–2015 гг.

Сорт	Высота растений, см		Масса ботвы, г/куст		Площадь листьев, м ² /куст	
	без полива	на поливе	без полива	на поливе	без полива	на поливе
Ранние						
Башкирский	37	75	573	927	582	1041
Жуковский ранний	43	73	503	814	518	1036
Крепыш	44	70	628	977	664	1070
Любава	38	75	518	755	566	1027
Метеор	55	80	520	898	716	1041
Удача	49	72	693	861	745	1018
Среднее	44	74	572	872	632	1039
Среднеранние						
Брянский деликатес	54	74	800	827	839	1043
Красавчик	54	76	855	750	805	989
Фаворит	53	74	598	848	693	1089
Фрителла	55	71	550	970	616	1207
Среднее	54	74	700	849	738	1082
Среднепоздние						
Бронницкий	41	63	483	743	561	900
Колобок	56	98	765	1052	827	1266
Надежда	54	73	820	839	800	1011
Среднее	50	78	689	878	730	1059

Наиболее высокорослые растения отмечены у сортов Красавчик – 76 см, Метеор – 80 и Колобок – 98 см, что на 2, 6 и 20 см соответственно выше, чем в среднем по соответствующим срокам созревания. По накоплению массы ботвы в фазу цветения выделились сорта Башкирский – 927 г/куст, Фрителла – 970, Крепыш – 977 и Колобок – 1052 г/куст, что на 55–106 г/куст больше в сравнении со средними значениями по срокам созревания. Наибольшая площадь листовой поверхности была сформирована у сортов Крепыш – 1070 м²/куст, Фрителла – 1207 и Колобок – 1266 м²/куст, что на 31–207 м²/куст выше, чем в среднем по срокам созревания.

Результаты оценки продуктивности изучаемых сортов, представленные в таблице 2, показывают на значительные различия показателей в зависимости от условий выращивания и сроков созревания.

Так, количество клубней в группах ранних и среднеспелых сортов на поливе было в среднем на 2,1 и 5,3 шт/куст соответственно больше, чем на варианте без полива. Масса клубней возростала в среднем на 431–610 г/куст, или на 19,0–26,8 т/га. В группе раннего срока созревания наибольшая масса клубней

Таблица 2 – Продуктивность сортов разных сроков созревания при выращивании на поливном участке и без полива, среднее за 2014–2015 гг.

Сорт	Количество клубней, шт/куст		Масса клубней, г/куст		*Прибавка от полива		Средняя масса 1 клубня, г	
	без полива	на поливе	без полива	на поливе	г/куст	т/га	без полива	на поливе
Ранние								
Башкирский	14,0	16,5	653	1205	552	24,3	50	73
Жуковский ранний	12,0	12,5	890	1462	572	25,2	74	117
Крепыш	12,8	14,1	804	1397	593	26,1	63	99
Любава	10,7	14,8	735	1387	652	28,7	69	94
Метеор	10,8	13,0	982	1573	591	26,0	91	121
Удача	11,1	13,0	947	1380	433	19,1	85	106
Среднее	11,9	14,0	835	1401	566	24,9	72	102
Среднеранние								
Брянский деликатес	13,3	14,4	999	1414	415	18,3	75	98
Красавчик	13,6	13,9	868	1250	382	16,8	64	90
Фаворит	12,7	11,8	687	1187	500	22,0	54	101
Фрителла	12,0	9,9	747	1175	428	18,8	62	119
Среднее	12,9	12,5	825	1256	431	19,0	64	101
Среднеспелые								
Бронницкий	10,6	20,1	560	1127	567	24,9	53	56
Колобок	13,4	19,0	883	1637	754	33,2	66	86
Надежда	10,1	11,0	648	1157	509	22,4	64	105
Среднее	11,4	16,7	697	1307	610	26,8	61	82

*Прибавка от полива статистически достоверна.

была получена по сортам Жуковский ранний – 1462 и Метеор – 1573 г/куст, или 64,3 и 69,2 т/га соответственно. В группе среднеранних сортов – Брянский деликатес – 1414 г/куст, или 62,2 т/га. Из группы среднеспелых выделился сорт Колобок – 1637 г/куст, или 72,0 т/га.

Наивысшая прибавка урожая клубней от полива получена по сортам Метеор, Крепыш и Любава – 26,0–28,7 т/га, а по сорту Колобок – 33,2 т/га.

Существенное влияние на продуктивность сортов оказали метеорологические условия вегетационных периодов. Жаркая и очень сухая погода в июле 2014 г. отрицательно повлияла на уровень урожайности исследуемых сортов вследствие снижения активности фотосинтеза растений. Недобор урожая клубней составлял в среднем от 11,8 до 14,4 т/га на варианте с капельным поливом по сравнению с 2015 г.

Капельный полив способствовал увеличению размера клубней. Масса одного клубня повышалась по сортам в среднем на 21–37 г по сравнению с вариантом без полива. Наиболее крупные клубни сформировались у сортов Надежда – 105 г, Удача – 106, Жуковский ранний – 117, Фрителла – 119 и Метеор – 121 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований в 2014–2015 гг. можно сделать следующие выводы:

1. Создание оптимального агрофона выращивания с применением капельного полива существенно повлияло на биометрические показатели растений. Высота, масса ботвы и площадь листовой поверхности растений картофеля увеличивались в 1,2–1,7 раза по сравнению с вариантом без полива.

2. Возрастал уровень урожайности сортов картофеля на 19,0–28,8 т/га по сравнению с вариантом без полива.

3. Параметры потенциальной урожайности картофеля, несмотря на создание оптимального агрофона и применение полива, в значительной мере обусловлены биологическими особенностями сорта. Максимальная урожайность (более 60 т/га) получена по сортам: из группы ранних – Жуковский ранний – 64,3 и Метеор – 69,2 т/га; из группы среднеранних – Брянский деликатес – 62,2 т/га; из группы среднеспелых – Колобок – 72,0 т/га.

Список литературы

1. Рубин, Б.А. Физиология растений и селекция: проблемы физиологии в современном растениеводстве / Б.А. Рубин. – М.: Колос, 1979. – С. 273–298.

2. Жученко, А.А. Пути всесторонней интенсификации растениеводства / А.А. Жученко // Будущее науки: междунар. ежегодник. – М.: Знание, 1984. – Вып. 17. – С. 168–176.

3. Будин, К.З. За высокий урожай картофеля / К.З. Будин. – Л.: Знание, 1981. – 36 с.

4. Дмитриева, З.А. Оптимальные сроки посадки / З.А. Дмитриева // Картофель и овощи. – 1985. – № 2. – С. 15–17.

5. Эффективные агроприемы на картофеле / А.Э. Шабанов [и др.] // Картофель и овощи. – 2015. – № 5. – С. 27–28.
6. Коршунов, А.В. Дозы, сроки и способы внесения минеральных удобрений / А.В. Коршунов, Л.С. Федотова // Картофель России: в 3 т.; под ред. А.В. Коршунова. – М.: Достижения науки и техники АПК, 2003. – Т. 2. – С. 142–154.
7. Жидков, В.М. Капельное орошение и расчетные дозы удобрений обеспечивают запланированный урожай / В.М. Жидков, В.В. Захаров, А.М. Леденев // Картофель и овощи. – 2008. – № 4. – С. 10.
8. Методика исследования по культуре картофеля / под ред. Н.С. Бацанова. – М.: НИИКХ, 1967. – 262 с.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – изд. 5, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

Поступила в редакцию 17.11.2016 г.

A.E. SHABANOV, B.V. ANISIMOV, A.I. KISELEV, S.N. ZEBRIN

PRODUCTIVITY OF NEW PROMISING POTATOES VARIETIES IN DIFFERENT CULTIVATION CONDITIONS

SUMMARY

The efficiency results of new potatoes varieties of different ripening during the creation of optimum soil fertility with drip irrigation use are given. The irrigation efficiency is shown and varieties with yield over 60 t/ha are separated.

Key words: potatoes, varieties, yield, ripening period, optimum agrobackground, drip irrigation.

РАЗДЕЛ 6

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

УДК 005.591.6:635.21:635.24(631.145)

**В.И. Старовойтов¹, О.А. Старовойтова¹, П.С. Звягинцев²,
А.А. Манохина³**

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», пос. Красково,
Люберецкий район, Московская область, Россия
E-mail: agronir1@mail.ru

²ФГБУН «Институт экономики РАН», г. Москва, Россия
E-mail: petrz@bk.ru

³ФГБОУ ВО РГАУ «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия
E-mail: alexman80@list.ru

ВНЕДРЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ СОЮЗНОЙ ПРОГРАММЫ «ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ И ТОПИНАМБУРА» В ОТРАСЛЬ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается перспективное направление инновационного развития производства картофеля и топинамбура, приводится экономическое обоснование. Для выполнения таких основных задач в аграрном и перерабатывающем секторе экономики России разработана, утверждена и в настоящее время выполняется совместная программа «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» на период 2013–2016 г.

Ключевые слова: топинамбур, картофель, клубни, зеленая масса, элитные сорта, инулин, оксигенаты.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегическая важность научных исследований в области семеноводства картофеля и топинамбура, технологий их производства и переработки, а также адаптации инноваций через пилотные проекты определена нормативно-правовыми документами Союзного государства, одним из которых является программа Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» (далее – Программа), утвержденная постановлением Совета Министров Союзного государства от 29 октября 2013 г. № 6.

Она разработана во исполнение постановления Совета Министров Союзного государства от 18 июля 2012 г. № 16 «О Концепции программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура на 2012–2015 гг.».

Программа сочетает принципиально новые подходы в плане выбора объектов – картофеля и топинамбура, имеющих идентичные проблемы и пути их решения (разработка новой технологии производства в условиях глобального изменения климата; схожесть технологических процессов возделывания, уборки и переработки клубней; значение в здоровом питании и др.).

В качестве направления разработки биотехнологий Программой предлагается интенсификация промышленного производства картофеля и топинамбура для их последующей переработки в промышленное сырье и готовые продукты питания.

Реализация данной Программы будет способствовать улучшению качества жизни населения и росту производительности труда в отраслях экономики России и Беларуси, занятых производством и переработкой картофеля и топинамбура.

Работы по обеспечению реализации Программы выполняются с целью создания:

- инновационных технологий по ускоренному размножению оригинального и элитного семенного картофеля и топинамбура, промышленному производству, уборке, хранению, переработке картофеля и топинамбура для производства продуктов питания, инулина, крахмала, топливных добавок и кормов для животных;

- унифицированных технических средств для возделывания, уборки, хранения картофеля и топинамбура и комплекса технологического оборудования по переработке картофеля и топинамбура;

- пилотных проектов по производству продуктов питания, инулина, крахмала, топливных добавок и кормов для животных.

Данная Программа полностью соответствует приоритетам социально-экономического развития двух стран. Цель Программы – обеспечение экономической и продовольственной безопасности России и Беларуси. Ее реализация приведет к решению самых актуальных задач в развитии экономик двух стран.

Программа Союзного государства приобретает особую актуальность в России в части импортозамещения, ресурсосбережения и повышения конкурентоспособности в производстве отечественного семенного картофеля, инулина, крахмала, сухих гранулированных кормов и других видов продукции.

В настоящее время объем производства элитных семян в сельскохозяйственных организациях оценивается на уровне 70 тыс. т и в фермерских хозяйствах – 25 тыс. т. На ближайшую перспективу расчетная потребность в элитных семенах для этих категорий хозяйств должна составить 140–150 тыс. т, для чего требуется увеличить объем производства элиты на 40–50 тыс. т.

Более половины сортов картофеля имеют иностранное происхождение. Программа Союзного государства позволяет снять к 2019 г. эту зависимость.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Для реализации вышеуказанной Программы, выполнения такой масштабной и сложной задачи были привлечены в качестве соисполнителей к работе ряд профильных институтов, а также предприятия аграрного и промышленного секторов, всего 83 организации, включая 2 страны ЕАЭС (Казахстан и Армения).

Выделены следующие группы сортов картофеля:

- для переработки на картофелепродукты;
- для производства крахмала;
- столовые сорта для потребления в свежем виде (летне-осенний период и зимне-весенний период);
- технические сорта – для получения биоэтанола.

В соответствии с данной Программой разработан и осваивается технологический процесс производства оригинального семенного картофеля, обеспечивающего увеличение количественного выхода мини-клубней в расчете на 1 исходное растение в 2,5–3,0 раза и повышение коэффициента размножения в полевых питомниках с 4,0–4,5 до 6,0 с выпуском опытной партии оригинального семенного картофеля класса супер-суперэлиты.

Создано высокоэффективное оборудование для производства мини-клубней картофеля с использованием аэро-гидропонных установок в закрытых помещениях и полевых условиях при искусственном и естественном освещении, обеспечивающее коэффициент размножения 50 и более.

В мире наблюдается глобальное и локальное изменение климата, характеризующееся увеличением в летний период засухи, повышенного нагрева почвы, резких ливневых осадков, размывающих гребни и создающих проблемы при уборке из-за переувлажнения почвы и, как следствие, задыхания клубней. Новые подходы по реализации схем эффективного землепользования – создание промышленных агротехнопарков, агробиокластеров, осуществляющих выращивание и глубокую переработку продукции – ставят задачи по совершенствованию полевых технологий производства, и в первую очередь картофеля как наиболее энергозатратной культуры.

Многолетние исследования в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха» показали перспективность возделывания картофеля на грядах с посадкой в 2–3 строки, которое хорошо вписывается в существующие технические и технологические подходы и позволяет провести конверсию базовых машин, выпускаемых в ЕАЭС и ЕС, без существенных экономических затрат.

Для решения этих проблем созданы 8 комплектов сельскохозяйственной техники для оригинального семеноводства, изготовленных ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства»

для модернизации селекционно-семеноводческих Центров оригинального семеноводства картофеля и 5 комплектов техники для промышленного возделывания на грядах картофеля и топинамбура.

Разработана технология хранения картофеля и топинамбура с минимальными потерями, и подготовлен проект экспериментального модульного хранилища, обеспечивающего снижение потерь на 10–5 % при экономии энергии на 5–8 %.

Разработаны технологии и сформированы линии по вакуумированию картофеля и топинамбура, производству диетического пюре, безалкогольных напитков.

Сухое диетическое пюре как смесь картофеля с топинамбуром с различными потребительскими и кулинарными свойствами получают в зависимости от назначения путем сушки термически обработанного сырья.

Инулин повышает чувствительность организма к гормону инсулин, что снижает уровень сахара в крови, особенно необходим при несбалансированном питании, злоупотреблении углеводными и крахмальными продуктами, при острых и хронических заболеваниях кишечника, ожирении. Он улучшает усвоение пищи в желудочно-кишечном тракте, уменьшает проявления заболеваний органов пищеварения, нарушения кишечной флоры, нормализует жировой обмен, снижает уровень холестерина и триглицеридов в крови, что предотвращает развитие атеросклероза сосудов.

Подобно крахмалу в клубнях картофеля в топинамбуре запасным углеводом служит инулин. В клубнях топинамбура наряду с чистым инулином содержится большое количество инулидов. Установлено, что клубни топинамбура усваиваются человеком хуже, чем клубни картофеля [1].

Для повышения усвояемости инулина из топинамбура при приготовлении диетического пюре используют клубни топинамбура в сочетании с картофелем, что позволяет расширить диапазон продуктов питания с компонентами, обладающими лечебно-профилактическими свойствами, улучшить органолептические свойства.

Кроме того, усовершенствована технология производства качественных кормов из зеленой массы топинамбура, разработана конструкторская документация на опытный образец российского комплекта оборудования технологической линии приготовления кормов из зеленой массы топинамбура, включая инновационную барабанного типа инфракрасную сушку производительностью не менее 600 кг/час.

Коммерческие предприятия, участвующие в Программе, в полной мере поддерживают настоящие цели и задачи. На внебюджетные средства сегодня создаются производственные кластеры с перерабатывающими производствами в целях получения биоэтанола, пищевого и медицинского инулина, сиропов из топинамбура, кормов для животных.

В 2016 г. продолжалась работа по дальнейшей реализации программы «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» на период

2013–2016 гг., она является актуальной и важной для решения вопросов продовольственной безопасности и здорового питания в рамках государственной политики импортозамещения.

Строительство заводов по розливу воды, напитков с инулином на основе отечественных рецептур, пюре для диетического питания реально позволяют снизить закупки инсулина, повысить качество питания, здоровья всего населения. Данные мероприятия помогут вовлечь неиспользуемые в России сельхозугодья на территории Нечерноземной зоны, Крыма и Дальнего Востока.

Создавая агропромышленные комплексы в местах возделывания топинамбура, мы решаем сразу несколько основных задач: организуем высоко-рентабельные производства пищевого, фармацевтического, технического направлений, а также из огромного количества отходов производства и многолетних трав организуем дешевое животноводство и собственное производство продуктов питания мясо-молочного направления. Считаем, что только такой подход к организации использования земельных и трудовых ресурсов создаст условия гарантированного рентабельного производства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Реализация Программы обеспечит получение чистого дисконтированного дохода в течение жизненных циклов проектов, включенных в нее (общественная эффективность на момент утверждения Программы), в размере **4 817,6** млн руб., или **11 196,2** млн руб. чистого дохода (в России – 2 890,6 и 6 463,6, в Беларуси – 1 927,0 и 4 732,6 млн руб. соответственно) за период с 2016 по 2024 г.

Коммерческая эффективность Программы в виде чистого дисконтированного дохода (в течение жизненных циклов проектов) составит **4 283,5** млн руб., или **11 175,2** млн руб. чистого дохода (в России – 2 495,0 и 6 494,0, в Беларуси – 1 788,5 и 4 681,2 млн руб. соответственно) за период с 2016 по 2024 г.

Бюджетная эффективность (чистый дисконтированный доход бюджета) в целом по Программе за счет налоговых поступлений ожидается в размере **1829,2** млн руб., или **4782,2** млн руб. чистого дохода бюджета (в России – 1097,5 и 2869,3, в Беларуси – 731,7 и 1912,9 млн руб. соответственно) за период с 2016 по 2024 г.

Срок окупаемости внебюджетных проектов составляет 3,4–5,2 года с момента начала их реализации.

Внутренняя норма доходности инвестиционных проектов составляет 38,6–32,9 %.

Объем реализации произведенной продукции составит за период с 2016 по 2024 г. **83,5** млрд. руб., в том числе в России – 54,4 млрд руб. и Беларуси – 29,1 млрд руб.

Выполнение мероприятий Программы будет способствовать развитию не только агропромышленного комплекса, но и других отраслей народного хозяйства. Они окажут значительное позитивное влияние на развитие смежных

отраслей экономики – сельскохозяйственного машиностроения, строительства, сферы услуг, а также на происходящие в стране социальные процессы и в конечном итоге на макроэкономические показатели, что обусловлено мультипликативным эффектом от реализации отечественных продуктов здорового питания, инулина, топливных добавок и кормовых смесей [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, реализация Программы позволит убыточный сельскохозяйственный сектор экономики перевести в рентабельный, тем самым способствовать развитию агропромышленных производств, организации рабочих мест, окажет положительное воздействие на экономику как отдельных регионов России, так и Союзного государства и, соответственно, будет фактором повышения устойчивого развития аграрного сектора экономики.

Список литературы

1. Картофель и топинамбур – продукты будущего / под общ. ред. В.И. Старовойтова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 292 с.
2. Старовойтов, В.И. Внедрение инноваций в агропромышленный сектор – ключ к развитию экономики России / В.И. Старовойтов [и др.] // Междунар. техн.-экон. журн. – 2015. – № 4. – С. 36–40.

Поступила в редакцию 10.11.2016 г.

V.I. STAROVOYTOV, O.A. STAROVOYTOVA, P.S. ZVYAGINTSEV,
A.A. MANOHINA

IMPLEMENTATION OF ALLIED PROGRAM ACHIEVEMENTS «INNOVATIVE DEVELOPMENT OF PRODUCTION OF POTATOES AND TOPINAMBUR» IN POTATO GROWING INDUSTRY

SUMMARY

The promising direction of innovative development of potatoes and topinambur production is discussed in the article, economic justification is provided. The joint programme «Innovative Development of Production of Potatoes and Topinambur» for the period 2013–2016 is developed and approved for performing such tasks in the agricultural and processing sector of Russian economy.

Key words: topinambur, potatoes, tubers, green mass, elite varieties, inulin, oxygenates.

УДК 631.145:635.21 (470 + 476)

В.В. Тульчев, С.В. Жевора

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

**СКООРДИНИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ
КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА
АПК РОССИИ И БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО
МЕНЕДЖМЕНТА И МАРКЕТИНГА**

РЕЗЮМЕ

Обоснована необходимость коренной структурной перестройки работы отечественного картофелепродуктового подкомплекса АПК. Рассмотрены проблемы обеспечения продовольственной безопасности государств ЕАЭС.

Ключевые слова: картофелепродуктовый подкомплекс и его структурная перестройка, конкурентоспособность, общий рынок стран ЕАЭС, продовольственная безопасность.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель традиционно является одной из основных продовольственных культур России и Беларуси. Его годовое потребление на человека в наших странах считается одним из самых высоких в мире, а Республика Беларусь занимает первое место на планете по производству данной продукции на душу населения. Основными производителями картофеля в России и Беларуси являются подсобные хозяйства населения, которые в большинстве своем не располагают даже необходимыми техническими средствами для выполнения всего технологического цикла работ по возделыванию, уборке и хранению картофеля.

Картофель в основном потребляется в свежем виде. Как в России, так и в Беларуси на переработку в крахмал, спирт и картофелепродукты используется не более 1–2 % общего объема производства картофеля. Техническая и производственная база переработки клубней устарела и не обеспечивает производства конкурентоспособной продукции, предусматривающей создание сырьевых зон для выращивания специальных сортов в составе различных агропромышленных формирований. Не создан маркетинг и не сформирован рынок картофеля и картофелепродуктов как внутри России и Беларуси, так и на пространстве Евразийского экономического союза (ЕАЭС), куда помимо России и Беларуси входят Казахстан, Кыргызстан и Армения.

Сегодня Россия из индустриально-аграрной превратилась в аграрно-индустриальную страну, так как многие отрасли промышленности после вступления нашей страны в ВТО оказались неконкурентоспособными на мировом рынке, а мощная союзная промышленность, связанная с АПК, в том числе тракторное, сельскохозяйственное, перерабатывающее, торговое и транспортное (рефрижераторные автомобили и вагоны) машиностроение, разрушена или частично осталась в России и Беларуси. Другие крупнейшие корпорации союзного значения раздробились на мелкие части по странам СНГ, которые сегодня являются аграрными и занимаются экстенсивным неконкурентоспособным, в основном мелкотоварным сельскохозяйственным производством.

Так как товарность картофеля в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ), фермерских хозяйствах (КФХ) и сельхозорганизациях (СХО) составляет 1,7, 4,8 и 60 % соответственно (при 80–90 % у западных фермеров), то на основе малых форм хозяйствования – МФХ (товарные ЛПХ, КФХ и малые СХО), занимающих 93 % всех посевных площадей под картофелем в России, целесообразно создать специализированные на картофеле сельскохозяйственные производственно-торговые кооперативы (СПТК вместо СПоК, не нашедших широкого распространения в стране), а на базе средних и крупных СХО, возделывающих клубни на оставшихся 7 % площадей, организовать агропромышленные предприятия (АПП) и объединения (АПО холдингового типа), которые в кооперации с аналогичными плодоовощными и другими агропромышленными формированиями (АПФ) могут иметь соответствующие продовольственные рынки (со своими продавцами и директорами), пригородные логистические центры с мытым и очищенным от кожуры и листьев «борщевым набором» (картофель, свекла, морковь, капуста, лук репчатый), а также кооперативные магазины «Фрукты и овощи» шаговой доступности с целью обеспечения потребителей России и стран-участниц ЕАЭС высококачественной дешевой сельхозпродукцией в короткие сроки, без посредников, перекупщиков с высокой прибылью, так как налоги будут платиться лишь с конечного оптового и розничного торгового звена. Перевод работы владельцев МФХ на индустриальную основу в составе СПТК позволит наконец-то решить проблему мойки, фасовки и упаковки свежего сортового картофеля крупных партий, более глубокой переработки клубней (с высокой добавленной стоимостью) в сухие картофелепродукты и дорогостоящий картофельный модифицированный крахмал, пригодные для дальних перевозок в страны ЕАЭС, СНГ, БРИКС и др.

Центром этих оптимальных по размеру, сбалансированных по единой продуктовой (технологической) цепочке СПТК, АПП и АПО должны стать высокомеханизированные и автоматизированные хранилища-комплексы (в том числе прирельсовые) необходимой вместимости (от 3 до 50 тыс. т) из быстровозводимых (за 30–40 дней) легких металлических конструкций (ЛМК), окупаемых за 0,5–1 года, (только за счет ликвидации до 50 % потерь при безотходной переработке клубней).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Теоретической основой исследования являются: экономическая теория, теория эффективности работы предприятий, научные труды ведущих ученых и специалистов по проблемам экономики, в частности картофелепродуктового подкомплекса. Информационную основу работы составили материалы Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства. В качестве рабочего инструментария использованы следующие основные методы: экономико-статистический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный, балансовый, экспертных оценок и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Задача ЕАЭС – протекционизм, замещение импорта и продвижение торговли между странами-членами Союза с помощью повышения пошлин на товары из других стран. Важным для ЕАЭС является процесс и положительный опыт формирования ЕС и новой валюты – евро. Руководящие органы – Высший Евразийский экономический совет и Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК), контролирующая около 170 функций экономического союза.

Общий макроэкономический эффект от интеграции постсоветских стран складывается из следующих мер:

- снижение цены на товары благодаря уменьшению таможенной и других издержек по перевозкам семенного материала и экспорту готовой продукции;

- стимулирование здоровой конкуренции на общем рынке ЕАЭС за счет относительно равного уровня экономического развития;

- увеличение конкуренции на общем рынке стран-членов ТС благодаря вхождению на рынок новых игроков из ЕАЭС;

- средней зарплаты благодаря уменьшению издержек и росту производительности труда в СПТК, АПП и АПО;

- наращивание промышленного производства за счет создания высокорентабельных АПФ и увеличения спроса на качественную сельхозпродукцию в свежем и переработанном виде в соответствующей упаковке;

- увеличение благосостояния народов стран ЕАЭС благодаря снижению цен на конечные продукты питания АПФ и увеличению занятости в данных объединениях населения стран ЕАЭС, в том числе в экспортно-ориентированных отраслях и подкомплексах АПК;

- повышение окупаемости новых ресурсосберегающих технологий и сельхозпродукции с учетом ее глубокой переработки, реализации с высокой добавленной стоимостью и увеличения объема рынка.

Производство картофеля в странах ЕАЭС представлено в таблице 1.

Как видно из данной таблицы, самая низкая урожайность картофеля во всех категориях в среднем за 2009–2012 гг. была в России (13,2 т/га), в которой валовой сбор клубней составил 28,6 млн т, или в 2,4 раза больше, чем в остальных странах-членах ЕАЭС вместе взятых. По уровню производства

Таблица 1 – Производство картофеля в странах-членах ЕАЭС (по данным FAOSTAT)

Страна	Население, млн чел.	Среднее за 2009–2012 гг.			
		Площади, занятые под картофелем, тыс. га	Урожайность, т/га	Производство картофеля, тыс. т	На душу населения, кг
Россия	143,30	2 172,8	13,2	28 622,2	199,7
Армения	3,24	30,3	18,9	570,0	176,0
Беларусь	9,47	355,8	20,5	7 253,7	766,1
Казахстан	16,20	180,8	15,9	2 878,2	177,1
Кыргызстан	5,55	84,5	16,1	1 356,1	244,3
Итого	177,76	2 824,2	14,4	40 680,2	228,8

картофеля на душу населения в год Россия (200 кг/чел. в год) превышает Армению и Казахстан на 23–24 кг. Больше всего картофеля производят в Беларуси 766 кг/чел. в год и в Кыргызстане – 244 кг/чел. в год.

Рост производства зерна и картофеля в странах-участниках ЕАЭС происходил преимущественно за счет расширения посевов зерна и картофеля в связи с принятой в них национальной политики повышения самообеспечения первым и вторым хлебом (табл. 2) [2, 3].

Из данных таблицы 2 видно, что за период 1992–2012 гг., или за почти 20 лет после развала СССР производство картофеля в России на душу населения в год сократилось в 1,3 раза, в Беларуси – в 1,1 раза (с 879 до 766 кг), в южных странах ЕАЭС, наоборот, возросло: в Казахстане – в 1,1 раза, Армении – 1,9 и Кыргызстане – в 2,8 раза при стремлении к самообеспечению. По данным Нацстатслужбы Армении, в 2012 г. посевные площади картофеля составили 31,2 тыс. га, с которых собрано 646 тыс. т, что превосходит показатели 2011 г. на 10 и 15 % соответственно при урожайности около 21 т/га. В 2013 г. Армения экспортировала в Грузию около 20 тыс. т картофеля и в ближайшие три года увеличит экспорт клубней в Россию (очевидно, речь идет о раннем картофеле).

Что касается зерна, то за 20 лет его производство в России практически не увеличилось, в то время как валовые сборы выросли в Казахстане и Кыргызстане на 105 и 106 %, в Беларуси и Армении до 137 и 187 соответственно (или в 1,4 и 1,9 раза соответственно). В целом по ЕАЭС на Россию в 2013 г. приходилось 73 % производства картофеля и около 79 % зерна при потреблении на душу населения в год (118 кг), или больше, чем картофеля (111 кг) на 7 кг (табл. 3).

Как видно из таблицы 3, при сокращении населения в России, Беларуси и Армении за 20 лет до 97, 93 и 86 % соответственно, в Кыргызстане наблюдается его рост до 123 %. Если в России в 1992–1995 гг. преобладало картофельно-хлебное питание, то в период до 2013 г. потребление клубней на душу населения в год снизилось с 123 до 111 кг, в то время как потребление хлебопродуктов

Таблица 2 – Производство зерна и картофеля на душу населения в странах-участницах ЕАЭС, кг

Страна	Картофель			Зерно			Доля в ЕАЭС, %		
	1992 г.	2009–2012 гг.	2009–2012 гг. к 1992 г., %	Валовой сбор в 2013 г., млн т	1991–1995 гг.	2011–2013 гг.		2011–2013 гг. к 1991–1995 гг., %	
	Валовой сбор в 2013 г., млн т	2011–2013 гг.	2011–2013 гг. к 1991–1995 гг., %	Валовой сбор в 2014 г., млн т					
Россия	258	200	78	30,20	592	597	101	105,3	78,6
Армения	93	176	189	0,66	82	153	187	0,55	0,4
Беларусь	879	766	87	5,91	639	884	137	9,56	7,1
Казахстан	158	177	112	3,34	1097	1155	105	17,16	12,8
Кыргызстан	80	224	280	1,38	279	296	106	1,45	1,1

Таблица 3 – Динамика изменения численности населения и потребления картофеля и хлебопродуктов на душу населения стран-участниц ЕАЭС, кг

Страна	Население, млн чел.				Потребление			
	1992 г.		2010–2011 гг.		картофеля		хлебопродуктов	
	1992 г.	2010–2011 гг.	2010–2011 гг. к 1992 г., %	1992–1995 гг.	2013 г.	1990 г.	2013 г.	2013 г. к 1990 г.
Россия	148,3	143,2	97	123	111	119	118	99
Армения	3,5	3,0	86	74	44	129	186	144
Беларусь	10,2	9,5	93	176	179	126	85	68
Казахстан	16,4	16,4	100	78	111	148	119	80
Кыргызстан	4,5	5,5	123	63	99	139	134	96

в нашей стране за 23 года практически не изменилось. За данный период увеличилось потребление картофеля в Беларуси – 102 %, Казахстане – 142 и Кыргызстане – 157 % при сокращении потребления хлебопродуктов до 68, 80 и 96 % соответственно по сравнению с 1990 г. В Армении при снижении потребления картофеля в 1,7 раза увеличилось потребление хлебопродуктов в 1,4 раза.

Переход на самообеспечение картофелем в бывших республиках Средней Азии, Закавказья и сокращение производства хлопка, теплолюбивых ранних плодовоовощных, бахчевых, виноградных и других культур произошел из-за отсутствия цивилизованной отработанной на практике межреспубликанской системы товародвижения с использованием специализированного рефрижераторного железнодорожного транспорта. Та же проблема возникает и с перевозкой семенного картофеля (других скоропортящихся сельхозпродуктов), качество которого при производстве в северных регионах России намного выше, чем в южных республиках бывшего СССР и дешевле в 2 и более раз, чем в Голландии, Германии и т. п.

Дело в том, что при перевозке семенного и продовольственного картофеля в течение 2-х недель из Центрального и Приволжского федеральных округов на расстоянии до 3–4 тыс. км осенью в южные страны СНГ свежесобранные, сильно поврежденные клубни в крытых неветилируемых вагонах общего пользования (в которых перевозят кирпич, цемент и стройматериалы) интенсивно выделяют тепло и влагу (картофель состоит на 80 % из воды), а благодаря перепадам температуры (5–10 °С в России и 35–40 °С в республиках Средней Азии) они задыхаются и после 10–12 перевалок и 90–100 % повреждений к январю – февралю следующего года (к началу посадки) полностью сгнивают.

С другой стороны, отгрузить семенной и продовольственный картофель с окрепшей кожурой в январе – феврале Россия не может, так как в открытые хранилища (не оборудованные дебаркадерами) проникает холодный воздух, нарушая температурно-влажностный режим хранения, а подъехать к заваленным снегом буртам (из-за недостатка хранилищ) невозможно. Невозможно и перевозить картофель в Казахстан, Кыргызстан и Армению в холодных крытых вагонах общего пользования, а также транспортировать в обратном направлении скоропортящуюся дорогостоящую сельхозпродукцию – зимние сорта винограда, бахчевых, цитрусовых, яблок, груш и т. п. (длительного хранения), а также ранних ягод (вишня, черешня, абрикос) и овощей (капуста, лук, морковь, свекла и т. п.) без специализированного железнодорожного транспорта (вагоны-термосы, АРВ – автономный рефрижераторный вагон, 5-вагонной рефрижераторной секции БМЗ (Брянского машиностроительного завода) и др. Сравнительную эффективность транспортировки скоропортящейся сельхозпродукции специализированным автомобильным и железнодорожным транспортом в условиях роста цен и тарифов, в том числе на продукты питания, никто в последнее время не проводил. Часто бахчевые перевозят в Россию в пассажирских вагонах общего пользования. Отсюда и несопоставимые цены при погрузке на плантации бахчевых по 1–2 руб/кг

в большегрузные автофургоны и продажи в России – до 50–60 руб/кг в розницу в крупных городах и промышленных центрах.

Кроме того, для отгрузки семенного и продовольственного картофеля в южные страны ЕАЭС и СНГ в любое время года (а также приема овощебахчевой, виноградной и другой скоропортящейся сельхозпродукции) СПТК, АПП и АПО должны иметь крупные прирельсовые хранилища – комплексы с крытым дебаркадером (или отапливаемым коридором) для исключения отпотевания, подмораживания и других нежелательных процессов, снижающих качество скоропортящегося товара.

Сегодняшними проблемами развития картофелепродуктового подкомплекса АПК стран-членов ЕАЭС являются: отсутствие развитой рыночной системы сортового семеноводства клубней; переход от крупнотоварного промышленного производства картофеля, овощей открытого грунта и т. п. в СХО к мелкотоварному в ЛПХ и КФХ; недостаток или полное отсутствие современной материально-технической базы хранения и переработки части клубней, овощей и плодов в крупных хозяйствах и объединениях, а также ресурсотрудо- энергосберегающей оптимальной системы товародвижения картофельной и другой скоропортящейся продукции с использованием специализированного автомобильного и железнодорожного транспорта.

Кроме того, требуется: организация сортового первичного семеноводства в северных (чистых от вирусов) регионах России как для себя, так и для стран-членов ЕАЭС; строительство хранилищ-комплексов из ЛМК (в том числе прирельсовых) по послеуборочной обработке, хранению (переработке), сортировке, фасовке и упаковке продукции в СПТК, АПП и АПО; организация эффективной системы межгосударственного и международного лизинга; создание унифицированной картофелеводческой, овощеводческой техники и оборудования (в том числе моечного, перерабатывающего, фасовочно-упаковочного и загрузочного) для хранилищ-комплексов; содействие в создании системы целевого консультирования и обучения фермеров через Интернет; содействие в освоении новейшей техники, технологий и оборудования в системе «поле – потребитель»; налаживание системы льготного кредитования и снижения налогов для сельхозтоваропроизводителей и тарифов на железнодорожные перевозки скоропортящейся сельхозпродукции.

В ЕАЭС в настоящее время действует единая таможенная территория, то есть товар, ввезенный в Кыргызстан, Армению, Казахстан, Беларусь или Россию, после прохождения таможи можно беспрепятственно перевозить по всей территории ЕАЭС. Для прохождения таможенного контроля качества семенного, продовольственного картофеля и продуктов его переработки очевидно нужно совершенствовать или гармонизировать существующую систему сертификации и стандартизации с международной.

В новых стандартах на семенной и продовольственный картофель должны быть отражены: место размещения хранилищ-комплексов (в том числе прирельсовых); рациональные способы уборки и транспортировки семенного

и продовольственного картофеля, поставляемого в страны ЕАЭС и на экспорт в другие государства; требования к качеству картофеля, допустимые нормы засоренности клубней; эффективные способы перевозки (в том числе тара и упаковка) скоропортящейся сельхозпродукции специализированным автомобильным, железнодорожным и морским транспортом; режимы, способы хранения и приборы применительно к конкретной технологии товарной обработки (переработки) и перевозки картофеля; перечень других обязательных технологических операций, составляющих законченный процесс производства и доведения картофеля и продуктов его переработки до потребителя; технологические требования по загрузке, перезагрузке картофеля в вагоны и другим работам, проводимым при транспортировке клубней. Важно также указать технологические требования, предъявляемые к сортированию, фасовке, упаковке, этикетировке, таре, транспортным средствам, операциям в оптовом и розничном торговом звене в стране-покупателе (потребителе) картофельной продукции.

В области проведения совместной научно-исследовательской работы необходимо:

– определить потребности каждой страны ЕАЭС в оригинальном, элитном и репродукционном семенном материале, а также имеющиеся собственные мощности по хранению и другое, и уточнить необходимые объемы производства и переработки части продовольственного картофеля с учетом импортозамещения из стран дальнего зарубежья;

– разработать новые системы машин «поле – потребитель» с целью сертификации и стандартизации технологий производства, хранения и реализации оригинального, элитного и репродукционного семенного материала, а также продовольственного картофеля и продуктов его переработки для обеспечения единой государственной технологической политики в картофелепродуктовом подкомплексе АПК Российской Федерации и на пространстве ЕАЭС;

– обосновать способы и формы совершенствования организационно-экономических взаимоотношений между партнерами по семенной и продовольственной технологическим цепочкам с целью достижения ими высоких конечных результатов совместного труда как в производстве элиты картофеля, так и продовольственного картофеля, картофелепродуктов и картофельного крахмала.

Евразийская экономическая комиссия, помимо обеспечения благоприятных условий функционирования и развития ЕАЭС, разработки предложений по дальнейшему развитию интеграции и подготовки приема новых государств в данное объединение, должна заниматься: макроэкономической политикой; государственными и муниципальными закупками; таможенным администрированием; трудовой миграцией; информационно-коммуникационными технологиями; проведением мониторинга показателей уровня развития экономик государств-членов ЕАЭС и степени их интеграции.

К основным целям и задачам экономического развития ЕАЭС можно отнести поддержание качественного и устойчивого экономического роста государств-членов и Союза в целом за счет:

реализации конкурентных их преимуществ;

проведения скоординированной (согласованной) политики, способствующей повышению технологического уровня, диверсификации национального производства и экспорта сельхозпродукции;

стимулирования внутренней деловой активности и спроса на сельхозпродукцию государств-членов;

формирования единого экономического пространства для свободного движения товаров, услуг, капитала и рабочей силы;

создания общего финансового рынка Союза на базе гармоничного законодательства государств-членов и единой валюты;

принятия совместных мер по развитию экспорта продуктов питания (в частности страхования и кредитования экспорта);

развития инфраструктуры автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта и их интеграцию в мировую транспортную систему;

создания единого транспортного пространства и общего рынка транспортных услуг;

совершенствования таможенных и транспортных процедур;

разработки единых требований и стандартов по ресурсосбережению и энергоэффективности к ввозимой и выпускаемой продукции;

стимулирования применения трудо-, энерго-, ресурсосберегающих и безотходных технологий производства (переработки) и доведения конечной продукции до потребителей государств-членов на всем пространстве Союза;

стимулирования специализации АПК государств-членов на производстве сельхозпродукции, имеющие лучшие природно-климатические, почвенные, экономические и другие конкурентные преимущества (не во вред гарантированному самообеспечению продовольствием);

переориентации потребителей Союза на производство конкурентоспособной сельхозпродукции государств-членов с целью сокращения импорта из других стран;

создания Общего аграрного рынка Союза.

В целях развития импортозамещения Правительством Российской Федерации были определены приоритетные направления Господдержки в АПК: селекционно-генетические и селекционно-семеноводческие центры; плодо-, картофеле- и овощехранилища; тепличные комплексы; животноводческие комплексы молочного направления; оптово-распределительные центры. Предложены новые формы господдержки инвестиционных процессов в отрасли – возмещение сельхозтоваропроизводителем части прямых понесенных затрат на создание и модернизацию объектов агропромышленного комплекса и проектное финансирование.

Для реализации согласованной (скоординированной) политики ЕАЭС был утвержден перечень индикативных показателей развития агропромышленного комплекса государств-членов Союза. В данный перечень были включены такие показатели, как посевные площади зерна, картофеля, поголовье скота

и птицы, производство основных видов продуктов питания, инвестиции в основной капитал сельского хозяйства, добавленная стоимость переработки сельскохозяйственной продукции, рентабельность сельскохозяйственной продукции. Таким образом, появится четкая статистическая основа для анализа и выработки предложений по совершенствованию скоординированной агропродовольственной политики в целях повышения эффективности работы технологически взаимосвязанных отраслей зерно-, овоще-, картофелепродуктового и других подкомплексов АПК с ориентацией на высокие конечные результаты и на доведение высококачественных дешевых продуктов питания до потребителей стран-участниц ЕАЭС с наименьшими потерями, затратами труда и средств.

Консолидация стран-участниц ЕАЭС в большей степени зависит как от политических и социально-демографических факторов, так и от сложившегося после реформ состояния сельского хозяйства и АПК в целом, особенно транспортной инфраструктуры, связанной с перевозкой скоропортящейся сельхозпродукции.

Единое экономическое пространство и общий рынок услуг, капитала труда и сельхозпродукции должны обеспечить равные условия конкуренции малого, среднего и крупного бизнеса стран-участниц ЕАЭС, выявить основные направления эффективного развития сельского хозяйства и основных отраслей, по которым можно достичь максимального эффекта и быстрой окупаемости затрат.

Создание СПТК, АПП и АПО холдингового типа приведет к значительному снижению издержек в расчете на единицу конечной сельхозпродукции, расширению объемов производства и реализации продуктов питания с использованием специализированного автомобильного и железнодорожного транспорта, восстановлению бывшей союзной кооперации в области производства сельскохозяйственных машин, фасовочно-упаковочного, перерабатывающего оборудования, спецтранспорта и т. п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Единая таможенная территория создает условия для восстановления совместной научно-технической и производственной кооперации. Дальнейшая интенсификация производства картофеля, картофелепродуктов, овощей, плодов, и т. п. в СПТК, АПП, АПО и совершенствование прямых торгово-экономических связей, в особенности при взаимовыгодных поставках высокотехнологичных продуктов питания, позволит получить большой дополнительный эффект, особенно при транспортировке сухих полуфабрикатов и готовых к употреблению продуктов питания.

Активизация деятельности ЕАЭС (не меньшей, чем в ЕС), координация, кооперация и интеграция как между странами-участницами, так и с внешним (в том числе ШОС, БРИКС, АТЭС) объединениями позволит новому Союзу противостоять все возрастающему противодействию западных стран.

Необходимо сформировать такой механизм экономического взаимодействия стран, входящих в ЕАЭС, который будет способствовать обеспечению

синергетического эффекта в решении проблемы коллективной продовольственной безопасности. Необходима реализация целого комплекса организационно-экономических мер: разработка совместного продовольственного баланса; создание конъюнктурного центра по анализу и прогнозированию продовольственной ситуации; создание межгосударственных объединений, совместных предприятий, продуктовых кооперативных союзов, объединяющих фермеров ЕАЭС картофеле-овощного, плодово-ягодного, зернового и других направлений.

Каждый производитель, например картофеля, осуществляющий продажу своей продукции на территории ЕАЭС, должен пройти декларирование клубней. Данное требование также касается и импортеров картофеля, поставляющих указанный продукт в ЕАЭС. Требования относительно безопасности картофеля, овощей и прочих пищевых продуктов регулирует ТРТС 021/2011. Сертификат на картофель действует на территории всех государств ЕАЭС. Этот документ надежно защищен от копирования. Выдают декларации и сертификаты на картофель специализированные агентства (центры) сертификации. Ответственным за достоверность всех указанных в декларации сведений является заявитель (предприниматель). Добровольный сертификат на картофель также является существенным преимуществом во время розыгрыша национального тендера.

Земледелие с потеплением климата на планете будет продвигаться все больше на север России, где на высвобождающихся от вечной мерзлоты землях можно успешно производить высококачественный семенной и продовольственный картофель, включая и 40 млн га заброшенной (выведенной из сельскохозяйственного оборота) пашни в Сибири, Дальнем Востоке и Нечерноземной зоне нашей страны с целью реализации зерна, картофеля и другой сельхозпродукции потребителям малоземельных и густонаселенных развивающихся стран мира, численность которых к 2050 г. (по данным ООН) составит 4/5 населения планеты.

Для российских условий функционирования сельского хозяйства особую значимость представляет вид государственной поддержки из «зеленой корзины»: страхование урожая; строительство хранилищ-комплексов (в том числе прирельсовых), другой рыночной инфраструктуры; развитие консалтинга и информационное обеспечение фермеров и других сельхозтоваропроизводителей. Основными перспективными направлениями аграрной политики должны стать поддержка агрессивного экспорта картофеля и другой российской и белорусской высокорентабельной сельхозпродукции, завоевание новых ниш на мировом рынке. Основной приоритетной задачей в настоящий момент является увеличение инвестиций в картофелепродуктовом подкомплексе АПК Российской Федерации и Беларуси в производстве продуктов глубокой переработки картофеля с высокой экспортной добавленной стоимостью.

Размещение цехов переработки при крупных хранилищах-комплексах вместимостью 20–50 тыс. т в СПТК, АПП и АПО, помимо значительного снижения себестоимости полуфабрикатов и готовых к употреблению картофелепродуктов, вызывает прилив капитала в семеноводство картофеля специальных сортов, которых практически нет ни в России, ни в Беларуси.

Скорейшее внедрение в производство новых, высокопродуктивных сортов картофеля специального назначения приведет к повышению эффективности работы как системы сортового семеноводства, так и всего картофелепродуктового подкомплекса АПК России, Беларуси, которые совместно в состоянии решать проблему недоедания и дефицита картофеля в развивающихся странах ЕАЭС, СНГ, БРИКС, Африки, Латинской Америки и других, численность которых (по данным ФАО) к 2050 г. достигнет 4/5 всех жителей планеты.

Список литературы

1. Гудкова, В. Как живешь, сосед / В. Гудкова // Аргументы и факты. – 2016. – № 50. – С. 30.
2. Алтухов, А. Состояние рынка зерна государств-участников СНГ / А. Алтухов // АПК: Экономика, управление. – 2016. – № 2. – С. 49–62.
3. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России – 2009 г.: стат. сб. / Федерал. служба гос. стат. – М.: Росстат, 2009. – 478 с.
4. Исламов, А.Р. Овощеводство и картофелеводство Киргизии / А.Р. Исламов // Картофель и овощи. – 2015. – № 11. – С. 2–4.

Поступила в редакцию 10.11.2016 г.

V.V. TULCHEEVA, S.V. ZHEVORA

COORDINATED DEVELOPMENT OF POTATOES SUBCOMPLEX OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA AND BELARUS IN THE CONDITIONS OF ENHANCEMENT OF INTERNATIONAL MANAGEMENT AND MARKETING

SUMMARY

The necessity of radical structural refurbishing in domestic potatoes product subcomplex of Agroindustrial Complex has been motivated. The insuring problems of food security of EEU counties are considered.

Key words: potatoes product subcomplex and its structural refurbishing, competitiveness, common market of EEU countries, food security.

Научное издание

КАРТОФЕЛЕВОДСТВО
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
ТОМ 24

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 29.12.2016. Формат 70×100 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 35,26. Уч.-изд. л. 32,01. Тираж 100 экз. Заказ 40.
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.