

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



КАРТОФЕЛЕВОДСТВО

Сборник научных трудов

Том 27

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

POTATO-GROWING

Proceedings

Volume 27

Минск 2020

Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Т. 27. – 222 с.

Издание основано в 1970 г.

Главный редактор В. Л. Маханько
Зам. главного редактора Г. И. Пискун
Ответственный секретарь Л. М. Стрелецкая

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

Editor-in-chief V. L. Mahanko
Deputy editor-in-chief G. I. Piskun
Responsible secretary L. M. Streletskaya

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

© Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2020
© Оформление. Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Селекция картофеля

<i>Анциуто Т. С., Хох Н. А.</i> Адаптивный потенциал сортов картофеля белорусской и зарубежной селекции в условиях западного региона Республики Беларусь	5
<i>Дергачева Н. В., Согуляк С. В.</i> Использование в селекции сортов картофеля, созданных в Омском аграрном научном центре	11
<i>Маханько В. Л., Пискун Г. И., Гунько Ю. В., Медведева Е. И.</i> Характеристика новых и перспективных сортов картофеля белорусской селекции	19
<i>Подгаецкий А. А., Гнитецкий М. О., Кравченко Н. В., Шаповал Р. Н.</i> Продуктивность потомства от межвидовых и межсортных скрещиваний картофеля	24
<i>Симаков Е. А., Митюшкин А. В., Журавлев А. А., Митюшкин Ал-др В., Гайзатулин А. С.</i> Сравнительная оценка исходного материала картофеля в селекции на повышение питательной ценности клубней	30

Раздел 2. Генетика картофеля

<i>Козлова Л. Н., Пискун Г. И., Корзан А. А., Незаконова О. Б., Рядинская Е. А.</i> Взаимосвязь между суммарной антиоксидантной способностью и морфологическими характеристиками клубней картофеля	37
<i>Русецкий Н. В., Воронкова Е. В.</i> Оценка и выделение исходного материала картофеля с комплексом генов иммунитета к Y-вирусу, происходящих от разных видов, с использованием молекулярных маркеров	42
<i>Чащинский А. В., Семанюк Т. В.</i> Использование соматических гибридов картофеля при создании исходного материала, устойчивого к фитофторозу	55

Раздел 3. Иммуниет и защита картофеля

<i>Бомок С. К.</i> Потери урожая, распространение фитопатогенных грибов и нематод фауны на интродуцированных сортах картофеля во время хранения	64
<i>Козлов В. А., Русецкий Н. В., Чащинский А. В.</i> Изучение распространенности и структуры популяций вирусных болезней картофеля в Брестской области	69
<i>Коломиец Э. И., Трепашко Л. И., Ананьева И. Н., Мандрик-Литвинкович М. Н., Гирилович Н. И.</i> Биопрепарат для комплексной защиты картофеля и овощных культур	78
<i>Леванцевич И. В., Бусько И. И., Манцевич Л. А., Решетникова О. Н., Назаров В. Н., Стариницук В. Ю.</i> Патогенность возбудителя раневой водянистой гнили картофеля <i>Phythium Ultimeum Trow</i>	84
<i>Назаров В. Н., Бусько И. И., Леванцевич И. В., Манцевич Л. А.</i> Оценка гибридов картофеля на устойчивость к ризоктониозу (<i>Rhizoctonia Solani Kuhn.</i>)	89
<i>Сердюкова Н. С., Радкович Е. В., Гуца Г. Н., Халимоненко Ю. А., Родькина И. А.</i> Достоверность выявления S-вируса в объединенной пробе листьев картофеля методом ИФА	95
<i>Халимоненко Ю. А., Радкович Е. В., Гуца Г. Н., Сердюкова Н. С.</i> Сравнение использования свежего и замороженного листового материала для получения препаративных количеств X-вируса картофеля	100

Раздел 4. Технология производства, переработки и хранения картофеля

Гасило Д. С. Урожайность, экономическая эффективность возделывания продовольственного картофеля в зависимости от ширины междурядий и способов обработки почвы в Беларуси	106
Гасило Д. С., Фицура Д. Д., Сердюков В. А., Мартыненко С. Н. Результаты исследований влияния способов обработки почвы и доз удобрений при выращивании столового картофеля на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве	117
Голдыбан В. В., Курилович М. И. Создание автоматической сортировальной машины для отделения некондиционных клубней картофеля	130
Карпеш А. И. Влияние уровня минерального питания и густоты стеблестоя на продуктивность картофеля в агроклиматических условиях юго-западного региона Республики Беларусь	135
Рылко В. А., Мельничук Д. И. Особенности влияния массы посадочных клубней на продуктивность растений картофеля	142
Сердюков В. А., Маханько В. Л., Родькина И. А., Фицура Д. Д., Мартыненко С. Н. Влияние ширины междурядий и условий хранения на лежкоспособность клубней семенного картофеля в условиях активного вентилирования	148
Фицура Д. Д., Гасило Д. С., Сердюков В. А., Мартыненко С. Н. Применение новых комплексных гуминовых удобрений при выращивании продовольственного картофеля	159
Хох Н. А., Рутковская Л. С. Влияние макро- и микроудобрений на продуктивность ранних сортов картофеля в условиях западной части Республики Беларусь	167

Раздел 5. Семеноводство картофеля

Анципович В. В., Адамова А. И., Радкович Е. В., Гуца Г. Н., Бобкова О. И. Применение наноудобрения «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» для повышения потенциала растений картофеля в культуре <i>in vitro</i>	173
Анципович Н. А., Дударевич В. И., Попкович А. И. Оценка эффективности применения микроудобрений при производстве семенного картофеля различных групп спелости	179
Лебедева Н. В., Федорова Ю. Н. Обоснование подбора состава питательной среды для процесса морфогенеза растений-регенерантов картофеля в зависимости от состава питательной среды и типа экспланта	187
Попкович А. И., Анципович Н. А., Козлов В. А. Влияние препаратов на основе минеральных масел на накопление вирусной инфекции в процессе репродукции семенного картофеля	194
Федорова Ю. Н., Федорова Л. Н. Влияние регуляторов роста на процесс развития морфогенеза микрорастений картофеля в условиях <i>in vitro</i>	200
Хох Н. А., Рутковская Л. С. Предпосадочное протравливание семенных клубней – эффективный способ повышения урожая картофеля	205

Раздел 6. Общие вопросы картофелеводства

Маханько В. Л., Примаченко С. А. Современное состояние селекции, семеноводства и переработки картофеля в Беларуси	213
--	-----

РАЗДЕЛ 1

СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:631.526.32

Т. С. Анцута, Н. А. Хох

РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства

Национальной академии наук Беларуси», г. Щучин, Гродненская область

E-mail: nina.xox@mail.ru

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований по оценке сортов картофеля по комплексу хозяйственно ценных признаков в условиях западного региона Республики Беларусь. Охарактеризованы и выделены сорта по урожайности, крахмалистости, коэффициенту адаптивности, устойчивости к наиболее распространенным патогенам, дана оценка вкусовым качествам изучаемых сортов.

В ходе исследований установлено, что для возделывания на продовольственные цели в условиях западного региона Беларуси можно рекомендовать раннеспелые сорта – Коломба (Нидерланды), Овация (Польша); среднеранние – Мастак (Беларусь), Тайфун (Польша); среднеспелый – Гарантия (Беларусь); среднепоздний – Рубин (Беларусь).

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, товарность, адаптивность.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие картофелеводства требует подбора продуктивных сортов, отвечающих современной технологии возделывания, климатическим условиям места произрастания [1]. Экологическое испытание сортов картофеля в условиях западного региона Беларуси позволяет выделить наиболее перспективные из них для возделывания на конкретных агроландшафтных территориях.

Внедрение новых сортов отечественной и зарубежной селекции, способных противостоять воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов (стрессоров) среды, позволяет рекомендовать производству наиболее адаптированные для западного региона Беларуси и отвечающие требованиям по продуктивности, устойчивости к заболеваниям и т. д. При использовании таких сортов возможно повысить урожайность картофеля на 20–60 % [2–4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Экологическое испытание сортов картофеля проводилось на опытном поле РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства Национальной академии наук Беларуси» в 2018–2019 гг. Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7 м моренным суглинком. Агрохимические показатели: гумус – 1,44–1,52 %, pH – 5,5–5,9, содержание подвижного фосфора – 250–352 мг/кг, обменного калия – 175–220 мг/кг почвы. Предшественник – озимые зерновые культуры.

Фенологические наблюдения, пораженность растений вирусными и грибными болезнями во время вегетации, клубней фитофторозом, учет урожая, определение содержания крахмала и клубневой анализ проводились согласно Методике экологического сортоиспытания [5].

Для определения адаптивного потенциала сортов рассчитывался коэффициент адаптивности (Ka):

$$Ka = (XiC \times 100 : X_m) : 100,$$

где XiC – средняя урожайность сорта в годы исследования;

X_m – многолетняя среднесортная урожайность [6].

Критерием адаптивности сорта является коэффициент адаптивности относительно продуктивности в годы исследований при различных агроклиматических условиях (показатель 1,0 и выше – высокая адаптивность).

Содержание крахмала определялось на весах Парова.

Оценка дегустационных показателей клубней (вкус и разваримость в баллах) проводилась согласно Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля [7].

Исследования велись по 13 сортам картофеля различных групп спелости белорусской и зарубежной селекции: раннеспелые – Лиля (стандарт), Юлия (Беларусь), Ривьера, Ред Скарлетт, Коломба (Нидерланды), Овация (Польша), Винета (Германия); среднеранние – Манифест (стандарт), Карсан, Мастак (Беларусь), Тайфун (Польша); среднеспелые – Скарб (стандарт), Гарантия (Беларусь); среднепоздние – Рагнеда (стандарт), Нара, Рубин, Крок (Беларусь).

Метеорологические условия в годы исследований отличались по температурному и водному режимам. Начало вегетационного периода 2018 г. характеризовалось практически полным отсутствием осадков (–55,1 мм к норме в мае и –32 мм в июне) и повышенной температурой воздуха (+4,1 °C в мае и +2,5 °C в июне), что привело к быстрому, непродолжительному цветению, а у отдельных сортов к опаданию бутонов. Однако обильные осадки II и III декад июля, несмотря на высокую температуру воздуха, способствовали накоплению урожая. Недостаток влаги в августе (–28,7 мм к норме) и высокая температура воздуха (+2,7 °C) ускорили процесс отмирания ботвы, что отрицательно сказалось на продуктивности изучаемых сортов.

Вегетационный период 2019 г. также характеризовался повышенной температурой воздуха и недостатком влаги. Особенно жарким и сухим выдался июнь, когда средняя температура воздуха превышала норму на 5,5 °C, количество осадков (39,5 мм) было почти в два раза ниже нормы. Июль при умеренном температурном режиме характеризовался недостатком влаги (–24,3 мм к норме), исключение составила I декада месяца (+19,1 мм к норме). Средняя температура августа превысила норму на 1,7 °C. Однако следует отметить, что при сумме осадков, превышающей норму в 1,8 раза, большую часть месяца растения картофеля испытывали недостаток влаги, так как дожди носили ливневый характер.

Анализ полученных метеоданных показал, что для вегетационного периода 2018–2019 гг. характерна недостаточная влагообеспеченность при существенном повышении среднесуточных температур, что отрицательно сказалось на формировании урожая изучаемыми сортами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учет урожая показал, что продуктивность изучаемых сортов сформирована в пределах 33,8–50,9 т/га (табл. 1).

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Продуктивность и качество сортов картофеля белорусской и зарубежной селекции, среднее за 2018–2019 гг.

Сорт	Урожайность		Товар- ность, %	Крахмалистость		Ка
	т/га	± к стандарту, т/га		%	± к стандар- ту, %	
Раннеспелые						
Лилея, st	38,6	–	95	13,3	–	–
Юлия	33,8	–4,8	95	14,1	+0,8	0,78
Ривьера	40,4	+1,8	96	10,8	–2,5	0,94
Ред Скарлетт	37,0	–1,6	94	10,0	–3,3	0,86
Коломба	46,9	+8,3	92	10,0	–3,3	1,09
Овация	46,6	+8,0	97	14,1	+0,8	1,08
Винета	40,9	+2,3	96	12,4	–0,9	0,95
НСР ₀₅	1,74					
Среднеранние						
Манифест, st	49,8	–	97	13,0	–	–
Карсан	42,1	–7,7	97	14,2	+1,2	0,98
Мастак	45,2	–4,6	97	15,2	+2,2	1,05
Тайфун	45,0	–4,8	97	15,6	+2,6	1,04
НСР ₀₅	1,96					
Среднеспелые						
Скарб, st	40,9	–	96	12,7	–	–
Гарантия	50,9	+10,0	93	14,6	+1,9	1,18
НСР ₀₅	1,77					
Среднепоздние						
Рагнеда, st	47,4	–	92	15,1	–	–
Нара	41,9	–5,5	92	16,3	+1,2	0,97
Рубин	46,7	–0,7	94	14,9	–0,2	1,08
Крок	37,7	–9,7	92	19,7	+4,6	0,87
НСР ₀₅	1,23					
Среднесортовая урожайность	43,1					

Урожайность раннеспелых сортов находилась на уровне 33,8–46,9 т/га. Сорта Ривьера, Коломба, Овация, Винета превосходили на 1,8–8,3 т/га сорт-стандарт, сорт Ред Скарлетт сформировал урожай на уровне сорта Лилея, сорт Юлия уступил сорту-стандарту по продуктивности (–4,8 т/га). Товарность находилась на уровне 92–97 %. Наибольшее значение показателя по группе отмечено у сортов Ривьера, Винета (96 %) и Овация (97 %). Содержание крахмала колебалось в пределах 10,0–14,1 %. У сортов Юлия и Овация данный показатель превысил стандарт на 0,8 %, у остальных сортов наблюдалось снижение (на 0,9–3,3 % к стандарту).

В среднеранней группе изучаемые сорта сформировали высокую урожайность от 42,1 т/га (сорт Карсан) до 45,2 т/га (сорт Мастак), но уступали по продуктивности сорту-стандарту (на 4,6–7,7 т/га). Товарность изучаемых сортов составила 97 % и находилась на уровне стандарта. По содержанию крахмала данные сорта превосходили сорт Манифест на 1,2–2,6 %. Максимальная крахмалистость отмечена у сорта Тайфун (15,6 %).

Среднеспелым сортом Гарантия сформирована наибольшая урожайность (50,9 т/га), прибавка к стандарту составила 10,0 т/га, по содержанию крахмала изучаемый сорт превосшел сорт Скарб на 1,9 %. По выходу товарных клубней он уступал на 3,0 % сорту-стандарту.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

В среднепоздней группе продуктивность сортов сформирована в пределах 37,7–46,7 т/га. Урожайность сорта Рубин находилась на уровне стандарта, товарность данного сорта составила 94 % (+2,0 % к стандарту). По урожайности сорт Нара на 5,5 т/га уступил сорту-стандарту, его товарность сформирована на уровне стандарта, крахмалистость на 1,2 % превысила сорт Рагнеда. Продуктивность сорта Крок ниже аналогичного показателя сорта-стандарта на 9,7 т/га, однако содержание крахмала превышало стандарт на 4,6 % и составило 19,7 %.

Реакция сортов на абиотические факторы (повышенные температуры воздуха, отсутствие и неравномерность осадков) определялась по коэффициенту адаптивности. Для этого сравнивалась средняя урожайность сорта в годы изучения со среднесортовой многолетней урожайностью.

Сорта с урожайностью 45,0–50,9 т/га характеризовались высокой адаптивностью, коэффициент адаптивности у них составил 1,04–1,18. Среднеспелый сорт Гарантия с коэффициентом адаптивности 1,18 сформировал максимальную продуктивность (50,9 т/га) в годы исследований. У раннеспелых сортов Коломба (46,9 т/га), Овация (46,6), среднеранних – Мастак (45,2), Тайфун (45,0), среднепозднего сорта Рубин (46,7 т/га) коэффициент адаптивности составил 1,04–1,09. Среднеранний сорт Карсан и среднепоздний сорт Нара с коэффициентом адаптивности близким к единице сформировали урожай 41,9–42,1 т/га.

Клубневой анализ, проведенный через месяц после уборки, показал, что в среднем за годы исследований у изучаемых сортов признаков фитофтороза обнаружено не было, проявления других болезней отмечены в различной степени. Так, в раннеспелой группе сорта Юлия, Ривьера, Винета не поражались болезнями, у остальных сортов выявлены признаки парши обыкновенной и сухой гнили. Дуплистость клубней наблюдалась только у сорта Ред Скарлетт. В среднеранней группе сорт Мастак отличался устойчивостью к патогенам, клубни сорта Карсан поражались железистой пятнистостью (1,5 %), у сорта Тайфун, как и у сорта-стандарта, отмечены физиологические трещины (1,0 %) (табл. 2).

Таблица 2 – Качество сортов картофеля по результатам клубневого анализа, среднее за 2018–2019 гг.

Сорт	Результаты клубневого анализа, %						
	Всего	В том числе					
		фитофто- роз	парша обыкно- венная	сухая гниль	желези- стая пят- нистость	дупли- стость	физиологиче- ские трещины
Раннеспелые							
Лилея, st	2,0	0	0	1,5	0	0,5	0
Юлия	0	0	0	0	0	0	0
Ривьера	0	0	0	0	0	0	0
Ред Скарлетт	2,0	0	1,0	0,5	0	0,5	0
Коломба	2,0	0	1,5	0,5	0	0	0
Овация	1,5	0	1,0	0,5	0	0	0
Винета	0	0	0	0	0	0	0
Среднеранние							
Манифест, st	1,5	0	0,5	0	0	0	1,0
Карсан	1,5	0	0	0	1,5	0	0
Мастак	0	0	0	0	0	0	0
Тайфун	1,0	0	0	0	0	0	1,0

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 2

Сорт	Результаты клубневого анализа, %						
	Всего	В том числе					
		фитофто- роз	парша обыкно- венная	сухая гниль	желези- стая пят- нистость	дупли- стость	физиологи- ческие трещины
Среднеспелые							
Скарб, st	0	0	0	0	0	0	0
Крок	0,5	0	0,5	0	0	0	0
Гарантия	0	0	0	0	0	0	0
Среднепоздние							
Рагнеда, st	1,0	0	0	1,0	0	0	0
Нара	4,0	0	1,0	3,0	0	0	0
Рубин	0,5	0	0	0	0	0	0,5

В группе среднеспелых сортов у сорта Гарантия, как и у сорта-стандарта, признаков болезней не выявлено.

В среднепоздней группе относительной устойчивостью к болезням характеризовался сорт Рубин, у клубней которого обнаружены только физиологические трещины. Сорт Нара в отличие от сорта-стандарта менее устойчив к парше обыкновенной и сухой гнили. У сорта Крок отмечена парша обыкновенная.

По результатам клубневого анализа по устойчивости к наиболее распространенным патогенам в 2018–2019 гг. выделились сорта раннеспелой группы – Юлия, Ривьера, Винета, среднеранней – Мастак, среднеспелой – Гарантия и среднепоздней – Рубин.

Оценка дегустационных показателей изучаемых сортов картофеля показала, что отличным вкусом и сильной разваримостью характеризовались среднеспелый сорт Гарантия и среднепоздние сорта Нара, Рубин. Отличным вкусом и средней разваримостью обладали раннеспелые сорта Юлия, Овация, Винета, среднеранние сорта Карсан, Мастак, Тайфун. Следует отметить, что по вкусовым качествам сорта белорусской селекции имели преимущество перед сортами иностранной селекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных по экологическому испытанию сортов белорусской и зарубежной селекции показал, что в условиях западного региона Республики Беларусь высоким адаптивным потенциалом характеризовались сорта Коломба, Овация, Мастак, Тайфун, Гарантия, Рубин. Данные сорта обеспечили урожайность на уровне 45,0–50,9 т/га, высокую товарность клубней, относительную устойчивость к болезням и хорошие вкусовые качества.

Список литературы

1. Испытание сортов картофеля белорусской селекции на Кубани / В. К. Бугаевский [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. – Минск, 2010. – Т. 17. – С. 12–19.
2. Колядко, И. И. Стратегия селекции картофеля в Беларуси / И. И. Колядко // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 6. – С. 34–36.
3. Адаптивный потенциал сортов картофеля в условиях Правобережного Полесья Украины / А. А. Бондарчук [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. – Минск, 2018. – Т. 26. – С. 22–30.
4. Подгаецкий, А. А. Проблемы адаптивного картофелеводства и их решение / А. А. Подгаецкий // Адаптивное растениеводство: проблемы и решения : материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Минск, 2004. – С. 3–7.

5. Методика экологического сортоиспытания. – Самохваловичи, 2003. – С. 7.
6. Корзун, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно : ГГАУ, 2011. – С. 51–52.
7. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – С. 70.

Поступила в редакцию 18.10.2019 г.

T. S. ANTSUTO, N. A. KHOH

**ADAPTIVE POTENTIAL OF POTATOES VARIETIES OF
BELARUSIAN AND FOREIGN BREEDING IN THE CONDITIONS
OF WESTERN REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

SUMMARY

The research results of the assessment of potatoes varieties by a set of economically valuable traits in the conditions of western region of the Republic of Belarus are presented. Varieties were characterized and distinguished by productivity, starchiness, adaptability coefficient, resistance to the most common pathogens and the taste qualities of the studied varieties were evaluated.

As a research result, it was found that for cultivation in the conditions of the western region of Belarus for food purposes it is possible to recommend early ripe varieties Colomba (the Netherlands), Ovation (Poland); medium early varieties Mastak (Belarus), Typhoon (Poland); medium ripe Guarantee (Belarus); medium late variety Rubin (Belarus).

Key words: potatoes, variety, productivity, marketability, adaptability.

УДК 635.21:631.527

Н. В. Дергачева, С. В. Согуляк

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Россия

E-mail: dbor@bk.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ,
СОЗДАННЫХ В ОМСКОМ АГРАРНОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ****РЕЗЮМЕ**

Приведен анализ проявления основных хозяйственно ценных признаков сортов картофеля Лазарь и Хозяюшка, созданных в Омском аграрном научном центре (Омский АНЦ) в различных почвенно-климатических условиях. Помимо высоких биохимических показателей по содержанию сухого вещества и крахмала, белка, витамина С, сорта имеют низкое содержание редуцирующих сахаров, высокую урожайность, устойчивость к болезням и т. д. Сорта Лазарь и Хозяюшка используются в различных селекционных программах с целью улучшения качества клубней и увеличения отбора гибридов с комплексом ценных признаков.

Ключевые слова: картофель, селекция, сорт, содержание крахмала, белок, редуцирующие сахара, витамин С.

ВВЕДЕНИЕ

Основным приоритетом омской селекции по картофелю является создание сортов, обладающих сбалансированным комплексом хозяйственно ценных признаков [1]. Наряду с селекцией на продуктивность на протяжении всего периода проведения селекционных работ в Сибирском НИИ сельского хозяйства (в настоящее время Омский аграрный научный центр – Омский АНЦ) большое внимание уделяется качественным показателям [2–6], питательной ценности [7, 8], столовым качествам клубней [9, 10], определению кулинарных типов использования, пригодности для использования сорта для приготовления фри, чипсов [10, 11].

В результате целенаправленной селекции сортов с высокими качественными характеристиками был создан столовый сорт Ермак улучшенный (в 1978 г. внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации), который до настоящего времени имеет репутацию одного из самых лучших по вкусовым качествам. В дальнейшем была создана серия сортов: среднеранний столовый Сентябрь (1998), среднеспелый столовый и для переработки на крахмал Лазарь (1999) и раннеспелый столовый сорт Алёна (2000). Все перечисленные сорта имели высокие показатели качества. В 2003 г. сорт Алая заря совместной селекции с Северо-Западным научно-производственным центром был включен в Государственный реестр сортов, рекомендованных для выращивания в Республике Казахстан. В регионах Северного Казахстана сорт пользуется большим спросом, он пригоден также для изготовления чипсов и фри. В 2009 г. был создан среднеспелый нематодоустойчивый сорт Хозяюшка, обладающий высокой рассыпчатостью и имеющий высокое содержание белка. В 2013 г. создан среднеспелый столовый сорт Соточка, имеющий повышенное содержание крахмала и каротиноидов, высокое содержание витамина С и белка. В 2018 г. включен в Госреестр среднеспелый столовый сорт Былина Сибири, обладающий высокими вкусовыми качествами на протяжении всего

периода хранения, низким содержанием редуцирующих сахаров, практически не темнеющую после варки мякоть.

Цель данной работы – анализ проявления основных хозяйственно ценных признаков и использования сортов картофеля, созданных в Омском АНЦ в селекционном процессе в различных почвенно-климатических зонах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований послужили сорта, созданные в Омском аграрном научном центре. Технологии выращивания на опытных участках общепринятые для зон. Фенологические наблюдения, учет урожая, развития болезней осуществляли по общепринятым методикам. Крахмалистость клубней определяли по удельной массе, содержание сухого вещества – термостатно-весовым методом, белка – рефрактометрическим методом, витамина С, редуцирующих сахаров – по методике ГСИ [12]. Статистическая обработка данных проводилась согласно методике полевого опыта [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сорт Лазарь, созданный в Омском АНЦ, наиболее интенсивно используется в селекционной работе в России и Беларуси, как в качестве опылителя, поскольку он обладает высокой фертильностью пыльцы, так и в качестве материнской формы, что обуславливается продолжительным интенсивным цветением.

По результатам широкого экологического испытания сорт Лазарь выделился по комплексу хозяйственно ценных признаков, в том числе и как высококрахмалистый сорт.

По данным ВИР, из коллекции, включающей 2100 сортов почти из всех картофелепроизводящих стран мира, при изучении в условиях Ленинградской области сорт Лазарь отнесен к группе из 30 сортов (в том числе 15 сортов российской селекции) с высоким содержанием крахмала [14].

По данным Сибирского НИИ сельского хозяйства и Нарымской государственной селекционной станции, максимальное содержание крахмала у сорта Лазарь достигало 25,7 %, причем полного естественного отмирания ботвы за годы изучения в условиях Омской области не отмечалось [1].

Согласно исследованиям, проведенным в Кемеровском НИИ сельского хозяйства в 2009–2010 гг., сорт Лазарь выделился как один из наиболее пригодных для производства крахмала и спирта. Среднее содержание крахмала составило 24,5 % при наличии 52,7 % крупных и средних крахмальных зерен. Сорт Лазарь был включен в гибридизацию для получения гибридов, пригодных для переработки на крахмал и спирт. В результате проведенных скрещиваний из комбинации Лазарь×89-1-12 выделено три гибрида, пригодных для переработки на крахмал и спирт с содержанием крахмала 22,9–24,6 %, при крупности крахмальных зерен 34,1–39,4 мк и с долей средних и мелких крахмальных зерен 42,3–50,5 %. Гибрид Лазарь×Пост-86 получен гибрид с содержанием крахмала 23,1 %, с долей крупных и средних зерен 28,9 % и средним размером крахмальных зерен 28,9 мк, пригодный для изготовления хрустящего картофеля [15].

В условиях Дальневосточного региона России во Всероссийском НИИ сои сорт Лазарь используется как родительская форма с комплексом хозяйственно ценных признаков. Гибридная комбинация Брянский надежный×Лазарь выделилась по продуктивности, устойчивости к болезням и качественным показателям. В результате испытаний в 2014–2017 гг. содержание крахмала в клубнях составило 15,5–20,6 %, устойчивость к фитофторозу на уровне 8 баллов [16].

На основании изучения аспектов подбора родительских пар при селекции сортов картофеля для промышленной переработки в 2006–2012 гг. в Республике Беларусь было установлено, что комбинация Альбатрос×Лазарь имеет высокую ОКС обоих родителей по сумме положительных значений эффектов по содержанию крахмала, продуктивности и ее компонентам. Частота отбора форм, сочетающих высокую крахмалистость (более 20 %) с высокой продуктивностью (более 900 г/куст) составила в этой комбинации 14 %, что явилось лучшим показателем среди 22 изученных комбинаций. Вариансы ОКС у сорта Лазарь преобладали над вариансами СКС, что говорит о способности давать продуктивное и крахмалистое потомство в сочетании с любыми материнскими формами, тем самым доказан реципрокный эффект при использовании сорта Лазарь, его рекомендуют использовать в качестве опылителя для передачи потомству высокой крахмалистости. Наиболее перспективными комбинациями по сочетанию крахмалистости и продуктивности, по нашим данным, являются: Альбатрос×Лазарь, Адлер×Лазарь, Тетерів×Лазарь, Лазарь×Адлер. Практические результаты проделанной работы следующие: создание гибрида 67-09-7, отобранного из комбинации 47-00-83×Лазарь, имеющего урожайность 64,3 т/га при содержании крахмала 21,1 % и сборе крахмала 13,6 т/га; из комбинации 139-97-39л2 отобран гибрид 26-07-27 с урожайностью 54,9 т/га, содержанием крахмала 21,1 % и выходом крахмала 11,6 т/га; из комбинации Альбатрос×Лазарь отобран гибрид 20-07-2, имеющий урожайность 49,7 т/га, содержание крахмала 22,1 %, выход крахмала 11,0 т/га в среднем за три года [17].

По данным белорусских ученых, гибридная комбинация Лазарь×6856-1 перспективна для отбора гибридов с повышенным содержанием амилозы в крахмале. Содержание амилопектина у сорта Лазарь составило 74,5 % (среднее за 2009–2011 гг.) [18] при максимальном накоплении амилопектина в клубнях картофеля 63–80 % [19]. Крахмал с высоким содержанием амилопектина обуславливает вязкость крахмального клейстера, что необходимо для текстильной промышленности. Содержание амилопектина в крахмале у комбинаций Лазарь×Максимум и Лазарь×6856-1 составляет 73,1 и 74,1 % соответственно. Частота форм с содержанием амилопектина ≥ 75 % составила в комбинации Лазарь×6856-1 69,2 %, что является наибольшим показателем среди 16 изученных комбинаций скрещивания. В связи с этим сорт Лазарь рекомендуется использовать для получения крахмала с высоким содержанием амилопектина, а также при селекции на повышение этого признака [18].

Помимо этого, селекционеры различных учреждений используют сорт Лазарь (как источник высокой крахмалистости) для получения фитофтороустойчивых, устойчивых к вирусным болезням форм, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков [20, 21].

Среднеспелый нематодоустойчивый столовый сорт Хозяюшка также прошел широкое испытание как в системе Государственного сортоиспытания России (рекомендован для выращивания по Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам), так и в различных научных учреждениях.

В условиях Удмуртской республики установлена высокая экологическая пластичность сорта Хозяюшка ($bi=1,8$) по урожайности при средней за 2012–2014 гг. 35,1 т/га (колебания по годам от 41,7 до 29,0 т/га) [22]. Кроме того, установлено, что среднеспелый сорт Хозяюшка в раннюю копку формирует урожай, сравнимый с раннеспелыми сортами. В связи с этим авторы рекомендуют использовать его для получения ранней продукции [23]. Эти данные подтверждаются исследованиями, проведенными в Приморском НИИ сельского хозяйства: сорт Хозяюшка по урожайности на 60 день после посадки входит в группу сортов, имеющих продуктивность более 500 г/куст [24].

Сорт Хозяюшка имеет высокое содержание сухих веществ и крахмала при выращивании в различных почвенно-климатических условиях. Так, в условиях Кемеровской котловины (2009–2010 гг.) при изучении коллекции из 170 сортов содержание сухого вещества у сорта Хозяюшка составило 25,96 %, что явилось наивысшим уровнем проявления признака и достоверно превысило показатели крахмалистости группы высококрахмалистых сортов [20]. По результатам изучения коллекции из 50 сортов на экспериментальной базе Всероссийского НИИ картофельного хозяйства сорт Хозяюшка имел содержание крахмала 21,1 % и вошел в тройку наиболее крахмалистых сортов [27].

В условиях Удмуртской республики установлена высокая экологическая стабильность сорта Хозяюшка по содержанию крахмала ($Si^2 = 0,7$) при высоком уровне проявления признака и высокой пластичности ($bi = 1,0$) [22].

В условиях Беларуси (Минская область) в 2014–2015 гг. изучался 51 сорт картофеля по биохимическим показателям. У сорта Хозяюшка установлено высокое содержание сухих веществ – 26,4 % (после уборки) и 24,8 % (после 5 месяцев хранения) [25].

Помимо высокого содержания крахмала и сухих веществ сорт Хозяюшка в различных почвенно-климатических условиях формирует высокое содержание белка. По результатам изучения коллекции из 50 сортов в Московской области (Всероссийский НИИ картофельного хозяйства) у сорта Хозяюшка установлено содержание белка 2,6 % (определение велось рефрактометрическим методом), сорт включен в группу высокобелковых сортов [26].

В условиях Беларуси (Минская область) в 2014–2015 гг. у сорта Хозяюшка установлено высокое суммарное содержание белка как после уборки, так и после 5 месяцев хранения – 1,18 и 1,16 % соответственно (определение велось рефрактометрическим методом) [25].

По содержанию витамина С в условиях лесостепной зоны Западной Сибири содержание витамина С у сорта Хозяюшка за 2007–2014 гг. составило в среднем 16,9 мг%. Высокое и очень высокое (по шкале [19]) накопление витамина С до 21,7–23,8 мг% наблюдалось в годы, когда складывались оптимальные условия по увлажнению и температуре в июле – августе [7].

По результатам изучения коллекции сортов в 2014–2015 гг. в условиях Минской области Беларуси установлено очень высокое содержание витамина С после уборки – 25,2 мг% и среднее после 5 месяцев хранения – 16,0 мг% [25].

Накопление редуцирующих сахаров у сорта Хозяюшка в условиях лесостепной зоны Западной Сибири (2007–2014 гг.) после уборки было низким и варьировалось от 0,01 до 0,18 % в зависимости от метеоусловий. Причем меньшее количество редуцирующих сахаров накапливалось в годы, когда в июле и августе наблюдалось достаточное увлажнение [8]. В условиях Московской области содержание редуцирующих сахаров во время уборки составляло 0,26 % [26]; в Минской области Беларуси в 2014–2015 гг. – 0,17 % [25].

По результатам изучения в Удмуртской республике у сорта Хозяюшка выявлена высокая устойчивость к вирусным болезням, фитофторозу по листьям и клубням, ризоктониозу на уровне 8–9 баллов [23].

По совокупности биохимических показателей и по морфологическим признакам клубней (глубина глазков, форма клубня и цвет готовой продукции) установлена пригодность сорта Хозяюшка для производства хрустящего картофеля [20].

Таким образом, комплекс положительных свойств: нематодоустойчивость, высокое содержание крахмала, белка, витамина С, низкое содержание редуцирующих

сахаров, морфологические признаки клубней (поверхностные/мелкие глазки, правильная округло-овальная форма) являются основанием для использования сорта как источника комплекса хозяйственно ценных признаков в селекционном процессе.

Сорт Хозяюшка используется в качестве опылителя. Завязываемость гибридных ягод колебалась от 8,6 до 40,3 % [28]. Низкая интенсивность цветения делает неэффективной использование сорта как материнского компонента при гибридизации.

В условиях Амурской области во Всероссийском НИИ сои в селекционный процесс сорт Хозяюшка включен как исходная родительская форма. В результате изучения комбинация Погарский×Хозяюшка выделилась высокой продуктивностью – 2,16 кг/куст, многоклубневостью – 25 клубней на куст, высокой устойчивостью к фитофторозу – на уровне 9 баллов [16].

В 2008 г. во Всероссийском НИИ картофельного хозяйства была проведена гибридизация сорта Хозяюшка с гибридами, полученными во ВНИИР им. Н. И. Вавилова: 190-4×Хозяюшка, 99-6-5×Хозяюшка, 88-2×Хозяюшка, 8-5-2004×Хозяюшка, 117-2×Хозяюшка и др. Лучшая по проценту отбора хозяйственно ценных гибридов и устойчивости к болезням комбинация 190-4×Хозяюшка [27].

Комбинация Хозяюшка×Бронницкий имела высокую комбинационную способность по продуктивности. Средняя продуктивность гибридов составила 1,36 кг/куст при 71,4 % гибридов с урожайностью более 1 кг/куст. Среднее содержание сухих веществ – 19,2 %. Процент гибридов с содержанием сухих веществ более 20 % составил более половины генотипов популяции – 52,7 %. Отмечен высокий процент отбора гибридов, который составил 44,2 %. Оценка в питомнике первого клубневого поколения проведена во Всероссийском НИИ картофельного хозяйства в 2012 г. [28].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сорт Лазарь целесообразно использовать как источник высокой крахмалистости для получения фитофтороустойчивых, вирусоустойчивых гибридов, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков. Данный сорт способен давать продуктивное и крахмалистое потомство в сочетании с любыми материнскими формами. Сорт Лазарь рекомендуется использовать для получения крахмала с высоким содержанием амилопектина, а также в селекции на повышение этого признака.

Сорт Хозяюшка целесообразно использовать в селекционном процессе как источник комплекса признаков: нематодоустойчивость, урожайность, высокое содержание крахмала, белка, витамина С, низкое содержание редуцирующих сахаров.

В качестве опылителей при гибридизации рекомендуется использовать сорта Лазарь, Хозяюшка. Сорт Лазарь также можно использовать в качестве материнского компонента в связи с обильным, продолжительным цветением.

Список литературы

1. Дорожкин, Б. Н. Селекция картофеля в Западной Сибири: принципы, методы, генетические источники / Б. Н. Дорожкин, Н. В. Дергачева. – Саарбрукен : LAP Lambert Academic Publishing GmbH Co. KG, 2012. – 172 с.
2. Дорожкин, Б. Н. Содержание белка в клубнях картофеля и его изменчивость в условиях Омска / Б. Н. Дорожкин, С. А. Рейтер // Науч.-техн. бюл. – 1984. – № 7. – С. 19.
3. Дорожкин, Б. Н. селекционные аспекты урожайности, крахмалистости и белковости картофеля в лесостепной зоне Омской области / Б. Н. Дорожкин, Т. А. Ларина, В. В. Ермакова // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1978. – № 6. – С. 23.

4. Дергачева, Н. В. Влияние условий выращивания на урожайность и параметры качества сортов картофеля тестового питомника / Н. В. Дергачева, А. И. Черемисин, И. А. Якимова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 1. – С. 27–29.
5. Черемисин, А. И. Параметры качества сортов картофеля для различного целевого использования на основе агроэкологического сортоиспытания коллекции сортов в условиях Омской области: рекомендации / А. И. Черемисин, Н. В. Дергачева. – Омск : ЛИТЕРА, 2016. – 32 с.
6. Черемисин, А. И. Сравнительная оценка сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции по продуктивности и качеству в условиях Омской области / А. И. Черемисин, Н. В. Дергачева // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 50–55.
7. Дергачева, Н. В. Биохимическая характеристика новых сортов картофеля селекции СибНИИСХ в условиях лесостепной зоны Западной Сибири / Н. В. Дергачева, А. И. Черемисин, Л. М. Кожевникова // Тр. Кубанского ГАУ. – 2015. – Вып. 4 (55). – С. 54–58.
8. Дергачева, Н. В. Изменчивость биохимических показателей клубней у сортов картофеля в условиях лесостепной зоны Западной Сибири / Н. В. Дергачева, Л. М. Кожевникова // Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 5–7 июля 2016 г. / ФГБНУ ВНИИКС; под ред. С. В. Жеворы. – М., 2016. – С. 100–107.
9. Дергачева, Н. В. Столовые качества образцов экологического сортоиспытания в условиях лесостепной зоны Западной Сибири / Н. В. Дергачева, С. В. Согуляк // Картофель: селекция, семеноводство, технология : сб. науч. тр. Координационного совета НИУ Урала, Западной Сибири, Поволжья и Северного Казахстана / ЮжУралНИИПОК. – Челябинск : Фотохудожник, 2005. – Т. 2. – С. 15–18.
10. Черемисин, А. И. Оценка коллекции сортов картофеля по столовым качествам и пригодности к переработке на чипсы / А. И. Черемисин, Н. В. Дергачева // Проблемы научного обеспечения садоводства и картофелеводства : сб. тр. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ФГБНУ ЮУНИИСК. – Челябинск : Южно-Уральский науч.-исслед. ин-т садоводства и картофелеводства, 2016. – С. 294–301.
11. Дергачева, Н. В. Влияние сортовых особенностей картофеля и погодных условий на качественные показатели фри / Н. В. Дергачева // Полвека целине : сб. науч. тр., посвящ. 50-летию освоения целинных и залежных земель / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ. – Омск, 2004. – С. 272–279.
12. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Методы химических анализов сортов и гибридов. – М. : Колос, 1970. – Вып. 7. – 175 с.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 416 с.
14. Мировая коллекция картофеля ВИР как один из основных источников исходного материала для создания сортов картофеля нового поколения / С. Д. Киру [и др.] // Современные тенденции и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля (к 80-летию ВНИИКС) : материалы науч.-практ. конф. и координационного совещания / Россельхозакадемия Всерос. НИИ картоф. хоз-ва. – М., 2011. – С. 40–49.
15. Селекция картофеля в Кемеровском НИИСХ на пригодность к промышленной переработке / Ю. А. Вершинина [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 3. – С. 24–25.
16. Рафальский, С. В. Оценка генофонда культуры картофеля в Приамурье / С. В. Рафальский, О. М. Рафальская, Т. В. Мельникова // Современное состояние и

перспективы развития селекции и семеноводства картофеля : материалы науч.-практ. конф., 9–10 июля 2018 г. / ФГБНУ ВНИИКХ ; под ред. С. В. Жеворы. – М., 2018. – С. 59–65.

17. Гончарова, Н. Н. Генетические аспекты подбора родительских пар при селекции сортов технического назначения / Н. Н. Гончарова // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 1. – С. 13–27.

18. Пискун, Г. И. Оценка гибридных комбинаций картофеля и степени проявления признаков «содержание амилозы и амилопектина» / Г. И. Пискун, Л. Н. Козлова // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 1. – С. 52–61.

19. Вечер, В. С. Физиология и биохимия картофеля / А. С. Вечер, М. Н. Гончарик. – Минск : Наука и техника, 1973. – 264 с.

20. Результаты селекции картофеля в Кузбассе / Л. С. Аношкина [и др.] // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития : материалы VI науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2014. – С. 62–64.

21. Чашинский, А. В. Использование диких видов картофеля из Северной и Южной Америки при создании исходного материала, устойчивого к фитофторозу / А. В. Чашинский // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 33–49.

22. Мухаметшин, И. Г. Экологическая пластичность и стабильность сортов картофеля в условиях Удмуртской Республики / И. Г. Мухаметшин // Изв. Оренбургского аграр. ун-та. – 2017. – № 6 (68). – С. 245–249.

23. Мухаметшин, И. Г. Оценка новых сортов и селекционных образцов картофеля в условиях Удмуртской Республики / И. Г. Мухаметшин // Изв. Оренбургского аграр. ун-та. – 2016. – № 6 (62). – С. 32–35.

24. Генетические источники для селекции картофеля / И. В. Ким [и др.] // Картофель и овощи. – 2016. – № 3. – С. 33–34.

25. Маханько, В. Л. Оценка коллекции сортов картофеля белорусской и российской селекции по биохимическим показателям / В. Л. Маханько, Н. Л. Козлова, О. Б. Незаконова // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2017. – Т. 25. – С. 5–14.

26. Основные параметры потребительских качеств столовых сортов картофеля / А. Э. Шабанов [и др.] // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля : сб. науч. тр. / Всерос. НИИ картоф. хоз-ва. – М., 2015. – С. 60–66.

27. Жарова, В. А. Использование исходного материала ВИР в селекции картофеля / В. А. Жарова, Н. П. Склярова, Г. Л. Белов // Современные тенденции и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля (к 80-летию ВНИИКХ) : материалы науч.-практ. конф. и координационного совещания / Россельхозакадемия Всерос. НИИ картоф. хоз-ва. – М., 2011. – С. 81–86.

28. Оценка урожайности и содержания сухих веществ в клубнях гибридных популяций картофеля для селекции на пригодность к переработке / Е. А. Симаков [и др.] // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития : материалы VI науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2014. – С. 90–96.

Поступила в редакцию 05.11.2019 г.

N. V. DERGACHEVA, S. V. SOGULYAK

**BREEDING USE OF POTATOES VARIETIES CREATED IN OMSK
AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER**

SUMMARY

The analysis of the main economically valuable traits of potatoes varieties Lazar and Hozyayushka created in Omsk Agrarian Scientific Center (Omsk ASC), in various soil and climatic conditions is presented. In addition to high biochemical parameters for dry matter and starch content, protein, vitamin C, they have a low content of reducing sugars, high productivity, resistance to diseases, etc. Varieties are used in various breeding programs to improve the quality of tubers and increase percentage of hybrids selection with complex valuable traits.

Key words: potatoes, breeding, variety, starch content, protein, reducing sugars, vitamin C.

УДК 635.21:631.526.32(476)

В. Л. Маханько, Г. И. Пискун, Ю. В. Гунько, Е. И. Медведева

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: belbulba@tut.by

**ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ
КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ****РЕЗЮМЕ**

В статье приведена характеристика новых сортов картофеля селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Ключевые слова: селекция, картофель, сорта, устойчивость, клубни, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Одними из определяющих факторов высокой и стабильной урожайности картофеля являются создание и внедрение в производство новых сортов, потенциал урожайности которых должен сочетаться с высокой устойчивостью к комплексу болезней и основным стрессовым факторам внешней среды. Стратегия современной селекции предусматривает также сочетание в сорте, наряду с этими показателями, целого комплекса качественных признаков, в том числе высокое содержание сухих веществ, хорошие кулинарно-потребительские качества, пригодность к промышленной переработке и ряд других. Не исключается также возможность создания узкоспециализированных сортов для производства крахмала или для переработки на отдельные виды картофелепродуктов. В целом же основные направления и задачи селекции картофеля в республике исходят из запросов производителей, целевого использования урожая, традиций населения, требований внутреннего и внешнего рынка [1].

Основной задачей селекции картофеля в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» является создание сортов, которые различаются по срокам созревания и хозяйственному назначению. За последние пять лет селекционерами создано и передано в государственное сортоиспытание десять новых сортов картофеля различного хозяйственного назначения – Першацвет, Юлия, Палац, Мастак, Карсан, Гарантия, Лель, Нара, Рубин, Крок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Работа выполнялась в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Погодные условия в годы проведения исследований были контрастными как по температуре, так и количеству осадков, что позволило установить влияние условий среды на изменчивость изучаемых признаков. В качестве материала для исследований использовались перспективные образцы картофеля, лучшие из которых впоследствии были рекомендованы в государственное испытание. Опыты закладывали согласно утвержденной схеме селекционного процесса. Повторность опыта четырехкратная, делянка двухрядковая по 30 клубней в рядке. В период вегетации были проведены все необходимые учеты и наблюдения. Урожай учитывали со всей делянки.

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) [2–5]. Учет урожая и определение его структуры, определение содержания крахмала, оценку столовых качеств выполняли согласно Методике исследований по культуре картофеля [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ПЕРШАЦВЕТ. Ранний, столовый. Урожайность до 67,8 т/га, содержание крахмала до 15,2 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1), относительно высокоустойчив к сухой фузариозной гнили, раневой водянистой гнили, ризоктониозу; среднеустойчив к фитофторозу по листьям, антракнозу, парше обыкновенной. Отличается высокой устойчивостью к вирусам Y, L, средней – к вирусам S, M, восприимчив к вирусу X.

Клубни округлые; кожура красная, сетчатая; глазки мелкие; мякоть желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Эффективно использует естественное плодородие почв. Отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая в первой половине вегетации.

ЮЛИЯ. Ранний, столовый. Урожайность до 61,5 т/га, содержание крахмала до 14,5 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); высокая устойчивость к вирусам Y, L, X; относительно высокая устойчивость к черной ножке, ризоктониозу, парше обыкновенной, сухой фузариозной гнили, вирусу M; средняя устойчивость к фитофторозу по листьям и клубням, антракнозу, альтернариозу, вирусу S.

Клубни округлые; кожура желтая, гладкая; глазки мелкие; мякоть желтая; цветки белые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Эффективно использует естественное плодородие почв. Отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая в первой половине вегетации.

ПАЛАЦ. Ранний, столовый. Урожайность до 65,0 т/га, содержание крахмала до 14,0 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); высокая устойчивость к вирусным болезням; средняя устойчивость к фитофторозу по листьям и клубням, ризоктониозу, парше обыкновенной, сухой фузариозной гнили, антракнозу, альтернариозу.

Клубни от овальных до удлинено-овальных; кожура красная, гладкая; глазки мелкие; мякоть светло-желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Эффективно использует естественное плодородие почв. Отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая в первой половине вегетации.

МАСТАК. Среднеранний, столовый. Урожайность до 70,5 т/га, содержание крахмала до 16,5 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ. Пригоден для переработки на сухое картофельное пюре, хрустящий картофель, гарнирный картофель, картофель фри с учетом агроклиматической зоны выращивания, вакуумирования.

Сорт устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); относительно высокоустойчив к фитофторозу клубней и листьев, парше обыкновенной и серебристой, ризоктониозу по клубням, сухой фузариозной гнили; средняя устойчивость к черной ножке, раневой водянистой гнили.

Клубни удлиненно-овальные; кожура желтая, гладкая; глазки мелкие; мякоть желтая; цветки красно-фиолетовые. Высокоустойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Пригоден для выращивания на легких и средних по гранулометрическому составу почвах. Отзывается на повышение фона минерального питания увеличением доли товарной фракции.

КАРСАН. Среднеранний, столовый. Урожайность до 62,5 т/га, содержание крахмала до 14,9 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ. Пригоден для изготовления гарнирного картофеля. Высокое содержание витамина С – до 25,3 мг/кг.

Устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); высокая устойчивость к вирусу L; относительно высокая устойчивость к фитофторозу по листьям, черной ножке, ризоктониозу парше обыкновенной и серебристой, сухой фузариозной гнили; средняя устойчивость к фитофторозу по клубням, антракнозу, раневой водянистой гнили, альтернариозу, вирусам X, M, Y.

Клубни округло-овальные; кожура красная, гладкая; глазки мелкие; мякоть светло-желтая; цветки красно-фиолетовые. Лежкость клубней хорошая. Период физиологического покоя 78–95 суток.

Отзывается на повышение фона минерального питания увеличением доли товарной фракции.

ГАРАНТИЯ. Среднеспелый, столовый. Урожайность до 64,0 т/га, содержание крахмала до 17,2 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип С. Пригоден для изготовления гарнирного картофеля, картофеля фри, сухого картофельного пюре в зависимости от агроэкологической зоны выращивания, вакуумированного картофеля в послепоборочный период.

Устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); высокая устойчивость к фитофторозу по листьям, парше обыкновенной, вирусам Y, L; относительно высокая устойчивость к ризоктониозу, вирусам X, M; средняя устойчивость к фитофторозу по клубням, черной ножке, вирусу S.

Клубни овальные; кожура красная, гладкая; глазки мелкие; мякоть желтая; цветки красно-фиолетовые. Лежкость клубней хорошая.

Пригоден для выращивания на всех типах почв. Положительно реагирует на интенсивные условия выращивания.

ЛЕЛЬ. Среднеспелый, столовый. Урожайность до 65,9 т/га, содержание крахмала до 18,3 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип ВС. Пригоден для производства хрустящего картофеля.

Устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); высокая устойчивость к ризоктониозу, вирусам X, L; относительно высокая устойчивость к фитофторозу по листьям и клубням, черной ножке, парше обыкновенной, антракнозу, раневой водянистой гнили, сухой фузариозной гнили, альтернариозу, вирусам S, M.

Клубни округло-овальные; кожура красная, гладкая; глазки мелкие; мякоть желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Пригоден для выращивания на легких и средних по гранулометрическому составу почвах.

НАРА. Среднепоздний, столовый. Урожайность до 63,7 т/га, содержание крахмала до 17,0 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип ВС. Пригоден для производства хрустящего картофеля, сухого картофельного пюре, изготовления гарнирного картофеля.

Устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); высокая устойчивость к вирусам X, M, Y, L; относительно высокая устойчивость к фитофторозу

по листьям, ризоктониозу, парше обыкновенной, сухой фузариозной гнили, альтернариозу, антракнозу, раневой водянистой гнили, вирусу S; средняя устойчивость к фитофторозу по клубням, черной ножке.

Клубни овальные; кожура желтая, гладкая; глазки мелкие; мякоть желтая; цветки белые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Эффективно использует естественное плодородие почв.

РУБИН. Среднепоздний, столовый. Урожайность до 64,0 т/га, содержание крахмала до 17,2 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип ВС. Пригоден для производства хрустящего картофеля, сухого картофельного пюре, изготовления гарнирного картофеля, вакуумирования в течение трех месяцев после уборки.

Устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); высокая устойчивость к фитофторозу по листьям, парше обыкновенной, вирусам Y, L; относительно высокая устойчивость к ризоктониозу, сухой фузариозной гнили, вирусам X, S; средняя устойчивость к фитофторозу по клубням, черной ножке по стеблям и клубням, парше серебристой, альтернариозу, раневой водянистой гнили, вирусам M, A.

Клубни овальные; кожура красная с интенсивным фиолетовым оттенком, гладкая; глазки мелкие; мякоть желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Хорошо отзывается на интенсивные условия выращивания.

КРОК. Среднепоздний, технический. Урожайность до 59,6 т/га, содержание крахмала до 22,0 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип С. Пригоден для переработки на спирт и крахмал, производства хрустящего картофеля, сухого картофельного пюре.

Устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); высокая устойчивость к фитофторозу по клубням, сухой фузариозной гнили, альтернариозу, вирусу L; относительно высокая устойчивость к вирусу S, средняя устойчивость к фитофторозу по листьям, черной ножке, ризоктониозу, парше обыкновенной, антракнозу и раневой водянистой гнили, вирусу Y.

Клубни желтые, округло-овальные, с гладкой кожурой и мелкими глазками; мякоть светло-желтая.

Пригоден для выращивания на легких и средних по гранулометрическому составу почвах. Хорошо отзывается на повышенные фоны минеральных удобрений, эффективно использует естественное плодородие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданы высокопродуктивные, устойчивые к наиболее вредоносным болезням, с хорошими морфологическими показателями клубней сорта картофеля различного хозяйственного назначения: ранние столовые – Першацвет, Палац, Юлия; столовые, пригодные для получения картофелепродуктов – Мастак, Лель, Гарантия, Рубин, Нара; для производства крахмала – Крок.

Сорта Юлия, Мастак, Гарантия, Крок проходят государственное сортоиспытание. Сорта Лель, Нара, Карсан, Рубин, Палац, Першацвет внесены в Государственный реестр Республики Беларусь.

Список литературы

1. Основные направления и стратегия селекции картофеля в Беларуси / И. И. Колядко [и др.] // Вопр. картофелеводства. Актуальные проблемы науки и практики : науч. тр. / Всерос. НИИ картоф. хоз-ва. – М., 2006. – С. 327–332.
2. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. – М. : НИИКС РСФСР, 1978. – 19 с.

3. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е. А. Симаков [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха. – М. : ВНИИКСХ, 2006. – 68 с.

4. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / под ред. Е. А. Симакова, Н. П. Складовой, И. М. Яшиной. – М., 2006. – 37 с.

5. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1973. – С. 246–248.

6. Методика исследований по культуре картофеля / Отд. растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, НИИ картоф. хоз-ва ; редкол. : Н. А. Андриюшина [и др.]. – М., 1987. – 225 с.

Поступила в редакцию 19.11.2019 г.

V. L. MAHANKO, G. I. PISKUN, Yu. V. GUNKO, E. I. MEDVEDEVA

CHARACTERISTICS OF NEW AND PERSPECTIVE POTATOES VARIETIES OF BELARUSIAN BREEDING

SUMMARY

The new varieties of potatoes breeding of RUE «Scientific and Practical Center of NAS of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing» are described in the article.

Key words: breeding, potatoes, varieties, resistance, tubers, Belarus.

УДК 635.21:631.527

А. А. Подгаецкий, М. О. Гнитецкий, Н. В. Кравченко, Р. Н. Шаповал
 Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина
 E-mail: podgaje@ukr.net

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОТОМСТВА ОТ МЕЖВИДОВЫХ И МЕЖСОРТОВЫХ СКРЕЩИВАНИЙ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Изложены результаты исследований по продуктивности родительских форм, изучено варьирование показателя в гибридном потомстве, выделены гибриды, превышающие по продуктивности лучшую из родительских форм, а также имеющие 1000 и больше г/куст. По сравнению с сортами более высокая продуктивность отмечена у межвидовых гибридов. Максимальное значение пределов продуктивности выявлено у шести популяций с участием межвидовых гибридов и только у двух – межсортowych. Наибольшую среднюю продуктивность показало потомство комбинации скрещивания сорта Багряна и межвидового гибрида 89.202с79 – 784 г/куст, что в 2,32 раза превышает значение лучшего из стандартов. Почти в каждой популяции выделялись гибриды с продуктивностью, превышающей лучшую родительскую форму, а у восьми популяций выделялись гибриды с продуктивностью 1000 и более г/куст.

Ключевые слова: картофель, межсортowe и межвидовые гибриды, продуктивность, гибридное потомство.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных хозяйственно ценных признаков сортов картофеля является их продуктивность. Вместе с тем это очень сложный признак, зависящий от комбинационной способности родительских форм и факторов внешней среды. Необходимо отметить, что составляющими продуктивности являются другие не менее сложные в наследовании и фенотипическом проявлении признаки: прежде всего, количество клубней на растении, а также их средняя масса [1]. Формирование клубней во многом зависит и от длины светового дня. Короткий день способствует более быстрому формированию клубней, а длинный, наоборот, замедляет их развитие [2]. Отрицательно влияет на образование клубней апикальное доминирование [3]. Определенное влияние на количество и массу клубней оказывают скорость развития листовой поверхности, площадь листовой поверхности, продолжительность вегетационного периода и другие факторы [4].

Селекционеры картофеля внесли большой вклад в повышение продуктивности культуры. Доказано, что за 25 лет в Европе благодаря внедрению новых сортов урожайность культуры в разных странах, выращивающих картофель, возросла на 19–57 % [5]. Средние статистические данные свидетельствуют, что сорта, созданные в 1921–1930 гг., имели урожайность на уровне 24 т/га. В последующее десятилетие этот показатель для новых сортов возрос на 3 т/га. Подобное этому происходило до 1990 г. В последующее десятилетие урожайность увеличилась на 5 т/га [6]. Считаем, что главной причиной роста урожайности картофеля является широкое распространение сортов, полученных на основе межвидовой гибридизации, которые не только повысили устойчивость к болезням и вредителям, но и способствовали проявлению гетерозиса.

Многочисленными исследованиями доказано, что основой гетерозиса у картофеля является гетероаллелизм, который базируется на неаддитивном взаимодействии

генов [7, 8]. В процессе вовлечения сородичей культурных сортов в практическую селекцию происходит расширение генетической основы исходного материала, что способствует повышению его гетерозиготности [9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве родительских форм использовали межвидовые гибриды, их беккроссы с участием диких (*S. bulbocastanum* Dun., *S. demissum* Lindl., *S. acaule* Bitt.), а также культурных видов (*S. phureja* Juz. Et Buk., *S. andigenum* Juz. Et Buk., *S. tuberosum* L.). Гибрид 89.202с79 является однократным беккроссом шестивидового гибрида, 08.195/73 – двукратным беккроссом шестивидового гибрида, на первом этапе получения которого скрещивали два шестивидовых гибрида. В качестве компонентов скрещивания также использовали сорта, полученные при непосредственном использовании межвидовых гибридов, с близким происхождением: сорт Базис с происхождением 85.291с12 (В¹ шестивидового гибрида)×Багряна и сорт Подолянка – Аусония×88.1439с6 (F₂ В¹ шестивидового гибрида). Родительскими формами также являлись сорта украинской селекции. В качестве стандартов использовали сорта Тирас, Явир и Случ.

Методика выполнения исследования – общепринятая для селекционно-генетических исследований на картофеле [10]. От полученных гибридных семян получали сеянцы первого года, а затем гибриды первого и второго клубневого поколения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полученные результаты свидетельствуют о значительных различиях проявления продуктивности у родительских форм. Среди межвидовых гибридов наиболее высокой продуктивностью характеризовался двукратный беккросс шестивидового гибрида 08.195/73 – 780 г/куст, что в 2,3 раза больше, чем у лучшего в этом отношении сорта-стандарта Явир. Относительно высокое проявление признака отмечено для шестивидового гибрида 81.459с18. Продуктивность, близкая к стандартам, отмечена у однократного беккросса шестивидового гибрида 89.202с79. Это же относилось к сортам, полученным при непосредственном использовании межвидовых гибридов (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивность родительских форм, г/куст

Комбинация скрещивания	♀	♂	Средняя
Верди×Базис (85.291с12×Багряна)	398	370	384
Верди×81.459с18	398	567	483
Зеленый гай×Подолянка (Аусония×88.1439с6)	296	358	327
Верди×Подолянка	398	358	378
Тетерив×Подолянка	274	358	316
08.195/73×Подолянка	780	358	569
08.195/73×Партнер	780	510	645
08.195/73×Летана	780	371	576
08.195/73×Милавица	780	285	533
08.195/73×Тирас	780	275	528
10.6Г38×Подоля	474	301	388
10.6Г38×Белорусский 3	474	248	361
Подоля×Базис	301	370	336
Подоля×Струмок	301	238	270
Тетерив×Струмок	274	238	256
Базис×Тирас	370	275	323
Базис×Подоля	370	301	336
Струмок×Подоля	238	301	270

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 1

Комбинация скрещивания	♀	♂	Средняя
Струмок×Явир	238	336	287
Подолия×81.459с18	301	567	434
Багряна×89.202с79	385	283	335
Тирас (стандарт)	—	—	275
Явир (стандарт)	—	—	336
Случ (стандарт)	—	—	175

Среди сортов лучшим по продуктивности оказался Партнер – 510 г/куст. У большинства других наблюдались близкие значения показателя относительно сортов-стандартов. Средняя продуктивность родительских форм во многом зависела от максимального проявления ее у одного из компонентов скрещивания, поэтому только с участием гибрида 08.195/73 средняя продуктивность родителей оказалась более высокой. Очень

Гибридные популяции значительно отличались по продуктивности. Около половины комбинаций характеризовались очень низким нижним значением признака. Особенно это относилось к популяции Тетерив×Подольянка, один из гибридов которой имел продуктивность 20 г/куст. В целом около половины комбинаций характеризовались продуктивностью в пределах 20–70 г/куст (табл. 2). И наоборот, две популяции Подолия×Базис и Подолия×81.459с18 имели минимальное значение продуктивности 200 г/куст и более. Разница между комбинациями в проявлении признака составила 248 г/куст.

Таблица 2 – Продуктивность потомства от скрещивания межвидовых гибридов и сортов (второе клубневое поколение), 2019 г.

Количество гибридов, шт.	Продуктивность, г/куст			V, %	Количество гибридов с продуктивностью, превышающей лучшую из родительских форм, %	Количество гибридов с продуктивностью 1000 и больше г/куст, %
	min–max	разница пределов	$\bar{x} \pm S \bar{x}$			
5	135–395	260	248±39	35	0,0	0,0
13	70–1100	1030	459±77	61	31,1	7,7
15	62–925	863	422±63	58	46,7	0,0
15	70–700	630	394±44	43	60,0	0,0
19	20–900	820	357±56	69	52,6	0,0
17	185–880	695	435±48	45	11,8	0,0
10	108–775	667	372±59	51	0,0	0,0
24	180–1520	1340	479±66	67	12,5	8,3
9	150–615	465	405±49	36	0,0	0,0
22	173–900	727	424±39	43	9,1	0,0
21	50–1150	1100	461±55	55	42,9	4,8
20	60–716	656	380±42	49	30,0	0,0
6	200–1550	1350	575±188	78	66,7	16,7
8	160–1210	1050	554±124	62	87,5	12,5
7	131–1277	1146	447±144	83	45,1	14,3
28	49–1073	1024	432±48	59	57,1	3,6
38	47–930	883	393±38	59	44,7	0,0
7	46–717	671	284±105	96	28,6	0,0
7	47–989	942	411±114	72	51,7	0,0
5	268–772	504	511±96	41	40,0	0,0
8	145–1964	1819	784±186	66	62,5	12,5

У восьми гибридных популяций максимальная продуктивность отдельных гибридов превышала 1000 г/куст, что составило 38 % от общего количества учетных. Особенно выделялась в этом отношении комбинация Багряна×89.202с79 с продуктивностью 1964 г/куст. Противоположное значение имела популяция Верди×Базис, у которой наибольшая продуктивность составляла 395 г/куст. Разница между гибридами по проявлению признака была очень большая – 1569 г/куст.

Вышеизложенное предопределило разницу пределов продуктивности. У восьми комбинаций она превысила 1000 г /куст и была максимальной среди потомства от скрещивания Багряна×89.202с79 – 1819 г/куст. Только в двух популяциях – Верди×Базис и 08.195/73×Милавица разница пределов продуктивности была менее 500 г/растение. В то же время во всех комбинациях величина данного показателя значительно превышала продуктивность лучшего из сортов-стандартов. Это указывает на селекционную ценность полученного материала.

Выявлены большие различия в комбинациях по среднему популяционному значению продуктивности. Только в одной комбинации Верди×Базис проявление признака было ниже, чем у сортов-стандартов Тирас и Явир, но все-таки больше по сравнению с третьим стандартом сортом Случ. Еще одна популяция – Струмок×Подolia уступала в этом отношении сорту Явир.

Максимальным проявлением продуктивности характеризовалось потомство комбинации Багряна×89.202с79 – 784 г/куст, что в 2,3 раза больше, чем у лучшего из стандартов. Значительно меньше, по сравнению с упомянутой популяцией, отмечена продуктивность среди потомства от скрещивания Подolia×Базис, однако это в 1,7 раза выше, чем у стандарта Явир.

Доказано влияние на продуктивность потомства материнских форм и опылителей. Среди трех популяций с участием сорта Верди наиболее высокое проявление продуктивности (превышающей продуктивность комбинации Верди×Базис в 1,9 раза) отмечено при использовании в качестве опылителя межвидового гибрида 81.459с18. Среди четырех популяций с участием в качестве опылителя сорта Подoliaнка, полученного при непосредственном использовании межвидовых гибридов, лучшей материнской формой оказался беккросс 08.195/73. Только на 13 г/куст уступала ей комбинация с сортом Зеленый гай. Среди пяти популяций с участием материнской формы беккросса 08.195/73 лучшим компонентом скрещивания для получения продуктивного потомства оказался сорт Подoliaнка. Низкое среднее значение признака отмечено среди потомства с сортом Тирас.

Использование материнской формы сорта Подolia позволило в двух популяциях получить среднюю продуктивность потомства свыше 500 г/куст, что значительно выше, чем у лучшего из стандартов сорта Явир. Вместе с тем сорт Струмок оказался худшей родительской формой по сравнению с сортом Базис и межвидовым гибридом 81.459с18. Относительно высокое значение продуктивности также отмечено у потомства гибрида 81.459с18 и сорта Верди.

Плохим компонентом в качестве материнской формы для сорта Струмок оказался сорт Подolia. По сравнению с ним в комбинации Струмок×Явир средняя продуктивность потомства была выше на 127 г/куст. При обратном скрещивании – Подolia×Струмок – величина признака была выше, чем при прямом на 270 г/куст.

На большое различие продуктивности среди потомства указывает значение коэффицента вариации. Минимальным оно было в популяции Верди×Базис – 35 %, однако при очень низкой средней продуктивности. Очень близкая величина показателя по сравнению с указанной комбинацией выявлена при скрещивании 08.195/73×Милавица.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Только у трех популяций не выделено гибридов с продуктивностью выше, чем у лучшей родительской формы. У двух из них в качестве материнской формы использован беккросс 08.195/73, который имел высокое значение признака, хотя в других комбинациях с его участием этого не отмечено.

Противоположное сказанному относилось к потомству популяции Подолия×Струмок, у которой 87,5 % гибридов продуктивность была выше, чем у лучшей родительской формы. У трех комбинаций: Верди×Подольянка, Подолия×Базис и Багряна×89.202с79 количество таких гибридов составило 60 % и более.

Практическую селекционную ценность представляют популяции, у которых выделялись гибриды с продуктивностью 1000 г/куст и выше. Наибольшее количество таких гибридов выявлено у комбинации Подолия×Базис – 16,7 %. Также по этому показателю выделились популяции Подолия×Струмок, Тетерив×Струмок, Багряна×89.202с79. Однако у более половины изученных комбинаций (у 13 из 21) не выделено гибридов с продуктивностью 1000 г/куст и больше.

Установлена высокая отрицательная зависимость между продуктивностью материнских форм и частотой гибридов с более высоким проявлением признака, чем у лучшего родителя (табл. 3). Средняя положительная корреляция отмечена между частотой потомства с продуктивностью свыше 1000 г/куст и средним популяционным значением признака, а также частотой гибридов с более высокой продуктивностью, чем у лучшего родителя. Аналогичное относилось к корреляции между средним популяционным значением продуктивности и частотой гибридов с более высоким проявлением признака, чем у лучшего родителя.

Таблица 3 – Корреляционная зависимость (г) между продуктивностью родительских форм, потомства и частотой ценных гибридов, 2019 г.

№ п/п	Показатели	2*	3*	4*	5*
1	Проявление признака у материнской формы	+0,07	–0,06	–0,73	–0,23
2	Проявление признака у опылителей		–0,05	–0,26	–0,17
3	Среднее популяционное			+0,51	+0,69
4	Частота гибридов с более высоким проявлением продуктивности, чем у лучшего из родителей				+0,50
5	Частота потомства с продуктивностью 1000 и больше г/растение				

* Цифры соответствуют № п/п первого столбца и показателям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлены значительные различия среди потомства с участием межвидовых и межсортовых компонентов скрещивания с минимальным значением продуктивности, которая составила 248 г/куст. Еще большим было различие по максимальному значению признака – 1569 г/куст. Это обусловило минимальную разницу пределов продуктивности в 260 г/растение, а максимальную – в 1819 г/куст.

Гибридные популяции значительно отличались по средней продуктивности потомства. Наименьшая продуктивность потомства отмечена у комбинации скрещивания Верди×Базис – 248 г/куст, а наибольшая – Багряна×89.202с79 – 784 г/куст.

Гибридные популяции показали высокое варьирование по продуктивности. Максимальное значение коэффициента вариации отмечено для комбинации Струмок×Подолия – 96 %, минимальное – для Верди×Базис – всего 35 %.

За редким исключением значительная часть потомства превышала лучшую родительскую форму по продуктивности, однако только у восьми комбинаций выделены гибриды с проявлением данного признака более 1000 г/куст.

Установлена высокая прямая корреляционная зависимость между продуктивностью материнских форм и средней продуктивностью родителей и обратная – между частотой гибридов с более высокой продуктивностью, чем у лучшей родительской формы и средним проявлением признака у родителей.

Список литературы

1. Ross, H. Potato breeding – problems and perspectives / H. Ross. – Berlin and Hamburg : Paul Parey, 1986. – 184 p.
2. Mendoza, H. A. Inheritance of tuber initiation in tuber bearing Solarium as influenced by photoperiod / H. A. Mendoza, F. L. Haynes // American Potato Journal. – 1977. – № 54. – P. 243–252.
3. Hunnius, W. Zur «Ertragsphysiologie» der Kartoffel / W. Hunnius // Kali-Briefe, Fachgeb. – 1977. – № 2. – S. 10–15.
4. Engel, K. H. Untersuchungen über die Ertragsbildung als Grundlage für pflanzenzüchterische und pflanzenbauliche Maßnahmen / K. H. Engel // Bodenkultur. – 1965. – № 16. – S. 263–277.
5. Молоцкий, М. Я. Селекция та насінництво польових культур / М. Я. Молоцкий, С. П. Васильківський, В. І. Князюк. – Київ : Вища школа, 1994. – 454 с.
6. Цікаве картоплярство / за ред. П. С. Теслюка, Л. П. Теслюк. – Луцьк : Надстир'я, 2009. – С. 170–172.
7. Skiebe, K. Die genetischen Ursachen von Hybrideffekten / K. Skiebe // Biol. Zentralbl. – 1977. – № 96. – S. 303–319.
8. Bingham, E. T. Maximising hybrid vigour in autotetraploid alfalfa / E. T. Bingham ; J. Nugent, M. O'Connor (eds.). Better crops for food, 1983. – P. 130–144.
9. Подгаецкий, А. А. Межвидовая гибридизация в селекции картофеля в Украине / А. А. Подгаецкий // Аграрний вісник України. – 2012. – № 16. – С. 471–479.
10. Подгаецкий, А. А. Гибридизация картофеля в Украине / А. А. Подгаецкий // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 1. – С. 183–185.

Івано-Франківськ 16.10.2019 р.

A. A. PODGAETSKIY, M. O. GNITETSKIY, N. V. KRAVCHENKO,
R. N. SHAPOVAL

PROGENY PRODUCTIVITY FROM INTERSPECIFIC AND INTERVARIETAL POTATOES CROSSING

SUMMARY

The research results on productivity of parental forms are presented, variation of the index in hybrid offspring is studied, hybrids exceeding the best of parental forms in productivity, as well as having 1000 and more g/bush are isolated. Compared to varieties, higher productivity is observed in interspecific hybrids. The maximum value of productivity limits was found in six populations involving interspecific hybrids and only in two – intervarietal hybrids. The highest average productivity was shown by the offspring of the combination of Bagryan variety crossing and interspecific hybrid 89.202c79 – 784 g/bush, which is 2.32 times increases the value of the best standards. Almost in every population, hybrids with productivity exceeding the best parental form were released, and in eight populations, hybrids with productivity of 1000 or more g/bush were released.

Key words: potatoes, interspecific and intervarietal hybrids, productivity, hybrid progeny.

УДК 633.49:631.527

Е. А. Симаков, А. В. Митюшкин, А. А. Журавлев,**Ал-др В. Митюшкин, А. С. Гайзатулин**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт

картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха», пос. Красково,

Люберецкий район, Московская область, Россия

E-mail: vniikh@mail.ru

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА
КАРТОФЕЛЯ В СЕЛЕКЦИИ НА ПОВЫШЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ
ЦЕННОСТИ КЛУБНЕЙ****РЕЗЮМЕ**

В результате анализа содержания макро- и микрокомпонентов в клубнях коллекционных сортообразцов картофеля выявлена широкая вариабельность показателей биохимического состава в зависимости от их генотипических особенностей и условий выращивания. Достоверное превышение среднего уровня содержания большинства макро- и микрокомпонентов в клубнях отмечено у среднераннего сорта Свитанок Киевский, среднеспелых Гранола и Сатурна, а также среднепоздних Пикассо и Накра. Эффективное использование данных сортообразцов в качестве родительских форм в селекции на увеличение содержания макро- и микрокомпонентов в клубнях гибридного потомства позволит осуществлять целенаправленный отбор новых перспективных сортов с повышенной питательной ценностью клубней.

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

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день столовый картофель является комплексным пищевым продуктом, который вносит огромный вклад в решение проблемы питания человека в отношении макро- (углеводы, протеин, волокна) и микроэлементов (минеральные вещества, витамины), а также решает одновременно несколько аспектов здорового питания [1]. Кроме того, разноцветный картофель служит источником антиоксидантов, в том числе аскорбиновой кислоты, каротиноидов и антоцианов [2, 3]. Основным углеводом, содержание которого в клубнях столовых сортов достигает 17 %, или 75 % сухого вещества, является крахмал, состоящий из амилозы и амилопектина в соотношении 1:3. Разветвленная структура амилопектина позволяет ему усваиваться гораздо лучше, нежели амилозе со структурой в виде линейной цепочки, что способствует усилению гликемической реакции [4]. В процессе приготовления картофеля фракции крахмала становятся желатиноподобными и легко усваиваются, а после охлаждения около 13 % крахмала становится устойчивым [5]. Ковалентно-связанный фосфор присутствует в крахмале картофеля в большом количестве, влияет на его основные свойства – желатинирование и клейкость, которые определяют целесообразность использования картофеля для переработки на различные виды продуктов питания [6]. Однако современные возможности спектрального анализа в ближней инфракрасной области, доступные для использования при оценке содержания крахмала, глюкозы, фруктозы, сахарозы и протеина в клубнях картофеля, могут успешно применяться и в отношении

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

определения содержания витаминов, каротиноидов и минеральных веществ [7]. Использование спектрального анализа для идентификации сортообразцов генетической коллекции картофеля с потенциально полезными качествами в отношении пищевой ценности весьма перспективно в плане реализации селекционных программ, ориентированных на создание сортов картофеля нового поколения.

В связи с этим цель настоящего исследования – оценить биохимический состав сортообразцов картофеля различного генетического происхождения для использования в селекции высокопродуктивных столовых сортов с повышенным содержанием макро- и микрокомпонентов в клубнях, обуславливающих их питательную ценность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Экспериментальные исследования проводили в 2017–2018 гг. в условиях мелкоделаночных опытов экспериментальной базы ВНИИКХ «Пышлицы» Шатурского и «Коренево» Люберецкого районов Московской области. Коллекционные сортообразцы выращивали в идентичных почвенных и агротехнических условиях. При уборке от каждого сортообразца отбирали по 15–20 здоровых клубней среднего размера (диаметром 4–5 см округлой и 5–6 см овальной формы) и сохраняли в условиях оптимальной температуры и влажности воздуха для проведения биохимических анализов. Лабораторную оценку осуществляли через 1,5–2 месяца послеуборочного хранения. Крахмалистость клубней определяли по удельной массе, согласно общепринятой методике [8]. Содержание макро- и микрокомпонентов в клубнях с использованием инфракрасного анализатора определяли совместно с ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений (Московская область, г. Солнечногорск).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Спектральный анализ биохимического состава клубней коллекционных сортообразцов картофеля показал, что среди основных питательных веществ преобладал углеводный компонент преимущественно в виде крахмала. Отмечена явная тенденция увеличения его содержания в клубнях более позднеспелых сортообразцов. Так, если в клубнях ранних сортов содержание крахмала изменялось в диапазоне от 10,8 до 12,6 %, то у среднеспелых – от 12,5 до 16,6, а у среднепоздних – от 14,7 до 15,0 % (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание основных питательных веществ в клубнях сортообразцов картофеля, 2017–2018 гг.

Сорт	Срок созревания	Количество питательных веществ, %					
		Углеводы	в том числе				Сырой протеин
			крахмал	глюкоза	фруктоза	сахара	
Фелокс	Ранний	11,58	10,8	0,30	0,15	0,33	1,6
Метеор	Ранний	13,30	12,6	0,25	0,15	0,30	2,0
Романо	Среднеранний	12,92	12,3	0,21	0,15	0,26	1,8
Свитанок Киевский	Среднеранний	18,65	18,2	0,16	0,10	0,19	2,5
Гранола	Среднеспелый	13,08	12,5	0,18	0,13	0,27	1,9
Сатурна	Среднеспелый	17,00	16,6	0,12	0,09	0,19	2,1
Пикассо	Среднепоздний	15,18	14,7	0,18	0,12	0,18	1,9
Накра	Среднепоздний	15,46	15,0	0,16	0,11	0,19	2,2
Среднее		14,65	14,1	0,20	0,13	0,24	2,0

Однако лимитирующим фактором пригодности клубней для переработки на картофелепродукты является наличие сахаров. Присутствие излишнего количества редуцирующих сахаров приводит к нежелательному потемнению и возникновению горьковатого вкуса обжаренных продуктов, а также может вызвать образование акриламида (потенциального канцерогена) [9]. Основной дисахарид в клубнях картофеля – сахароза, а среди моносахаридов – глюкоза и фруктоза. В наших исследованиях отмечено явное снижение количества сахаров в клубнях сортов более позднего срока созревания. Так, у ранних и среднеранних форм содержание сахарозы изменялось в пределах 0,26–0,33 %, у среднеспелых – 0,19–0,27 и среднепоздних – 0,18–0,19 %. Исключением является лишь среднеранний сорт Свитанок Киевский, в клубнях которого выявлено лишь 0,19 % сахарозы. Аналогичная ситуация складывалась и в отношении моносахаридов – глюкозы и фруктозы.

Биологическая ценность сырого протеина картофеля обусловлена наличием почти всех незаменимых аминокислот и значительным содержанием лизина, хотя и при исходном дефиците метионина [10]. Концентрация сырого протеина в клубнях изучаемых сортов картофеля была незначительной и составляла 1,6–2,5 %, что обусловлено как генотипическими особенностями, так и сроком их созревания. Это вполне сопоставимо с его концентрацией в клубнях существующего сорта картофеля. Необходимо отметить, что при средней величине этого показателя по всему набору изучаемых сортов картофеля на уровне 2,0 % сорта Сатурна, Накра и Свитанок Киевский отличались более высоким его содержанием – в пределах 2,1–2,5 %.

Преобладающим минеральным элементом в клубнях картофеля является калий, содержание которого варьировало от 451 до 710 мг на 100 г сырой массы при средней величине данного показателя 591 мг/100 г (табл. 2).

Как и следовало ожидать, наименьший уровень содержания калия выявлен в группе ранних и среднеранних сортов – от 451 мг/100 г у сорта Фелокс до 579 мг/100 г сырой массы у сорта Свитанок Киевский.

Содержание фосфора в клубнях сортов картофеля варьировало от 96 мг/100 г у раннего сорта Фелокс до 130 мг/100 г у среднепозднего сорта Пикассо, магния – от 26 мг/100 г (сорт Фелокс) до 33 мг/100 г сырой массы (сорт Накра). Кальций обнаружен в клубнях сортов картофеля в значительно меньшем количестве – от 9 мг/100 г у раннего сорта Фелокс до 12–15 мг/100 г сырой массы у среднеспелых сортов Гранола, Сатурна и среднепоздних – Пикассо, Накра. Аналогичная закономерность повышения

Таблица 2 – Содержание минеральных веществ в клубнях сортов картофеля, 2017–2018 гг.

Сорт	Срок созревания	Количество минеральных веществ, мг/100 г сырой массы									
		K	P	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	I	Se
Фелокс	Ранний	451	96	26	9	0,73	0,38	0,20	0,13	0,007	0,005
Метеор	Ранний	469	98	28	10	0,88	0,46	0,22	0,17	0,010	0,008
Романо	Среднеранний	542	104	27	11	1,08	0,52	0,22	0,27	0,014	0,011
Свитанок Киевский	Среднеранний	579	110	27	12	1,12	0,61	0,23	0,26	0,018	0,015
Гранола	Среднеспелый	625	115	29	13	1,17	0,72	0,23	0,30	0,022	0,017
Сатурна	Среднеспелый	661	111	30	12	1,22	0,86	0,24	0,28	0,024	0,018
Пикассо	Среднепоздний	683	130	30	15	1,19	1,03	0,25	0,34	0,029	0,022
Накра	Среднепоздний	710	120	33	13	1,26	1,00	0,24	0,30	0,025	0,020
Среднее		591	111	29	12	1,08	0,70	0,23	0,26	0,020	0,015

содержания макроэлементов по мере увеличения срока созревания изученных сортов образцов установлена и в отношении железа, цинка, марганца, меди, йода и селена. В целом превышение среднего уровня содержания большинства макрокомпонентов в клубнях сортов картофеля установлено у среднераннего сорта Свитанок Киевский, среднеспелых сортов Гранола и Сатурна, а также среднепоздних – Пикассо и Накра.

Из витаминов в клубнях изученных сортов картофеля в наибольшем количестве обнаружены витамин С, в небольшом количестве витамины В₃ и В₅, а также водорастворимые В₁ (тиамин), В₆ (пиридоксин) и совсем незначительном – витамины В₂ (рибофлавин) и В₉ (фолат) (табл. 3). Содержание жирорастворимого витамина Е в среднем составляет 0,16 мг/100 г сырой массы (от 0,09 мг/100 г у раннего сорта Фелокс до 0,22 мг/100 г у среднепозднего сорта Накра).

Среди изученных сортов картофеля выделена группа столовых сортов для здорового питания, отличающихся повышенным содержанием каротиноидов и антоцианов в клубнях, что связано с окраской кожуры и мякоти. В клубнях сорта Василек с красно-фиолетовой кожурой и кремовой мякотью концентрация каротиноидов составила 937,4 мг/100 г сырой массы, а с желтой у сорта Романтик и розовой у сорта Сюрприз мякотью – 309,7 и 486,3 мг/100 г соответственно, в то время как у сорта Удача с бежевой кожурой и белой мякотью – всего 101,4 мг/100 г сырой массы (табл. 4). Наличие антоцианов в клубнях сорта Фиолетовый, достигающее 552,7 мг/100 г сырой массы, придает сине-фиолетовую окраску кожуре и мякоти. Благодаря антиоксидантным свойствам каротиноиды и антоцианы обладают потенциально полезными для здоровья качествами, включая антибактериальные, противовирусные и противовоспалительные, а также оказывают сосудорасширяющее действие [2]. Поэтому важно подчеркнуть довольно значительное преимущество новых столовых сортов для здорового питания Василек, Сюрприз, Романтик и Фиолетовый по уровню антиоксидантной активности, величина которой в их клубнях в 2,8–3,0 раза выше, чем у других столовых сортов. Это связано с наличием антоцианов флавоноидной природы (катехин, эпикатехин, гликозиды) в клубнях сортов с сине-фиолетовой окраской кожуры и мякоти или каротиноидов группы ксантофиллов (лютеин, зеаксантин, виолаксантин) у сортов с ярко-розовой и желтой окраской кожуры и мякоти клубней.

Общий уровень антиоксидантной активности, безусловно, значительно варьирует в зависимости от сорта и условий выращивания. При этом следует иметь в виду, что концентрация антоцианов, например, в голубике, баклажане и пурпурном маисе (358, 750 и 1642 мг/100 г сырой массы соответственно) гораздо выше, однако вклад картофеля может быть значительно больше из-за масштабов его потребления [4]. Поэтому использование в пищу клубней сортов с фиолетовой, красной и желтой мякотью может иметь важное значение для профилактики организма человека от преждевременного старения и развития хронических заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование спектрального анализа для оценки биохимического состава клубней изученных сортов картофеля подтвердило содержание значительного количества углеводов, полноценного белка с набором основных незаменимых аминокислот, витамина С и ряда макро- и микрокомпонентов. При этом установлена широкая вариативность показателей биохимического состава клубней коллекционных сортов образцов в зависимости от их генотипических особенностей и условий выращивания. Достоверное превышение среднего уровня содержания большинства макро- и микрокомпонентов в клубнях выявлено у среднераннего сорта Свитанок Киевский, среднеспелых сортов

Таблица 3 – Содержание витаминов в клубнях сортов картофеля, 2017–2018 гг.

Сорт	Срок созревания	Количество витаминов, мг/100 г сырой массы							
		витамин С	витамин В ₃ (РР или неацин)	витамин В ₅ (пантотено- вая кислота)	витамин Е	витамин В ₆ (пиридоксин)	витамин В ₁ (тиамин)	витамин В ₂ (рибофлавин)	витамин В ₉ (фолат)
Фелокс	Ранний	13,7	2,10	0,37	0,09	0,11	0,08	0,032	0,002
Метеор	Ранний	14,8	2,12	0,44	0,12	0,12	0,09	0,036	0,002
Романо	Среднеранний	15,2	2,16	0,48	0,12	0,13	0,10	0,039	0,005
Свитанок Киевский	Среднеранний	17,4	2,20	0,52	0,16	0,21	0,12	0,045	0,007
Гранола	Среднеспелый	13,2	2,15	0,46	0,17	0,11	0,11	0,037	0,004
Сатурна	Среднеспелый	14,5	2,24	0,51	0,19	0,15	0,09	0,042	0,006
Пикассо	Среднепоздний	15,2	2,20	0,54	0,21	0,18	0,12	0,044	0,006
Накра	Среднепоздний	16,4	2,26	0,55	0,22	0,16	0,10	0,042	0,008
Среднее		13,3	2,18	0,48	0,16	0,15	0,10	0,040	0,005

Таблица 4 – Биохимические показатели клубней сортов картофеля для здорового питания, 2017–2018 гг.

Сорт	Срок созревания	Окраска клубня		Крахмал, %	Сырой протеин, %	Витамин С, мг/%	Флавоноиды (ан- тоцианы, кароти- ноиды), мг/100 г сырой массы	Антиоксидантная ак- тивность, мг галловой кислоты/г картофеля
		кожуры	мякоти					
Удача (контроль)	Ранний	Светло-бежевая	Белая	13,4	2,0	14,7	101,4	1,24
Василек	Среднеранний	Красно- фиолетовая	Кремевая	14,0	3,2	22,4	337,4	4,56
Романтик	Среднеранний	Красная	Желтая	13,0	3,3	20,7	309,7	3,89
Сюрприз	Среднеранний	Красная	Розовая	13,7	3,6	23,6	486,3	4,23
Фиолетовый	Среднепоздний	Сине-фиолетовая	Фиолетовая	11,2	3,9	25,2	552,7	5,11

Гранола и Сатурна, а также среднепоздних – Пикассо и Накра. Включение этих сорто-образцов в качестве родительских форм при создании новых генотипов позволит значительно снизить дефицит питательных веществ, особенно в регионах с большим потреблением картофеля. Подтверждено, что столовые сорта картофеля с пигментированной мякотью служат надежным источником таких антиоксидантов, как каротиноиды и антоцианы, способствующих повышению качества продуктов питания и снижению риска возрастных заболеваний. Полученные результаты позволяют использовать спектральный анализ в ближней инфракрасной области в качестве метода массовой оценки содержания макро- и микрокомпонентов в клубнях, что значительно облегчает оценку генетических ресурсов картофеля для подбора родительских форм в селекции новых сортов с улучшенными пищевыми достоинствами клубней.

Список литературы

1. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер ; под ред. Д. Шпаара. – М. : ИД ООО «ДЛВ Агродело», 2007. – С. 11–26.
2. Duthie, G. Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants / G. Duthie, S. Duthie, J. Kyle // *Nut. Res. Rev.* – 2000. – № 13. – P. 79–106.
3. Landrum, J. Lutein, zeaxanthin and macular pigment / J. Landrum, R. Bone // *Arch. Biochem. Biophys.* – 2001. – Vol. 385. – P. 28–40.
4. Tuber and starch quality of wild and cultivated potato species and cultivars / G. Jansen [et al.] // *Potato Res.* – 2001. – Vol. 44. – P. 137–146.
5. Englyst, H. N. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions / H. N. Englyst, S. M. Kingman, J. H. Cummings // *Eur. J. Clin. Nut.* – 1992. – № 46. – P. 533–550.
6. Bertoft, E. Structure of potato starch / E. Bertoft, A. Blennow // *Advances in potato chemistry and technology.* – 2009. – Vol. 47. – P. 83–98.
7. Fridman, M. Nutritional value of proteins from different food sources. A review / M. Fridman // *J. of Agric. and Food Chemistry.* – 1996. – № 44. – P. 6–29.
8. Симаков, Е. А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е. А. Симаков, Н. П. Склярова, И. М. Яшина. – М. : ООО «Достижения науки и техники АПК», 2006. – 70 с.
9. Kumar, D. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes / D. Kumar, B. P. Singh, P. Kumar // *Ann. Appl. Biol.* – 2004. – Vol. 145. – P. 247–256.
10. Horton, D. La Papa: Produccion, comercializacion y programas / D. Horton // *Co-publication of the Internacional Potato Center.* – Lima: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, 1992. – P. 1–270.

Поступила в редакцию 14.11.2019 г.

E. A. SIMAKOV, A. V. MITYUSHKIN, A. A. ZHURAVLEV,
AL-DR V. MITYUSHKIN, A. S. GAYZATULIN

COMPARATIVE EVALUATION OF POTATOES BASIC MATERIAL IN BREEDING TO INCREASE TUBERS NUTRIENT QUALITY

SUMMARY

As a result of the analysis of the content of macro- and micro-components in tubers of collectible varieties of potatoes, a wide variability of biochemical composition indicators

depending on their genotypic features and growing conditions was revealed. A significant excess of the average content of the majority of macro- and micro-components in tubers was observed in the middle early variety Svitanok Kievskiy, middleripe Granola and Saturna, as well as middlelate Picasso and Nakra. Effective use of these varieties as parent forms in selection to increase the content of macro- and micro-components in the tubers of hybrid offspring will allow targeted selection of new promising varieties with increased tubers nutritional quality.

Key words: potatoes, breeding, tubers biochemical composition, macro- and micro-components, tubers nutritional quality.

РАЗДЕЛ 2

ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:[581.192:581.4]

**Л. Н. Козлова, Г. И. Пискун, А. А. Корзан, О. Б. Незаконова,
Е. А. Рядинская**

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

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ СУММАРНОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ И МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Методом фотолюминесценции определена суммарная антиоксидантная способность (САОС) у 2105 образцов клубней картофеля различных селекционных питомников с желтой, красной, фиолетовой кожурой и белой, кремовой, желтой, красной и фиолетовой мякотью. Установлено, что наибольшей САОС обладают клубни картофеля с фиолетовой кожурой и мякотью по сравнению с клубнями с красной и розовой кожурой и мякотью. Среди клубней с белой, кремовой и желтой мякотью САОС выше у образцов с фиолетовой кожурой, чем у образцов с красной и желтой кожурой. Установлено, что у картофеля с желтой кожурой САОС выше у клубней с желтой и кремовой мякотью по сравнению с белой. Клубни с желтой и кремовой мякотью не отличаются между собой по САОС. Различия в САОС между образцами с желтой, белой, кремовой мякотью и фиолетовой и красной кожурой не доказаны. Изменения в САОС клубней на 36,0 % связаны с цветом мякоти клубня и на 23,1 % – с цветом кожуры. Доля влияния других признаков на изучаемый показатель составляет 40,9 %.

Ключевые слова: картофель, суммарная антиоксидантная способность, цвет кожуры, цвет мякоти, корреляция.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в мире стремительно растет доля инновационных пищевых продуктов с использованием сортов картофеля с пигментированной мякотью. По количеству антиоксидантов «цветной» картофель стоит в одном ряду с такими овощами, как брокколи, брюссельская капуста, морковь, шпинат, зеленые культуры, болгарский перец, свекла столовая [1]. Однако, учитывая, что по потреблению на душу населения (около 200 кг в год) картофель в Беларуси среди овощей уверенно занимает первое место, то и количество антиоксидантов, поступающих в организм при употреблении картофеля с цветной мякотью, значительно выше.

Окрашенный картофель является натуральным источником фитонутриентов, таких как каротиноиды, оксикоричные кислоты, флавоноиды, аскорбиновая кислота,

токоферолы, антоцианы, α -липовая кислота, селен и др. [2, 3]. Именно эти антоцианы обеспечивают красную и фиолетовую окраску мякоти или кожуры. Учеными доказано, что у картофеля с окрашенной антоцианом мякотью содержится в четыре раза больше таких антиоксидантов, как зеаксантин и лютеин, чем в клубнях с белой или желтой мякотью [4–7]. Количество антоцианов в клубнях с красной мякотью составляет 19,6–37,8 % и фиолетовой 17,0–20,1 %, что равнозначно наличию их в белокочанной капусте и землянике [8].

У клубней может быть полностью или частично пигментирована кожура и/или мякоть. Целый неочищенный с полной пигментацией мякоти клубень может содержать антоцианов до 40 мг в 100 г сырого вещества. Красная мякоть картофеля содержит гликозид пеларгодин, а фиолетовая кроме него содержит гликозиды мальвидин, петундин, пионидин и дельфинидин [9, 10]. Фенольные соединения находятся главным образом в кожуре и примыкающих к ней тканях картофеля, уменьшаясь к центру клубня.

Более десяти «цветных» сортов выведены и возделываются в странах Европы. В начале XXI в. подобные исследования начаты в России, Украине, Казахстане. Актуальным на этом этапе является вопрос выделения исходного материала и разработки эффективных приемов в селекции сортов данного направления, а также изучения влияния различных факторов на содержание антиоксидантов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили клубни картофеля с желтой, красной, фиолетовой кожурой и белой, кремовой, желтой, красной и фиолетовой мякотью различных селекционных питомников, полученные в отделе селекции картофеля и лаборатории генетики РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2013–2018 гг. Образцы различались между собой не только по цвету кожуры и мякоти, но и по интенсивности окрашивания, степени зрелости клубней, продолжительности хранения, условиям выращивания (метеорологическим и технологическим).

Суммарная антиоксидантная способность определялась методом фотолюминесценции на приборе «PHOTOCHEM». 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.

Методом спектрофотометрии на приборе «ThermoEvolution 300» определены цветовые индексы образцов клубней картофеля с белой, кремовой, желтой, фиолетовой мякотью в соответствии с ASTM E1499-16 Standard Guide for Selection, Evaluation, and Training of Observers [11]. Цвет кожуры клубней был оценен по общепринятой в селекционных учреждениях шкале, где 1 – желтая кожура, 2 – розовая (красная), 3 – фиолетовая.

Экспериментальные данные обрабатывали на ПЭВМ с использованием ряда пакетов специализированных прикладных программ (AB-Stat V 1.1, Microsoft Excel).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе исследований определена суммарная антиоксидантная способность (САОС) 2105 образцов клубней картофеля [12]. Установлено, что в зависимости от цвета кожуры

и мякоти САОС клубней картофеля изменяется от 32 до 9650 μM эквивалента аскорбиновой кислоты на 100 г сырого веса. Наибольшей САОС обладают клубни картофеля с фиолетовой кожурой и мякотью по сравнению с клубнями с красной и розовой кожурой и мякотью – 2746 и 2610 μM эквивалента аскорбиновой кислоты на 100 г сырого веса соответственно (рис.).

Статистически, с 99 %-м уровнем вероятности, доказано, что у клубней картофеля с фиолетовой кожурой САОС в 1,6 раза выше, чем у клубней с красной кожурой, и в 3,3 раза выше, чем у клубней с желтой. Полученные данные согласуются с результатами других исследователей [7, 13, 14].

Среди клубней с белой, кремовой и желтой мякотью САОС выше у образцов с фиолетовой кожурой (1364, 1463, 1544 μM эквивалента аскорбиновой кислоты на 100 г сырого веса соответственно), чем у образцов с красной кожурой (1073, 985, 1015 соответственно) и желтой (675, 739, 752 соответственно). Установлено, что у картофеля с желтой кожурой САОС выше у клубней с желтой и кремовой мякотью по сравнению с белой. Клубни с желтой и кремовой мякотью не отличаются между собой по САОС. Различия в САОС между образцами с желтой, белой, кремовой мякотью и фиолетовой и красной кожурой не доказаны. Полученные нами данные по образцам с желтой мякотью согласуются с данными M. S. Al-Sailkhan, L. R. Howard, J. C. Miller [10], которыми также не установлено различие по содержанию антиоксидантов между клубнями картофеля с желтой и белой мякотью.

Проанализировано 846 образцов картофеля с желтой мякотью, 250 – белой, 247 – кремовой, 565 – с фиолетовой. Средний цветовой индекс для образцов с белой мякотью составил 24,33, желтой – 36,04, кремовой – 26,97, фиолетовой – 13,26. Для установления взаимосвязи между САОС и цветом мякоти и кожуры клубней были вычислены коэффициенты корреляции.

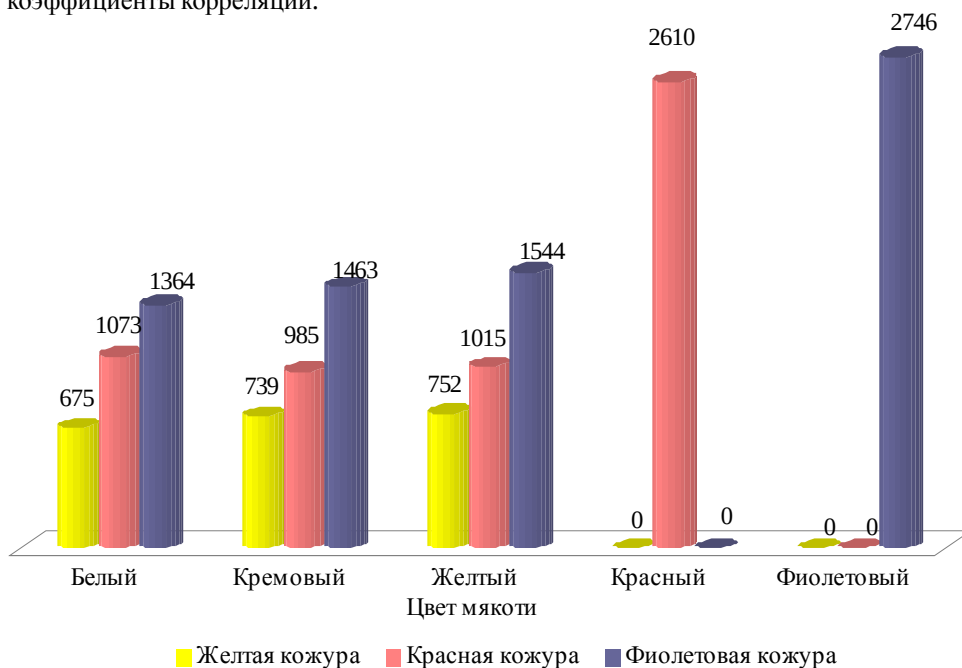


Рисунок – Суммарная антиоксидантная способность образцов клубней картофеля с различным цветом кожуры и мякоти, μM эквивалента аскорбиновой кислоты/100 г сырого веса

Определение корреляционной зависимости показало, что существует средняя взаимосвязь между САОС клубней картофеля и цветом кожуры и мякоти (табл.).

Расчет коэффициента детерминации показал, что изменения в САОС клубней на 36 % связаны с цветом мякоти клубня и на 23,1 % – с цветом кожуры. Доля влияния других признаков на изучаемый показатель составляет 40,9 %.

Таблица – Взаимосвязь между САОС и морфологическими характеристиками клубней картофеля

Характеристики клубней картофеля	Коэффициент	
	корреляции	детерминации, %
Цвет мякоти клубней, n=1908, $t_{\phi}=30,5$, $t_{01}=3,3$	$-0,608 \pm 0,018$	36,0
Цвет кожуры клубней, n=1593, $t_{\phi}=21,8$, $t_{01}=3,3$	$+0,480 \pm 0,022$	23,1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большой САОС обладают клубни картофеля с фиолетовой кожурой и мякотью, чем клубни с красной и розовой кожурой и мякотью. У клубней картофеля с фиолетовой кожурой САОС в 1,6 раза выше, чем у клубней с красной кожурой, и в 3,3 раза выше, чем у клубней с желтой. Среди клубней с белой, кремовой и желтой мякотью САОС выше у образцов с фиолетовой кожурой, затем идут образцы с красной и желтой кожурой. Установлено, что у картофеля с желтой кожурой САОС выше у клубней с желтой и кремовой мякотью по сравнению с белой. Клубни с желтой и кремовой мякотью не отличаются между собой по САОС. Различия в САОС между образцами с желтой, белой, кремовой мякотью и фиолетовой и красной кожурой не доказаны.

Существует средняя взаимосвязь между САОС клубней картофеля и цветом кожуры и мякоти. Изменения в САОС клубней на 36,0 % связаны с цветом мякоти клубня и на 23,1 % – с цветом кожуры. Доля влияния других признаков на изучаемый показатель составляет 40,9 %.

Список литературы

1. Brawn, C. R. Antioxidants in Potato / C. R. Brawn // Amer. J. Potato Res. – 2005. – Vol. 82. – P. 163–169.
2. Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients / C. M. Andre [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2007. – Vol. 55. – P. 366–378.
3. Determination of anthocyanins, flavonoids and phenolic acids in potatoes / C. Lewis [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1998. – Vol. 77. – P. 45–57; 58–63.
4. Anthocyanin-rich red potato flakes affect serum lipid peroxidation and hepatic SOD mRNA level in rats / K. H. Han [et al.] // Biosci. Biotechnol. Biochem. – 2006. – Vol. 71. – P. 1356–1359.
5. Rodriguez-Saona, L. Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes / L. Rodriguez-Saona, M. Giusti, R. Wrolstad // Journal of Food Science. – 1998. – Vol. 63. – P. 458–465.
6. Reyes, L. Antioxidant capacity, anthocyanins and total phenolics in purple and red-fleshed potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes / L. Reyes, J. Miller, L. Cisneros-Zevallos // American Journal of Potato Research. – 2005. – Vol. 82. – P. 271–277.
7. Colored potatoes dried for antioxidant-rich value-added foods / B. Nayak [et al.] // Journal of food processing and preservation. – 2011. – Vol. 35. – P. 571–580.

8. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products / Y. S. Velioglu [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1998. – Vol. 46. – P. 4113–4117.
9. Lachman, J. Red and purple potatoes – a significant antioxidant source in human nutrition / J. Lachman, K. Hamouz, M. Orsak // Chem. Listy. – 2005. – Vol. 99. – P. 474–482.
10. Al-Saikh, M. S. Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato / M. S. Al-Saikh, L. R. Howard, J. C. Miller // Journal of food science. – 1995. – Vol. 60, № 2. – P. 341–343.
11. ASTM E1499-16, Standard Guide for Selection, Evaluation, and Training of Observers [Electronic resource] / ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016. – Mode of access: www.astm.org. – Date of access: 28.11.2019.
12. Пискун, Г. И. Суммарная антиоксидантная способность клубней картофеля / Г. И. Пискун, Л. Н. Козлова, А. А. Корзан // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол. : С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2018. – Т. 26. – С. 39–45.
13. Jemison, J. Antioxidants in Red Potato Varieties / J. Jemison, M. Ellen Camire, M. Dougherty // Maine Potato Board – Research Report. – 2009. – 7 P.
14. Шанина, Е. П. Селекция на повышенное содержание антиоксидантов в картофеле / Е. П. Шанина // Современное состояние и перспективы развития картофелеводства : материалы IV науч.-практ. конф. / МинСХЧР, ГНУ ВНИИКХ им. А. Г. Лорха, КУП «Агро-Инновации». – Чебоксары, 2012. – С. 35–38.

Поступила в редакцию 29.11.2019 г.

L. N. KOZLOVA, G. I. PISKUN, A. A. KORZAN, O. B. NEZAKONOVA,
E. A. RYADINSKAYA

RELATIONSHIP BETWEEN TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF POTATOES TUBERS

SUMMARY

In 2105 samples of potatoes tubers with yellow, red, purple skin and white, cream, yellow, red and purple flesh of various breeding nurseries, the total antioxidant capacity (TAC) was determined by photoluminescence. It was found that the greatest TAC have potatoes tubers with purple skin and flesh, followed by tubers with red and pink skin and flesh. Among tubers with white, cream and yellow flesh, TAC are higher in samples with purple rind, followed by samples with red rind and yellow. It was found that potatoes with yellow skin, TAC higher tubers with yellow and cream flesh, compared with white. Tubers with yellow and cream pulp do not differ in TAC. Differences in TAC between samples with yellow, white, cream pulp and purple and red peel are not proven. Changes in TAC of tubers by 36.0 % are associated with the color of the tuber flesh and by 23.1 % with the peel color. The share of influence of other signs on the studied indicator is 40.9 %.

Key words: potatoes, total antioxidant capacity, peel color, flesh color, correlation.

УДК 635.21:631.527

Н. В. Русецкий¹, Е. В. Воронкова²

¹ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

² ГНУ «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск
E-mail: Nicrw@mail.ru; E.Voronkova@igc.by

ОЦЕНКА И ВЫДЕЛЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ С КОМПЛЕКСОМ ГЕНОВ ИММУНИТЕТА К Y-ВИРУСУ, ПРОИСХОДЯЩИХ ОТ РАЗНЫХ ВИДОВ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ

РЕЗЮМЕ

В статье изложены результаты исследований по определению генов Ry_{adg} , Ry_{sto} , $Ry_{f_{sto}}$, Ry_{chc} в сложных межвидовых гибридах картофеля и выделению среди исследуемого материала форм с иммунитетом к Y-вирусу на основе использования метода молекулярного маркирования. Полученные данные свидетельствуют о возможности совмещения в одном генотипе нескольких генов от разных генетических источников. Выделенные формы картофеля могут быть использованы в качестве генетических источников, содержащих разные гены устойчивости к вирусу Y.

Ключевые слова: картофель, иммунитет, Y-вирус картофеля, ПЦР, ген устойчивости, ДНК-маркер, гибрид, дикий вид, инокуляция.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель, как вегетативно размножаемая культура, способен поражаться многими вирусами, накапливающимися в семенном материале. По степени наносимого ущерба наиболее вредоносным и в то же время одним из самых распространенных во всем мире общепризнанно считается Y-вирус картофеля (PVY). Этот патоген способен не только значительно снижать урожай клубней – на 10–90 %, но и ухудшать при этом еще и его качество [1]. Для этого вируса характерно широкое генетическое разнообразие штаммов [2]. Поэтому селекция на устойчивость к этому вирусу является особенно важной и актуальной задачей.

В современной селекционной работе на этот признак используется три основных источника – носители генов иммунитета к PVY: Ry_{sto} от *S. stoloniferum* Schlecht. et Bché, Ry_{chc} от *S. chacoense* Bitt. [3, 4] и Ry_{adg} от *S. tuberosum* ssp. *andigena* Hawkes [5], гены которых интродуцированы в межвидовые гибриды, а также в некоторые селекционные сорта.

Наибольшую сложность и длительность при целенаправленных скрещиваниях в создании исходного селекционного материала представляет оценка и отбор форм с надежным присутствием в их генотипе целевых генов.

Новые возможности для решения проблемы повышения эффективности селекции картофеля на устойчивость к вирусам открывает использование методов молекулярного маркирования с применением ПЦР-анализа для идентификации ДНК-маркеров

доминантных генов устойчивости (R-генов). С их помощью можно точно определить, какие конкретно R-гены присутствуют у изучаемых генотипов. Как правило, выявление ДНК-маркеров генов устойчивости дешевле и менее трудоемко в сравнении с проведением фенотипической оценки соответствующих признаков. Также следует отметить и возможность применения этого метода в любое время года [5–7].

Наличие конкретных сведений об определенных хозяйственно ценных генах, присутствующих в образцах картофеля, позволяет оптимизировать подбор родительских форм и прогнозировать вероятность отбора обладающих желательными признаками сеянцев в гибридных популяциях, полученных на их основе. Использование ДНК-технологий позволяет значительно упростить так называемое пирамидирование в одном генотипе генов устойчивости к различным патогенам или пирамидирование генов устойчивости к одному патогену, но происходящих из разных источников [6, 8, 9].

В настоящее время известно более 10 генов, обеспечивающих устойчивость к PVY, некоторые из которых клонированы и/или картированы [6, 7, 9, 10–12]. Часть из них представляет собой гены сверхчувствительности (HS – hyper sensitivity), которые выявлены в некоторых диких видах и в разных сортах *Solanum tuberosum*. Эти гены обеспечивают устойчивость только к некоторым из известных в настоящее время штаммов PVY [14]. Наибольший интерес и ценность для селекции представляют гены крайней устойчивости или иммунитета (ER – extra resistance). Известно, что ген крайней устойчивости Ry_{adg} , обеспечивающий иммунитет к PVY, картирован на хромосоме XI, ген Ry_{sto} – на XII, а Ry_{chc} – на IX хромосоме.

Картофель – одна из культур с наиболее полно картированным геномом (имеются сведения о наличии более 350 маркеров, характеризующих примерно 90 % генома этой культуры) [5, 13]. В последние годы создан ряд ДНК-маркеров, сцепленных с ценными генами картофеля, использование которых позволяет с высокой точностью идентифицировать генотипы-носители соответствующих генов.

По мнению ряда авторов, повысить устойчивость картофеля к PVY и обеспечить его долговременную устойчивость к широкому спектру штаммов возможно при использовании в селекции генов экстремальной (крайней) устойчивости и их сочетании в одном генотипе [6, 8, 14]. К некоторым генам крайней устойчивости найдены ДНК-маркеры, позволяющие с достаточно высокой точностью идентифицировать доминантные аллели этих генов в больших выборках исходного селекционного материала картофеля с использованием ПЦР [12, 15–20].

Одним из важнейших преимуществ использования молекулярных маркеров является то, что этот метод позволяет проводить оценку гибридного материала по генотипу. Идентификация в организме какого-либо гена является более точной, чем оценка по фенотипу. В селекционной практике оценку гибридного потомства с использованием маркеров, основанных на принципе ПЦР, можно проводить на любых этапах селекционного процесса вне зависимости от времени года [13, 21–23].

Маркер-ассоциированная селекция (МАС) может быть использована для поиска источников маркированных ценных генов при подборе пар для гибридизации. В этом случае выявление у изучаемых генотипов определенных ДНК-маркеров дает исследователю достоверную информацию о наличии у них конкретных генов или их комплекса [24].

Таким образом, применение молекулярных маркеров дает возможность как упростить, так и ускорить отбор ценных образцов среди межвидовых гибридов или отбор по определенным генам. Эффективность отбора увеличивается за счет уменьшения

первоначального объема выборки селекционного материала, так как оценка и отбор проводится по наличию конкретного селекционно ценного признака, в зависимости от этапа селекции остаются только образцы с выявленными локусами, характерными для дикого вида и представляющими интерес для интрогрессии в культурный картофель, или образцы с генами, важными для целей отбора.

При создании исходного материала картофеля, устойчивого к Y-вирусу, в наших исследованиях был использован генетический материал от таких видов картофеля, как *Solanum tuberosum* sbsp. *andigenum*, *S. stoloniferum* и *S. chacoense*. На основании данных литературы [12, 17, 18, 20, 25, 26], для оценки исходного материала картофеля, предназначенного для создания сортов с иммунитетом к PVY, были отобраны следующие ПЦР-маркеры генов устойчивости, которые дают наиболее достоверный результат и наиболее технологичные в использовании:

для идентификации гена Ry_{adg} использован SCAR-маркер RYSC3₃₂₁;

для идентификации гена Ry_{sto} – STS-маркер Yes3-3A₃₄₁;

для идентификации гена $Ry-f_{sto}$ – CAPS-маркер GP122/EcoRV₇₁₈;

для идентификации гена Ry_{chc} – RAPD-маркер 38-530 и SCAR маркеры Ry186 и Ry364.

Целью проводимой работы было определение генов, происходящих из разных видов картофеля в сложных межвидовых гибридах картофеля, выделение генетических источников, содержащих комплекс разных генов, обеспечивающих устойчивость к Y-вирусу и обладающих хозяйственно ценными признаками.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для проводимых исследований служили сложные межвидовые гибриды картофеля питомника предварительного испытания и рабочей коллекции, созданные в лаборатории генетики картофеля РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

С целью изучения исследуемых образцов по хозяйственно ценным признакам полевые опыты закладывали во второй декаде мая на опытном поле селекционного севооборота Центра в аг. Самохваловичи. Почва участка на полях селекционного севооборота – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, подстилаемая моренным суглинком. Предшественник – редька масличная на семена. Образцы картофеля высаживались однорядковыми деланками по 10 клубней в трехкратной повторности. Площадь опытного поля – 0,2 га.

В период вегетации проводили необходимые учеты и наблюдения по внешним симптомам развития вирусных болезней и фитофтороза, а в фазу бутонизации – цветения растений картофеля – ИФА на содержание вирусной инфекции. Во время уборки учитывали продуктивность, скороспелость (по фенологии), окраску и форму клубней, компактность гнезда, длину столонов и ряд других признаков согласно Методике исследований по культуре картофеля [25]. В послеуборочный период определяли содержание крахмала по удельному весу.

Оценивали исследуемые образцы картофеля на иммунитет в условиях защищенного грунта селекционно-гибридного модуля с использованием методов искусственной инокуляции вирусной суспензией и прививкой на инфицированный подвой растений-накопителей вирусов [26].

Для получения инокулюма в условиях климакамеры высевали семена растений-накопителей Y-вируса (*N. Tabacum* L., сорт Самсун; *L. Esculentum* L., сорт Невский),

выращенную рассаду пикировали в горшочки с торфо-песчаной смесью и осуществляли их инфицирование штаммами Y-вируса (Y^o , Y^n и Y^{nn}) методом механической инокуляции.

Искусственную инокуляцию исследуемого материала штаммами Y-вируса Y^o , Y^n и Y^{nn} проводили на стадии всходов, при наличии 2–3 пар листьев. Спустя 4–5 дней после первичного инфицирования испытываемые образцы повторно заражали инфекцией Y-вируса. По прошествии 4 недель исследуемые образцы были протестированы на наличие вирусной инфекции методом ИФА. Не заразившиеся Y-вирусом гибриды (по данным визуальных наблюдений и ИФА) были дополнительно испытаны с помощью прививок. Для испытания черенки исследуемых растений прививали на подвои растения томата (сорт Невский) или табака (сорт Самсун) методом в «расщеп».

Иммуноферментный анализ на наличие вирусной инфекции выполняли в соответствии с протоколом и методикой по проведению анализа производителя наборов в лаборатории иммунодиагностики картофеля Центра.

Оценка селекционного материала картофеля на наличие ДНК-маркеров известных генов крайней устойчивости (иммунитета) к Y-вирусу (Ry_{adg} , Ry_{sto} , $Ry-f_{sto}$, Ry_{chc}) проводилась в лаборатории генетики картофеля ГНУ «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси».

ПЦР-анализ осуществляли с использованием следующих маркеров: RYSC3 к гену Ry_{adg} , Yes3-3A к гену Ry_{sto} , GP122/EcoRV-718 к гену $Ry-f_{sto}$ и маркеры STS Ry364 и RAPD 38-530 к гену Ry_{chc} .

Пробоподготовку экспериментальных образцов, выделение и очистку ДНК, ПЦР-анализ и визуализацию продуктов ПЦР проводили согласно методическим рекомендациям [24]. Использовали следующие унифицированные (за исключением температуры отжига праймеров) для всех трех гено-специфических маркеров параметры для проведения ПЦР. Реакционная смесь объемом 20 мкл содержала *Taq*-ДНК полимеразу (DIALAT, г. Москва или ОДО «Праймтех», г. Минск) в количестве 1,0–1,25 ед. и аммонийный буфер для данной полимеразы 10× для ПЦР без $MgCl_2$ в количестве 10 % от объема смеси; $MgCl_2$ – 2,0 мМ; dNTP – 0,1 мМ; соответствующие праймеры (прямой и обратный) по 0,40 мкМ (400 нМ); содержание препарата ДНК в конечном объеме 150–200 нг; деионизированная вода в количестве, необходимом для доведения объема смеси до конечного. При амплификации с RAPD-праймером 38-530 применяли следующий состав реакционной смеси объемом 20 мкл: *Taq*-ДНК полимеразу (DIALAT, г. Москва или ОДО «Праймтех», г. Минск) в количестве 1,0–1,25 ед. и аммонийный буфер для данной полимеразы 10× для ПЦР без $MgCl_2$ в количестве 10 % от объема смеси; $MgCl_2$ – 4,0 мМ; dNTP – 0,25 мМ; концентрация праймера 0,40 мкМ (400 нМ); содержание препарата ДНК в конечном объеме 20–30 нг; деионизированная вода в количестве, необходимом для доведения объема смеси до конечного. Использованные в работе праймеры синтезированы в ОДО «Праймтех» г. Минск. Для идентификации гена $Ry-f_{sto}$ образцы, содержавшие амплифицированный фрагмент GP122-718, обрабатывали эндонуклеазой *Eco32I* (аналог *EcoRV* производства Thermo Scientific, EU) в соответствии с рекомендациями производителя фермента. Реакцию рестрикции проводили при постоянной температуре 37 °С в течение 16 часов. Носителями гена $Ry-f_{sto}$ считали образцы, сохранявшие после рестрикции исходный амплифицированный фрагмент размером 718 п. н.

Условия проведения ПЦР для специфических праймеров: денатурация 2 минуты при 94 °С; 10 циклов по 40 секунд при 94 °С, 40 секунд при 60 °С и 60 секунд при 72 °С;

далее 30 циклов по 40 секунд при 94 °С, 40 секунд при температуре отжига (T°) праймеров и 60 секунд при 72 °С; финальная элонгация в течение 5–7 минут при температуре 72 °С. Условия ПЦР для RAPD-праймера устанавливали согласно рекомендациям для праймеров серий Oregon Technologies: денатурация – 5 минут при 94 °С; далее 35 циклов по 30 секунд при 94 °С, 30 секунд при 36 °С и 1 минута при 72 °С; финальная элонгация в течение 7 минут при температуре 72 °С.

Последовательности праймеров и температуры их отжига приведены в таблице 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В полевых условиях за 2016–2018 гг. были испытаны более 400 сложных межвидовых гибридов, созданных на основе видов картофеля: *S. stoloniferum*, *S. chacoense* и *S. andigenum*. В период вегетации межвидовые гибриды картофеля оценивали по устойчивости к вирусным болезням в полевых условиях на естественном инфекционном фоне и на иммунитет в условиях защищенного грунта. В фазу бутонизации – цветения раздельно отбирали листовые пробы для выполнения тестирования по содержанию вирусов и на наличие ДНК-маркеров устойчивости к PVY.

По результатам, полученным в ходе проведения иммуноферментного анализа, было установлено, что пораженность Y-вирусом у испытываемых образцов за все годы исследований была незначительной (в 2016 г. поражение вирусом отмечено только у одного гибрида – СмY09-4, в 2017 г. – у двух: 43х13-11 и 135кх13-3, в 2018 г. – у четырех образцов: 3ч-8, С67-2, 67у14-2 и Н59-17); пораженность S- и М-вирусами была существенной и составляла по годам 35,3–57,0 и 58,9–63,0 % соответственно. Количество образцов, содержащих инфекцию PVX, было невысоким и не превышало 11,8 %. В меньшей степени испытываемый материал был поражен PVA и PLRV – не более 4,2 и 8,7 % соответственно.

В соответствии с методикой полевого опыта были проведены все необходимые учеты и анализы по определению изучаемых признаков.

Полученные данные исследований по изучению хозяйственно полезных признаков позволили установить, что продуктивность исследуемых образцов в опытах составляла

Таблица 1 – Характеристика ПЦР-маркеров, использованных для идентификации генов иммунитета к PVY

Название гена	Название маркера (праймера)	Последовательность нуклеотидов от 5' к 3' концу	Температура отжига праймера, °С	Размер маркерного фрагмента, п. н.
<i>Ry_{adg}</i>	ADG3 (RYSC3)F	AGGATATACGGCATCATTTTCCGA	56	321
	3.3.3.s (RYSC3)R	ATACACTCATCTAAATTTGATGG		
<i>Ry_{sto}</i>	Yes3-3AF	TAACCTCAAGCGGAATAACCC	55	341
	Yes3-3AR	AATTCACCTGTTTACATGCTTCTTG		
<i>Ry-f_{sto}</i>	GP122F	TATTTTAGGGTACTTCTTCTTA	55	718*
	GP122R	GCACTCAATAGCCCTTCTT		
<i>Ry_{chc}</i>	Ry-364F	CTATTATAAGTCTGGTACTAGGACG	55	364
	Ry-364R	GGCTATATGTTCAATGAATTCATGCTAA		
	Ry-186F	TGGTAGGGATATTTTCCTTAGA	55	587
	Ry-186R	GCAAATCCTAGGTTATCAACTCA		
	38-530	TTTCGAGCCAG	36	530

* Размер фрагмента после обработки амплифицированного фрагмента эндонуклеазой.

от 600 до 2250 г/куст (у сортов-стандартов – 960–1500 г/куст). Содержание крахмала у исследуемых образцов варьировало в пределах от 9,0 до 22,6 %.

Доминантные аллели генов R_{chc} , $R_{y_{adg}}$, $R_{y_{sto}}$ и $R_{y-f_{sto}}$ идентифицировали в питомнике предварительного испытания и рабочей коллекции, включавшей в 2016 г. 239 селекционных образцов, в 2017 г. – 61 образец и в 2018 г. – 109 образцов картофеля (табл. 2).

По данным исследований, из общего изученного количества селекционных образцов выявлено 50,3 % гибридов с ДНК-маркерами к двум-трем генам устойчивости к PVY.

Проведенные исследования по установлению иммунитета в условиях искусственной инокуляции в теплице позволили дополнительно выявить два образца со сверхчувствительной реакцией на заражение Y-вирусом – 110ху14-13 и 24уа14-11, а также 14 образцов, способных накапливать вирусную инфекцию.

В результате комплексной оценки исследуемого материала по хозяйственно ценным качествам (полевые опыты), испытанию на иммунитет в условиях защищенного грунта (вегетационные опыты) и молекулярно-генетическому маркированию (лабораторный опыт) отобран ряд перспективных образцов для использования в селекционных программах по созданию вирусоустойчивых сортов картофеля. Характеристика образцов, представляющих наибольший интерес с точки зрения насыщенности разными генами устойчивости к PVY от нескольких источников и обладающих другими хозяйственно полезными признаками, представлена в таблицах 3–5.

Так, среди исследуемого материала в 2016 г. с маркерами Ry364, 38-530 к гену R_{chc} и RYSC 3 – к гену $R_{y_{adg}}$ с высокой продуктивностью и устойчивостью к фитофторозу листьев выделились гибриды 24ху99-27 и 46ху98-1. Самое высокое содержание крахмала (22,6 %) наряду с высокой устойчивостью к фитофторозу отмечено для образца 58ху98-7.

Образец 10у04-1 коллекционного питомника, обладающий ДНК-маркерами RYSC 3 – к гену $R_{y_{adg}}$ и Yes3-3а – к гену $R_{y_{sto}}$, а также гибрид 66у09-11 с маркерами Yes3-3а – к гену $R_{y_{sto}}$, GP122/ЕсоRV718 – к гену $R_{y-f_{sto}}$ и 38-530 – к гену R_{chc} характеризовались высокой устойчивостью к фитофторозу листьев и достаточно высокой продуктивностью – 1280 и 1200 г/куст соответственно.

Также по результатам анализа как наиболее ценные для включения в гибридизацию с целью пирамидирования генов устойчивости к PVY из разных источников рекомендуются образцы, одновременно несущие маркеры к трем генам устойчивости. Это два генотипа, у которых наряду с маркером к гену $R_{y_{adg}}$ присутствуют по одному маркеру к гену R_{chc} и один из маркеров к генам от *S. stoloniferum*: 231dx03-11 (маркеры RYSC 3, Yes3-3а и Ry364) и t126dy03 (маркеры RAPD38-530, RYSC3 и Yes3-3а).

На основании проведенных исследований в 2017 г. было установлено, что продуктивность исследуемых образцов составляла от 1030 до 1650 г/куст (у сортов-стандартов – 960–1500 г/куст). Показатель содержания крахмала у исследуемых образцов варьировал в пределах от 11,2 до 20,3 %.

Таблица 2 – Результаты идентификации ДНК-маркеров генов устойчивости R_{chc} , $R_{y_{adg}}$, $R_{y_{sto}}$ и $R_{y-f_{sto}}$ в селекционных образцах картофеля, 2016–2018 гг.

Год проведения исследований	Количество оцениваемых образцов, шт.	Выделено генотипов с ДНК-маркерами к двум-трем генам, %
2016	239	52,3
2017	61	70,5
2018	109	26,6
Всего	409	50,3

Таблица 3 – Характеристика образцов картофеля по хозяйственно ценным признакам, имеющих в своем генотипе два и более молекулярных маркера устойчивости к Y-вирусу, 2016–2018 гг.

Селекционный номер	Группа спелости	Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Устойчивость к фитофторозу листьев, балл (на 08.08.2016 г.)	Идентифицировано наличие маркеров устойчивости к Y-вирусу
2016 г.					
239d06-3	Поздний	850	21,1	6	Ry364, 38-530 – ген Ry_{chc} + RYSC 3 – ген Ry_{adg}
8y02-62	Среднеранний	1100	11,2	1	То же
24y99-27	Поздний	1250	14,1	7	»
234ху04-10	Среднеспелый	1100	14,8	1	»
58ху98-7	Поздний	800	22,6	7	»
129ху04-7	Поздний	1260	18,5	5–6	»
4ху10-1	Среднеспелый	1400	14,6	3–5	»
2х09-1	Среднеспелый	1125	11,9	1	»
46ху98-1	Среднепоздний	1220	13,8	7–6	»
8y02-64	Среднеспелый	880	14,8	1	RYSC 3 – ген Ry_{adg} + 38-530 – ген Ry_{chc}
10y04-1	Поздний	1280	14,8	7	RYSC 3 – ген Ry_{adg} + Yes3-3a – ген Ry_{sto}
252dx06-2	Поздний	1125	12,5	5–6	То же
231dx03-11	Поздний	600	17,4	5	RYSC 3 – ген Ry_{adg} + Yes3-3a – ген Ry_{sto} + Ry364 – ген Ry_{chc}
t126y03	Поздний	1000	13,4	3–1	RYSC 3 – ген Ry_{adg} + Yes3-3a – ген Ry_{sto} + 38-530 – ген Ry_{chc}
66y09-11	Поздний	1150	16,8	7	Yes3-3a – ген Ry_{sto} + GP122/EcoRV718 – ген $Ry_{f_{sto}}$ + 38-530 – ген Ry_{chc}

Таблица 4 – Краткая характеристика образцов картофеля по хозяйственно ценным признакам, имеющих в своем генотипе два и более молекулярных маркера устойчивости к Y-вирусу и рекомендуемых для использования в качестве родительских форм, 2017 г.

Селекционный номер	Группа спелости	Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Устойчивость к фитофторозу листьев, балл (на 11.08.2017 г.)	Идентифицировано наличие маркеров генов устойчивости к Y-вирусу
173ya13-13	Среднеспелый	1370	12,8	3-5	Ry364, 38-530 – ген Ry_{chc} + RYSC 3 – ген Ry_{adg}
166mu13-2	Поздний	1650	18,6	8	То же
104ya11-10	Среднеспелый	1345	16,3	3-5	Ry364 – ген Ry_{chc} + RYSC 3 – ген Ry_{adg}
181ya13-4	Среднеранний	1115	12,4	3	То же
85y13-6	Среднеспелый	1030	13,8	3	»
39xu13-1	Среднеспелый	1275	14,6	5	Ry38-530 – ген Ry_{chc} + RYSC 3 – ген Ry_{adg}
47ya13-10	Поздний	1350	16,0	8	То же
Манифест	Среднеранний	1340	13,0	3	»
Скарб	Среднеспелый	1500	10,8	3	»
Вектар	Среднепоздний	1400	16,9	3-5	»
Здабытак	Поздний	960	20,7	7	»
НСР ₀₅	–	367,4	0,8	–	»

Таблица 5 – Краткая характеристика образцов картофеля по хозяйственно ценным признакам, имеющих в своем генотипе два и более молекулярных маркера устойчивости к Y-вирусу и рекомендуемых для использования в качестве родительских форм, 2018 г.

Селекционный номер	Группа спелости	Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Устойчивость к фитофторозу листьев, балл на 02.08.2018 г.	Идентифицировано наличие маркеров генов устойчивости к Y-вирусу
Kc22y14-5	Среднеспелый	1228	12,9	5	Ry364, 38-530 – ген Ry_{che} + RYSC 3 – ген Ry_{adg} + Yes3-3A – ген Ry_{sto}
Kc22y14-1	Поздний	1288	15,0	7	Ry364, 38-530 – ген Ry_{che} + RYSC 3 – ген Ry_{adg}
Kc79xy13-1	Поздний	1425	15,2	5	Ry364 – ген Ry_{che} + RYSC 3 – ген Ry_{adg} + Yes3-3A – ген Ry_{sto}
Kc37y14-8	Среднеспелый	1500	10,9	3	Ry364 – ген Ry_{che} + RYSC 3 – ген Ry_{adg} + Yes3-3A – ген Ry_{sto}
Kc1x13-13	Среднеспелый – среднепоздний	1624	11,6	7	Ry364 – ген Ry_{che} + RYSC 3 – ген Ry_{adg}
87ya14-20	Среднеспелый	1000	12,2	3	Ry38-530, Ry-186 – ген Ry_{che} + RYSC 3 – ген Ry_{adg} + Yes3-3A – ген Ry_{sto}
87ya14-11	Среднепоздний	1930	17,0	8	Ry364, 38-530, Ry186 – ген Ry_{che} + RYSC 3 – ген Ry_{adg}
43xy14-22	Среднеранний	1475	12,6	3	Ry38-530 – ген Ry_{che} + RYSC 3 – ген Ry_{adg} + Yes3-3A – ген Ry_{sto}
74y14-24	Среднеранний	1052	12,9	5	Ry364, 38-530 – ген Ry_{che} + Yes3-3A – ген Ry_{sto}
Манифест	Среднеранний	1238	11,0	3	–
Скарб	Среднеспелый	1250	9,4	3	–
Вектар	Среднепоздний	1240	13,5	5	–
Здабытак	Поздний	1050	20,6	7	–
НСР ₀₅	–	319,1	1,2	–	–

Так, среди исследуемого материала с двумя маркерами Ry364 и 38-530 к гену *Ry_{chc}* дикого вида *S. chacoense* и одним к гену *Ry_{adg}* культурного вида *S. andigenum* по высокой устойчивости к фитофторозу листьев выделился образец 166м_{уа}13-2 с продуктивностью на уровне 1650 г/куст, что достоверно превышает (НСР05-367,4 г/куст) этот показатель сорта-стандарта Здабытак (продуктивность 960 г/куст). Образец 166м_{уа}13-2 отличается самым высоким содержанием крахмала – 18,6 %.

Среди образцов, содержащих маркеры Ry 38-530 к гену *Ry_{chc}* и RYSC3 – к гену *Ry_{adg}* с высокой продуктивностью (1350 г/куст) и устойчивостью к фитофторозу листьев (8 баллов), отличается гибрид 47у_а13-10.

В 2018 г. среди исследуемого материала с тремя маркерами Ry364, 38-530 и Ry186 к гену *Ry_{chc}* дикого вида *S. chacoense* и одним RYSC3 к гену *Ry_{adg}* культурного вида *S. andigenum* с высокой устойчивостью к фитофторозу листьев отобран среднепоздний образец 87у_а14-11, достоверно превышающий сорт-стандарт по продуктивности. С двумя маркерами Ry364, 38-530 к гену *Ry_{chc}* и одним RYSC3 к гену *Ry_{adg}* характеризуется образец кс22у_а14-1, высокоустойчивый к фитофторозу листьев (7 баллов). Высокой устойчивостью к фитофторозу листьев и достоверно превышающий по продуктивности (НСР05-319,1 г/куст) сорт-стандарт Вектар (1240 г/куст) характеризуется гибрид кс1х13-13 (1624 г/куст). В этой группе образец 87у_а14-11 отличается самым высоким содержанием крахмала – 17,0 %.

Представленные в таблице образцы кс22у_а14-5, кс79ху13-1, кс37у_а14-8, 87у_а14-20 и 43ху14-22 заслуживают особого внимания, так как наряду с достаточно высокой продуктивностью на уровне стандартов, хорошими морфологическими показателями клубней и высокой устойчивостью к другим вирусам – X, A, M и S они содержат маркеры устойчивости к PVY сразу от трех диких видов *S. stoloniferum*, *S. chacoense* и *S. andigenum*.

Всего за 2016–2018 гг. с учетом наличия двух-трех маркеров к генам устойчивости к Y-вирусу: *Ry_{adg}*, *Ry_{sto}*, *Ry_{f_{sto}}* и *Ry_{chc}* и наличия комплекса хозяйственно ценных признаков (продуктивность свыше 1000 г/куст, хорошие морфологические показатели клубней и высокая устойчивость к другим вирусам – X, A и S) выделен 31 образец картофеля, который может быть использован в селекционных программах на вирусоустойчивость в качестве родительских форм. Данные образцы представляют несомненный интерес для дальнейшей селекционной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплексной оценки исследуемого материала в 2016–2018 гг. по хозяйственно ценным качествам, испытания на иммунитет в условиях защищенного грунта и генотипирования на наличие ДНК-маркеров соответствующих генов выделен 31 перспективный селекционный гибрид с комплексом маркеров генов крайней устойчивости к Y-вирусу и обладающих другими хозяйственно ценными качествами, которые могут быть использованы в качестве родительских форм для дальнейшей селекционной работы по созданию вирусоустойчивых сортов. Среди них с тремя маркерами Ry364, 38-530 и Ry186 к гену *Ry_{chc}* дикого вида *S. chacoense* и одним RYSC3 к гену *Ry_{adg}* культурного вида *S. andigenum* по высокой устойчивости к фитофторозу листьев выделился среднепоздний образец 87у_а14-11, достоверно превышающий сорт-стандарт по продуктивности. Высокой устойчивостью к фитофторозу листьев и превышающий по продуктивности сорт-стандарт Вектар отличался гибрид кс1х13-13. Образцы кс22у_а14-5, кс79ху13-1, кс37у_а14-8, 87у_а14-20 и 43ху14-22, которые наряду с достаточно высокой продуктивностью на уровне стандартов, хорошими морфологическими показателями

клубней и высокой устойчивостью к другим вирусам – X, A, M и S содержат маркеры устойчивости к PVY сразу от трех диких видов *S. stoloniferum*, *S. chacoense* и *S. andigenum*.

Таким образом, используя данные ДНК-маркирования в оценке гибридного материала, полученного от скрещивания родительских форм носителей отдельных генов Ry_{adj} , Ry_{sto} и Ry_{chc} видов *S. stoloniferum*, *S. chacoense* и *S. andigenum*, установлена возможность объединения всех трех генов в одном генотипе, что позволит получать новый гибридный материал картофеля с более широкой генетической основой, обеспечивающий максимальную степень защиты от всех штаммов наиболее опасного патогена – Y-вируса. Использование таких форм в селекционных программах на вирусоустойчивость позволит с большой долей вероятности передать признак устойчивости гибридному потомству.

Список литературы

1. Сорока, С. В. Вирусы и вирусные болезни сельскохозяйственных культур / С. В. Сорока, Ж. В. Блоцкая, В. В. Вабищевич ; науч. ред. Р. В. Гнутова. – Несвиж : Несвижская укрп. тип., 2009. – 129 с.
2. Ohshima, K. Studies on the molecular evolution of potyviruses / K. Ohshima // J. Ge. Plant. Pathol. – 2013. – Vol. 79. – P. 448–452.
3. Ермишин, А. П. Генетические основы селекции растений : в 4 т. / А. П. Ермишин, Е. В. Воронкова, В. А. Козлов ; под науч. ред. А. В. Кильчевского, Л. В. Хотылевой. – Минск : Беларус. навука, 2010. – Т. 2 : Частная генетика растений. Картофель. – С. 156–234.
4. Cockerham, G. Genetical studies on resistance to potato Viruses X and Y / G. Cockerham // Heredity. – 1970. – Vol. 25, № 3. – P. 309–348.
5. Gebhardt, Ch. Organization of genes controlling disease resistance in the potato genome / Ch. Gebhardt, J. P. T. Valkonen // Ann. Rev. Phytopathol. – 2001. – Vol. 39. – P. 79–102.
6. Solomon-Blackburn, R. M. Breeding virus resistant potatoes (*Solanum tuberosum*): a traditional and molecular approaches / R. M. Solomon-Blackburn, H. Barker // Heredity. – 2001. – Vol. 86. – P. 17–35.
7. Barone, A. Molecular marker-assisted selection for potato breeding / A. Barone // Am. J. Potato Res. – 2004. – Vol. 81. – P. 111–117.
8. Marker-Assisted Selection for PVY resistance in tetraploid potato / M. I. Vales [et al.] // Proc. IS on Molecular Markers in Horticulture. – N. V. Bassil and R. Martin eds. – Acta Hort. – 2010. – Vol. 859. – P. 409–416.
9. Szajko, K. *Ny-1* and *Ny-2* genes conferring hypersensitive response to potato virus Y (PVY) in cultivated potatoes: mapping and marker-assisted selection validation for PVY resistance in potato breeding / K. Szajko, D. Strezelczyk-Zyta, W. Marczewski // Mol. Breeding. – 2014. – Vol. 34. – P. 267–271.
10. Potato virus Y resistance gene, Ry_{chc} , mapped to the distal end of potato chromosome 9 / M. Sato [et al.] // Euphytica. – 2006. – Vol. 149. – P. 367–372.
11. Solomon-Blackburn, R. M. A review of host major-gene resistance to potato viruses X, Y, A and V in potato: genes, genetics and mapped location / R. M. Solomon-Blackburn, H. Barker // Heredity. – 2001. – Vol. 86. – P. 8–16.
12. $Ry-f_{sto}$ gene from *Solanum stoloniferum* for extreme resistant to Potato virus Y maps to potato chromosome XII and is diagnosed by PCR marker GP122₇₁₈ in PVY resistant potato cultivars / B. Flis [et al.] // Molecular Breeding. – 2005. – Vol. 15. – P. 95–101.
13. Gebhardt, C. Molecular markers, maps and population genetics. Ch. 5 / C. Gebhardt // In: D. Vreugdenhil ed Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives. – Elsevier, 2007. – P. 77–89.

14. Tian, Y-P. Genetic determinants of potato virus Y required to overcome or trigger hypersensitive resistance to PVY strain group 0 controlled by the gene Ny in potato / Y-P. Tian, J. Valkonen // MPMI. – 2013. – Vol. 26, № 3. – P. 297–305.
15. Selection of DNA markers for detection of extreme resistance to potato virus Y in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.) F1 progenies / J. Heldak [et al.] // Czech J. Genet. Plant. Breed. – 2007. – Vol. 43, № 4. – P. 125–134.
16. Evidence for utility of the same PCR-based markers for selection of extreme resistance to Potato virus Y controlled by Ry_{sto} of *Solanum stoloniferum* derived from different sources / J. P. T. Valkonen [et al.] // Ann Appl Biol. – 2008. – Vol. 152. – P. 121–130.
17. Development of a multiplex PCR method for simultaneous detection of diagnostic DNA markers of five disease and pest resistance genes in potato / K. Mori [et al.] // Euphytica. – 2011. – Vol. 180. – P. 347–355.
18. Song, Ye-Su. Development of STS markers for selection of extreme resistance (Ry_{sto}) to PVY and maternal pedigree analysis of extremely resistant cultivars / Ye-Su Song, A. Schwarzfischer // Am. J. Pot. Res. – 2008. – Vol. 85. – P. 159–170.
19. Detection of simplex RAPD marker linked to resistance to potato virus Y in tetraploid potato / K. Hosaka [et al.] // Am. J. Pot. Res. – 2001. – Vol. 78. – P. 191–196.
20. Поиск источников устойчивости к патогенам среди образцов селекционно-генетических коллекций ВНИИКХ с использованием молекулярных маркеров / В. А. Бирюкова [и др.] // Защита картофеля. – 2015. – №1. – С. 3–7.
21. Genetics of resistance to pest and disease Ch. 7 / I. Simko [et al.] // In: D. Vreugdenhil ed Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives. – Elsevier, 2007. – P. 117–155.
22. Ермишин, А. П. Использование ДНК-маркеров в селекции картофеля (*Solanum tuberosum* L.) / А. П. Ермишин, Е. В. Воронкова, В. И. Лукша // Генетические основы селекции растений : в 4 т. / под науч. ред. А. В. Кильчевского, Л. В. Хотылевой. – Минск : Беларус. навукa, 2014. – Т. 4. Геномные технологии в селекции растений. – С. 243–275.
23. Detection of candidate genes for useful traits applying different molecular tools / E. Ritter [et al.] // In: Potato for a Changing World (Abstracts of Papers and Posters of the 17th triennial EAPR Conference, 6–10 July 2008, Brashov, Romania) / Transilvania University of Brasov Publishing House ; S. Chiru [et al.]. – 2008. – P. 60–63.
24. Оценка исходного материала картофеля по составу и аллельному состоянию генов устойчивости к болезням и вредителям с целью оптимизации подбора родительских форм для гибридизации: методические рекомендации / А. П. Ермишин [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2016. – 55 с.
25. 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.
26. Germplasm release: Saikai 35, a male and female fertile breeding line carrying *Solanum Phureja*-derived cytoplasm and potato cyst nematode resistance (H1) and potato virus Y resistance (Ry_{chc}) genes / K. Mori [et al.] // Am. J. Pot. Res. – 2012. – Vol. 89. – P. 63–72.
27. Методика исследований по культуре картофеля / Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, НИИ картофельного хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М. : Колос, 1967. – 225 с.
28. Методические указания по созданию и оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к штаммам вирусов / сост. А. Л. Амбросов [и др.]; БелНИИЗР, БелНИИКПО. – М., 1983. – 16 с.

Поступила в редакцию 14.11.2019 г.

N. V. RUSETSKIY, E. V. VORONKOVA

**PCR-ASSESSMENT AND DISCRIMINATING OF POTATOES
INITIAL MATERIAL WHICH ORIGINATES FROM DIFFERENT
WILD SPECIES AND POSSESSES GENES OF IMMUNITY TO PVY**

SUMMARY

The results of PCR-identification of extra resistance genes to PVY (Ry_{adg} , Ry_{sto} , $Ry-f_{sto}$, Ry_{chc}) between complex interspecific potatoes hybrids and discriminating from that initial material genotypes with immunity to virus are presented in the article. The gained data testify the possibility of combination in one genotype of genes from different gene sources. Assigned potatoes genotypes can be utilized in breeding gene sources of different genes of extra resistance to Y-virus.

Key words: potatoes, extra resistance (immunity), PVY, PCR, resistance gene, DNA-marker, hybrid, wild species, inoculation.

УДК 635.21:632.444.2:631.524.86

А. В. Чашинский, Т. В. Семанюк

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОМАТИЧЕСКИХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ СОЗДАНИИ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА, УСТОЙЧИВОГО К ФИТОФТОРОЗУ

РЕЗЮМЕ

*В результате вовлечения в селекционный процесс соматических гибридов, полученных на основе диких видов картофеля *S. bulbocastanum*, *S. polyadenium*, *S. etuberosum*, созданы перспективные сложные межвидовые гибриды для селекции на фитофтороустойчивость. В качестве исходных форм для селекции на комплексную устойчивость к фитофторозу рекомендуются гибриды 42-13-20, 147-09-9, 155-13-29 и 50-12-2.*

Ключевые слова: селекция, картофель, соматические гибриды, исходный материал, фитофтороз, продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь фитофтороз является наиболее вредоносным заболеванием на картофеле. Оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary наносит прямой ущерб за счет поражения ботвы картофеля, что приводит к снижению урожая до 50–80 % [1]. Поражение клубней картофеля патогеном до и во время уборки с последующим их загниванием и развитием на них сапрофитных организмов в период хранения также способствует значительному снижению урожая. В эпифитотийные годы *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary способен поражать картофель на протяжении всей вегетации, начиная со времени появления всходов до естественного отмирания ботвы.

Кроме того, ситуация с фитофторозом в республике усугубляется с появлением A_2 -типа совместимости. Значительно усложнился расовый состав, расширился спектр вирулентности, повысились агрессивность патогена, резистентность к существующим фунгицидам [2, 3]. Опасность фитофтороза также обусловлена его высокой внутрипопуляционной изменчивостью. Так, Ю. Т. Дьяковым установлено, что частота спонтанных мутаций по одному локусу на одном гектаре может достигать 1000. Поэтому независимо от наличия или отсутствия половой рекомбинации один мутационный процесс способен обеспечить необходимый для всевозможных адаптаций уровень изменчивости [4].

Наиболее перспективным методом борьбы с точки зрения экологии и экономики является создание сортов, обладающих высокой степенью устойчивости к фитофторозу. Перспективность селекционной работы по данному направлению напрямую зависит от наличия соответствующего высокоустойчивого исходного материала. Его создание возможно лишь путем интрогрессии генов устойчивости от диких, примитивных и культурных видов Северной и Южной Америки в современные сорта. Именно они являются богатейшими источниками устойчивости картофеля к болезням, вредителям и экстремальным факторам внешней среды, поэтому широкое использование

генофонда картофеля, устойчивого к возбудителю фитофтороза, позволяет получать принципиально новый исходный материал для селекции на фитофтороустойчивость [5–9].

Одним из эффективных способов насыщения исходного и селекционного материала генами от диких сородичей культурного картофеля является межвидовая гибридизация. Однако из-за физиологической и генетической несовместимости ряда диких видов отдаленная гибридизация картофеля является трудновыполнимой и малоэффективной. Перспективным способом преодоления нескрещиваемости является слияние протопластов соматических клеток исходных родительских форм [10]. Соматическая гибридизация – это метод создания неполных гибридов путем слияния изолированных протопластов, полученных из соматических клеток. Ценность соматической гибридизации заключается еще в том, что она дает возможность не только объединить в ядре нового генотипа гены различных диких видов, но и объединить в гибридной клетке цитоплазматические гены исходных родительских форм.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в 2009–2018 гг. В качестве материнских форм для создания нового исходного материала, устойчивого к фитофторозу, использовали соматические гибриды, созданные в лаборатории генетики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» на основе диких видов картофеля *S. bulbocastanum*, *S. polyadenium*, *S. etuberosum*:

1. 503-55 (получен на основе *S. bulbocastanum*): средняя продуктивность – 1060 г/куст; среднее содержание крахмала – 17,0 %; устойчивость к фитофторозу (балл): листья – 6,2; клубни – 8,2. Имеет высокую полевую устойчивость к Y-вирусу. На основании молекулярного маркирования установлено наличие в образце SCAR-маркера *Blb1*.

Наличие у образцов маркеров *Blb1*, *blb2*, *blb3* позволяет установить присутствие гена устойчивости к *Ph. infestans* от дикого вида *S. bulbocastanum*.

2. 815-95 (получен на основе *S. bulbocastanum*): среднепоздний, средняя продуктивность – 900 г/куст; среднее содержание крахмала – 15,5 %; устойчивость к фитофторозу (балл): листья – 6,7; клубни – 7,8. Имеет сверхчувствительную реакцию на заражение Y-вирусом. На основании молекулярного маркирования установлено наличие в образце SCAR-маркеров *Blb1* и *R3b*. SCAR-маркер *R3b* позволяет определить одноименные гены устойчивости к *Ph. infestans* вида *S. demissum*.

3. Sc5-19 (получен на основе *S. bulbocastanum*): поздний, средняя продуктивность – 990 г/куст; среднее содержание крахмала – 13,4 %; устойчивость к фитофторозу (балл): листья – 7,8; клубни – 9,0. Имеет высокую полевую устойчивость к Y-вирусу. На основании молекулярного маркирования установлено наличие в образце SCAR-маркеров *Blb1*, *blb2*, *blb3* и *R3b*.

4. 501-48 (получен на основе *S. bulbocastanum*): среднепоздний, средняя продуктивность – 760 г/куст; среднее содержание крахмала – 16,9 %; устойчивость к фитофторозу (балл): листья – 6,7; клубни – 8,8. На основании молекулярного маркирования установлено наличие в образце SCAR-маркера *Blb1*.

5. 0701-52 (получен на основе *S. polyadenium*): среднепоздний, продуктивность – 1060 г/куст; среднее содержание крахмала – 17,0 %; устойчивость к фитофторозу (балл): листья – 5,0; клубни – 5,0. Имеет высокую полевую устойчивость к Y-вирусу.

6. B14-16 (получен на основе *S. etuberosum*): продуктивность – 890 г/куст. Характеризуется средней устойчивостью к фитофторозу по листьям и клубням. Содержание крахмала – 16,0 %. Имеет высокую полевую устойчивость к вирусам Y и L.

В качестве отцовских форм были взяты сорта и гибриды, устойчивые к грибным, вирусным и бактериальным заболеваниям в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками. Сорт Бриз и гибриды ранней и среднеранней группы спелости 072861-46, 092924-52, 032532-7, обладающие средней и относительно высокой устойчивостью клубней, были включены в гибридизацию с целью снижения позднеспелости у гибридов, полученных на основе видов *S. bulbocastanum* и *S. polyadenium*. Для получения гибридов с более сложной генетической основой в качестве опылителей были взяты формы 8492-1, 106y07-22, 206.161-11 и 191-03-5, полученные на основе видов *S. andigenum*, *S. verrucosum*, *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. chacoense* и *S. phureja*. Данные гибриды созданы в отделе селекции и лаборатории генетики РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

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 гибридов картофеля на устойчивость к фитофторозу по ботве в полевых условиях и устойчивости клубней к фитофторозу в лабораторных условиях проводили согласно методическим указаниям [12]. Оценку хозяйственно ценных признаков у сортообразцов картофеля проводили в соответствии с Международным классификатором СЭВ [13] и Методическими указаниями по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля [14]. Учет урожая и его структуры, определение содержания крахмала, оценку столовых качеств проводили согласно Методике исследований по культуре картофеля [15]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием общепринятых в биологии статистических методов [16].

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

В 2009–2015 гг. для создания фитофтороустойчивых гибридов на основе соматических гибридов, полученных при использовании видов *S. bulbocastanum*, *S. polyadenium*, *S. etuberosum*, выполнено 79 комбинаций скрещиваний. В гибридизацию были вовлечены пять из шести соматических гибридов. Скрещивания с образцом Sc5-19 оказались нерезультативными. Ягоды завязались у 28 комбинаций (процент результативности скрещиваний 35,4 %).

Самый высокий процент завязываемости ягод (87,5–100,0) отмечен в популяциях 283-15 и 258-15, где в качестве родительской формы использовался образец В14-16 (табл. 1). В этих комбинациях количество семян на одну ягоду было самым большим (173–181 шт.). Высоким процентом завязываемости ягод (69,2–86,7) характеризовались популяции 178-14, 109-13 и 42-13, полученные при скрещивании материнской формы 0701-52 с сортом Бриз и гибридами 8492-1 и 072861-46. Исключение отмечено у популяции 155-13, где процент завязываемости составил 30,8, а количество семян на одну ягоду было довольно высоким – 125 шт. Завязываемость на уровне 62,5 % отмечена у популяции 156-13, полученной при использовании в качестве родительской формы образца 815-95, полученного на основе вида *S. bulbocastanum* и сложного межвидового гибрида 206.161-11. Количество семян на одну ягоду составило 60 шт. При вовлечении в селекционный процесс образца 501-45 процент завязываемости составил 12,5–25,0.

58 Таблица 1 – Результативность гибридизации соматических гибридов, полученных на основе видов *S. bulbocastanum*, *S. polyadenium*, *S. etuberosum* с межвидовыми гибридами картофеля

Селекционный номер	Происхождение	Опылено цветков, шт.	Получено ягод, шт.	Получено семян, шт.	Процент завязываемости ягод	Количество семян на одну ягоду, шт.	Получено клубней, шт.	Отобрано образцов, шт.	Процент отбора
178-14	0701-52×8492-1	24	17	2400	70,8	141	156	7	4,5
109-13	0701-52×Брыз	15	13	2200	86,7	169	174	28	16,1
61-14	В14-16×к-225706-3	30	17	1800	56,7	106	100	17	17,0
42-13	0701-52×072861-46	26	18	1700	69,2	94	130	39	30,0
283-15	В 14-16×106у07-22	6	6	1100	100,0	183	22	4	18,2
258-15	В 14-16×206.161-11	8	7	1200	87,5	171	56	7	12,5
155-13	0701-52×206.161-11	26	8	1000	30,8	125	160	30	18,8
130-16	В 14-16×092924-52	13	8	950	61,5	119	60	12	20,0
139-16	В 14-16×092924-52	11	6	800	54,5	133	50	8	16,0
147-09	503-55×191-03-5	20	5	450	25,0	90	54	10	18,5
156-13	815-95×206.161-11	8	5	300	62,5	60	60	4	6,7
143-14	501-48×032532-7	43	1	150	2,3	150	12	1	8,3
50-12	503-55×032532-7	16	2	69	12,5	35	53	16	30,2

Количество семян на одну ягоду колебалось от 35 шт. (популяция 50-12) до 90 шт. (популяция 147-09). Самым низким процентом завязываемости (2,3) характеризовалась популяция 143-14, полученная на основе гибрида 501-48 с образцом 032532-7. Количество семян на одну ягоду было достаточно высоким и составило 150 шт.

Согласно схеме селекционного процесса семена, полученные в результате гибридизации, высевали в стеллажной теплице в условиях селекционно-гибридного модуля для получения первого клубневого поколения. Затем полученные клубни выращивали на селекционном севообороте в открытом грунте. По результатам визуальной оценки проведена браковка образцов, пораженных грибными, вирусными и бактериальными болезнями, а также слаборазвитых растений. Были отобраны гибриды с комплексом таких хозяйственно ценных признаков, как устойчивость к фитофторозу, компактное гнездо, форма клубней, высокая продуктивность и устойчивость к вирусным болезням.

Самый высокий процент отбора (20,0–30,2) отмечен у комбинаций 42-13, 50-12 и 130-16, полученных при скрещивании образцов 0701-52, 503-55 и В 14-16 с гибридами ранней группы спелости 072861-46, 032532-7 и 092924-52. У комбинаций 147-09, 155-13 и 283-15 отбор гибридов с комплексом хозяйственно ценных признаков составил 18,2–18,8 %. Здесь в качестве материнских форм также использовались гибриды 0701-52, 503-55 и В14-16, а в качестве отцовских образцов – сложные межвидовые гибриды 191-03-5, 206.161-11 и 106у07-22. Остальные изученные комбинации характеризовались более низким процентом отбора образцов с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Далее гибридные популяции, полученные на основе соматических гибридов, были изучены по признаку устойчивости к фитофторозу листьев на естественном инфекционном фоне. Всего проанализировано потомство 10 комбинаций скрещиваний. Характеристика гибридных популяций по фитофтороустойчивости листьев представлена в таблице 2.

Среднеарифметический балл устойчивости к фитофторозу листьев в гибридных популяциях составил от 3,7 до 5,6. Процент гибридов с устойчивостью 7–9 баллов – от 14,3 до 61,9. Самая высокая среднепопуляционная устойчивость к патогену (5,0–5,6 балла) отмечена в популяциях 155-13, 147-09 и 156-13. Процент гибридов с относительно высокой устойчивостью к патогену в этих семьях составил 50,0–61,9.

У популяции 133-14 среднеарифметический балл устойчивости составил 4,9, а процент гибридов с относительно высокой устойчивостью к фитофторозу листьев – 52,6.

Таблица 2 – Характеристика гибридных популяций картофеля, полученных на основе соматических гибридов, по признаку устойчивости к фитофторозу листьев, 2009–2019 гг.

Гибридная популяция	Происхождение	X, балл	σ, балл	CV, %	Lim, балл	Процент гибридов с устойчивостью 7–9 баллов
156-13	815-95×206.161-11	5,6	2,1	37,5	1–7	61,9
147-09	503-55×191-03-5	5,5	1,7	30,9	3–7	50,0
155-13	0701-52×206.161-11	5,0	2,4	48,0	1–7	50,0
178-14	0701-52×8492-1	4,9	2,5	51,0	1–7	52,6
61-14	В 14-16×к-225706-3	4,3	2,4	55,8	1–7	33,4
49-12	501-48×032532-7	4,2	2,3	54,8	1–7	20,0
107-15	В 14-16×092924-52	4,2	2,3	54,8	1–7	20,0
42-13	0701-52×072861-46	4,0	2,5	62,5	1–7	30,0
50-12	503-55×032532-7	3,9	2,5	64,1	1–7	28,6
109-13	0701-52×Бриз	3,7	2,4	64,9	1–7	14,3

В остальных популяциях средний уровень устойчивости к фитофторозу не превышал 4,3 балла, при этом отбор гибридов с относительно высокой устойчивостью к фитофторозу в некоторых был на уровне 14,3–33,4 %. Коэффициент вариации признака был высоким – 30,9–64,90 %.

Полученные гибридные популяции (за исключением популяции 156-13) были изучены по признаку устойчивости клубней к фитофторозу. Оценка проводилась на искусственном инфекционном фоне в лабораторных условиях.

Средняя устойчивость потомства к фитофторозу клубней составила от 5,1 до 7,3 балла в зависимости от популяции. Процент гибридов с устойчивостью 7–9 баллов колебался от 0 до 68,4. Характеристика гибридных популяций по фитофтороустойчивости клубней представлена в таблице 3.

Самая высокая устойчивость к патогену (7,3 балла) отмечена в популяции 178-14. Процент гибридов с устойчивостью 7–9 баллов в этой популяции составил 68,4, коэффициент вариации – 19,2 %, что свидетельствует об эффективном генетическом контроле признака фитофтороустойчивости клубней.

Остальные изученные гибридные комбинации характеризовались средней устойчивостью к патогену – 5,1–6,8 балла. Количество форм с относительно высокой и высокой устойчивостью к патогену в этих популяциях изменялось от 0 до 66,7 %. Коэффициент вариации колебался от 13,6 до 48,4 %.

В результате изучения гибридных комбинаций по устойчивости листьев и клубней к фитофторозу, продуктивности и содержанию крахмала и по ряду других хозяйственно ценных признаков, представляющих практический интерес для селекции, выделены образцы картофеля – источники устойчивости к данному заболеванию (табл. 4).

На основании проведенных исследований по устойчивости к фитофторозу листьев в полевых условиях выделено 10 гибридов, характеризующихся относительно высокой устойчивостью к патогену. По результатам лабораторной оценки клубней у 13 гибридов отмечена относительно высокая, высокая и очень высокая устойчивость (7–9 баллов) к фитофторозу. Комплексной устойчивостью к фитофторозу как по листьям, так и по клубням характеризовались четыре гибрида: 42-13-20, 147-09-9, 155-13-29 и 50-12-2. Данные образцы рекомендуются в качестве исходных форм для селекции на комплексную устойчивость к фитофторозу.

Продуктивностью свыше 1000 г/куст обладали практически все полученные гибриды. Исключение составили образцы 147-09-9, 155-13-29, 147-09-4 и 42-13-15, у которых

Таблица 3 – Характеристика гибридных популяций картофеля, полученных на основе соматических гибридов, по признаку устойчивости к фитофторозу клубней, 2009–2019 гг.

Гибридная популяция	Происхождение	X, балл	σ, балл	CV, %	Lim, балл	Процент гибридов с устойчивостью 7–9 баллов
178-14	0701-52×8492-1	7,3	1,4	19,2	4,9–9,0	68,4
61-14	В 14-16×к-225706-3	6,8	1,6	23,5	3,6–8,0	66,7
42-13	0701-52×072861-46	6,8	1,6	23,5	5,1–9,0	30,0
147-09	503-55×191-03-5	6,4	3,1	48,4	3,2–9,0	50,0
50-12	503-55×032532-7	6,5	1,3	20,0	5,0–8,0	42,8
49-12	501-48×032532-7	5,9	0,8	13,6	5,0–7,0	20,0
109-13	0701-52×Бриз	5,8	1,6	27,6	4,3–8,2	28,5
107-15	В 14-16×092924-52	5,6	0,9	16,1	4,3–6,8	0,0
155-13	0701-52×206.161-11	5,1	1,5	29,4	2,4–7,3	20,0

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 4 – Характеристика сложных межвидовых гибридов картофеля, полученных на основе соматических гибридов

Селекционный номер	Происхождение	Группа спелости	Устойчивость к фитофторозу, балл		Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %
			листья	клубни		
42-13-20	0701-52×072861-46	Поздний	7,0	8,9	1540	15,9
147-09-9	503-55×191-03-5	Поздний	7,0	8,7	900	16,9
155-13-29	0701-52×206.161-1	Поздний	7,0	8,2	913	13,4
50-12-2	503-55×032532-7	Поздний	7,0	7,4	1330	17,8
61-14-5	В 14-16×к-225706-3	Поздний	7,0	6,9	1185	16,6
61-14-8	В 14-16×к-225706-3	Поздний	7,0	6,6	1450	18,1
61-14-9	В 14-16×к-225706-3	Поздний	7,0	6,1	1190	16,1
155-13-4	0701-52×206.161-1	Поздний	7,0	6,0	1 417	18,7
42-13-36	0701-52×072861-46	Поздний	7,0	6,0	1520	12,2
155-13-3	0701-52×206.161-1	Поздний	7,0	4,9	1 223	15,4
42-13-30	0701-52×072861-46	Среднепоздний	5,0	9,0	1350	11,2
147-09-4	503-55×191-03-5	Поздний	5,0	8,2	980	14,8
50-12-4	503-55×032532-7	Поздний	5,0	8,0	1085	13,0
42-13-7	0701-52×072861-46	Среднепоздний	5,0	7,6	1560	14,6
155-13-26	0701-52×206.161-1	Среднепоздний	5,0	6,6	1 123	16,1
107-15-8	В 14-16×092924-52	Поздний	5,0	4,3	1150	16,1
178-14-20	0701-52×8492-1	Поздний	3,0	7,8	1500	13,3
178-14-23	0701-52×8492-1	Поздний	3,0	7,7	1600	12,8
42-13-15	0701-52×072861-46	Среднепоздний	3,0	6,8	820	15,4
42-13-38	0701-52×072861-46	Среднепоздний	3,0	6,7	1170	12,0
50-12-14	503-55×032532-7	Среднепоздний	3,0	6,4	1325	13,8
42-13-17	0701-52×072861-46	Среднепоздний	3,0	6,1	1277	12,9
107-15-6	В 14-16×092924-52	Среднепоздний	3,0	5,6	1775	17,8
178-14-17	0701-52×8492-1	Среднепоздний	3,0	5,1	1465	15,4
109-13-6	0701-52×Бриз	Среднепоздний	3,0	5,0	1248	11,5
178-14-4	0701-52×8492-1	Среднепоздний	1,0	8,9	1400	13,0
178-14-27	0701-52×8492-1	Среднепоздний	1,0	7,4	1235	15,3
178-14-1	0701-52×8492-1	Среднепоздний	1,0	7,3	1140	14,8
49-12-1	501-48×032532-7	Среднепоздний	1,0	6,4	1775	15,5
109-13-1	0701-52×Бриз	Среднепоздний	1,0	6,4	1473	11,4
178-14-3	0701-52×8492-1	Среднепоздний	1,0	6,2	1240	14,4
178-14-8	0701-52×8492-1	Среднепоздний	1,0	5,8	1005	16,5

продуктивность была 820–980 г/куст. По содержанию крахмала в клубнях выделились гибриды 155-13-4 и 61-14-8 с крахмалистостью 18,1–18,7 %.

Гибриды 42-13-20, 50-12-2, 155-13-29 и 147-09-9 характеризуются относительно высокой и высокой устойчивостью листьев и клубней к фитофторозу в сочетании с продуктивностью на уровне 900–1540 г/куст. Содержание крахмала у этих образцов составило от 13,4 до 17,8 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Самый высокий процент завязываемости ягод (69,2–100,0) отмечен в популяциях, где в качестве родительской формы использовались образцы В14-16 и 0701-52. Количество семян на одну ягоду в этих популяциях было самым высоким (141–183 шт.).

2. Самый высокий процент отбора (20,0–30,2) гибридов с комплексом таких хозяйственно ценных признаков, как устойчивость к фитофторозу, компактное гнездо, форма клубней, высокая продуктивность и устойчивость к вирусным болезням, отмечен у комбинаций 42-13, 50-12 и 130-16, полученных при скрещивании образцов 0701-52, 503-55 и В 14-16 с гибридами ранней группы спелости 072861-46, 032532-7 и 092924-52.

3. В результате вовлечения в селекционный процесс соматических гибридов, полученных на основе диких видов картофеля *S. bulbocastanum*, *S. polyadenium*, *S. etuberosum*, созданы перспективные межвидовые гибриды для селекции на фитофтороустойчивость и другие хозяйственно ценные признаки.

4. В качестве исходных форм для селекции на комплексную устойчивость к фитофторозу рекомендуются гибриды 42-13-20, 147-09-9, 155-13-29 и 50-12-2.

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 внутрироссийские проблемы / Ю. Т. Дьяков // Природа. – 2002. – № 1. – С. 33–39.
5. Подгаецкий, А. А. Генетические ресурсы картофеля / А. А. Подгаецкий // Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / Ин-т картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2003. – С. 108–190.
6. Киру, С. Д. Генетические ресурсы картофеля ВИР – один из главных источников исходного материала для селекции / С. Д. Киру // Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / Ин-т картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2003. – С. 200–206.
7. 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.
8. Колобаев, В. А. Межвидовые гибриды картофеля, подавляющие размножение фитофтороза / В. А. Колобаев // Материалы Всерос. науч.-координационной конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. К. З. Будина, 28–29 июля 2009 г. / ВИР. – СПб., 2009. – С. 50–58.
9. Вовлечение в практическую селекцию межвидового гибридного материала картофеля, созданного на основе редко используемых диких видов картофеля / В. А. Козлов [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2013. – Т. 21. – С. 93–103.
10. Orczyk, W. Somatic hybrids of *Solanum tuberosum* – application to genetics and breeding / W. Orczyk, J. Przetakiewicz, A. Nadolska-Orczyk // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 2003. – Vol. 74. – P. 1–13.
11. Родионова, З. П. Гибридизация картофеля на срезанных стеблях / З. П. Родионова // С.-х. информация. – 1971. – № 2. – С. 35–36.

12. 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.
13. Международный классификатор СЭВ видов картофеля. – Л., 1984. – 39 с.
14. Методические указания по оценке и поддержанию мировой коллекции картофеля / Всесоюз. ин-т растениеводства ; сост. С. М. Букасов [и др.]. – Л., 1976. – 30 с.
15. Методика исследований по культуре картофеля / Отд. растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, НИИ картоф. хоз-ва ; редкол. : Н. А. Андрушина [и др.]. – М., 1967. – 225 с.
16. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

Поступила в редакцию 05.11.2019 г.

A.V. CHASHINSKIY, T. V. SEMANYUK

POTATOES SOMATIC HYBRIDS USE IN THE PROCESS OF INITIAL MATERIAL OBTAINING RESISTANT TO LATE BLIGHT

SUMMARY

*Complex interspecific hybrids with potential for use in breeding for late blight resistance have been obtained by involvement in the breeding process of somatic hybrids produced on the basis of wild potatoes species: *S. bulbocastanum*, *S. polyadenium*, *S. tuberosum*. The hybrids 42-13-20, 147-09-9, 155-13-29 and 50-12-2 are recommended as the initial forms in breeding program for complex resistance to late blight.*

Key words: breeding, potatoes, somatic hybrids, late blight, initial material, productivity.

РАЗДЕЛ 3

ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:631.527:631.5

С. К. Бомок

Институт защиты растений Национальной академии аграрных наук
Украины, г. Киев, Украина
E-mail: sveta029009@ukr.net

ПОТЕРИ УРОЖАЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ И НЕМАТОДОФАУНЫ НА ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТАХ КАРТОФЕЛЯ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

*В результате двухлетней оценки повреждения клубней при хранении 10 сортов картофеля оказалось, что наиболее сильно поражались сорта Монте-Карло, Лабелла, Марлен, Беллароза, Барвина и Соряя (повреждено 5–7 % клубней от общего числа), а наименее – Каррера, Венди, Тоскана, Бельмондо (0,5–3,5 % клубней). Наименьшие потери урожая (0,2–1,9 %) были на сортах Венди, Тоскана с низкими показателями поражения клубней, а наибольшие (13,0–18,9 %) – на сортах с наибольшим процентом пораженных клубней крупноплодных сортов Соряя, Барвина, Лабелла. Фитопаразитических нематод в клубнях не обнаружено, однако присутствовали сапробиотические виды: *Panagrolaimus rigidus*, *Eucephalobus mucronatus*, *Caenorhabditis elegans*. Грибы *Fusarium* spp. были обнаружены на клубнях сортов Барвина, Соряя, Монте-Карло, Лабелла, Бельмондо и Беллароза. Грибы *Alternaria* spp. выявлены лишь на клубнях картофеля сортов Соряя и Марлен. На сортах Каррера, Венди и Тоскана нами не обнаружено ни нематод, ни грибов.*

Ключевые слова: картофель, потери урожая, нематоды, фитопатогенные грибы, Полесье Украины.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из основных технических сельскохозяйственных культур в Украине и один из мировых лидеров валового производства. В основном выращивают картофель в условиях Полесья (около 60 %) и Лесостепи (30 %). Средняя урожайность клубней картофеля в благоприятные годы достигает 125–130 ц/га, а в частном секторе на приусадебных участках – 200–300 ц/га, хотя климатические условия Украины позволяют выращивать в зоне Полесья и Лесостепи до 400 ц/га картофеля [6].

Проблема потери урожая картофеля от болезней грибного и нематодного происхождения на сегодня одна из наиболее актуальных для картофелеводства, поскольку ежегодные потери составляют от 10 до 60 % [1]. Более того, положение усугубляется тем, что данные болезни не только снижают урожайность и товарность в процессе вегетации культуры, но и продолжают наносить ущерб во время хранения урожая в специализированных хозяйствах. Наиболее вредоносными болезнями при хранении картофеля являются мокрая бактериальная гниль, сухая фузариозная гниль, смешанные гнили и альтернариоз, а также болезни, способствующие развитию гнилей: фитофтороз, фомоз,

кольцевая гниль и разные виды парши. Кроме того, очень опасна клубневая нематода картофеля *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945 – фитопаразит, который разрушает ткани клубней, вызывая опасное заболевание дитилехоз, и содействует появлению комплексного заболевания, в котором участвуют и другие патогенные организмы, ускоряющие процесс гниения клубней картофеля [8].

Последние десятилетия в Украине происходит изменение климата, которое проявляется в увеличении температуры воздуха в вегетационный период растений, что повышает вероятность расширения ареала фитопатогена, особенно представителей грибов рода *Alternaria spp.* и *Fusarium spp.* [7].

Выявление и определение возбудителей болезней в условиях Полесья Украины является актуальным направлением исследований, поскольку картофель – важный объект отечественного сельскохозяйственного производства.

Цель наших исследований – выявить и установить потери урожая картофеля, пораженного микозами и нематодами на различных интродуцированных сортах при хранении.

Объект исследований – сорта картофеля зарубежной селекции, фитопатоконплексы грибов, нематод.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В 2018–2019 гг. в картофелехранилище ЧП «Импак» (г. Андрушевка Житомирской области, Украина) было выбрано десять сортов картофеля зарубежной селекции, из них шесть немецких (Барвина, Бельмондо, Лабелла, Венди, Беллароза, Тоскана), два голландских (Каррера, Марлен), один бельгийский (Сорая) и один датский (Монте-Карло).

Отбор клубней с болезнями картофеля и механическими повреждениями проводили согласно ДСТУ 4014-2001. В каждом случае исследовали по 200 клубней картофеля каждого сорта.

Выделение нематод из клубней проводили согласно общепринятым методикам [4, 11]. Из 1 т посадочного картофеля в 10 разных местах отбирали средний образец из 200 клубней. Из отобранного картофеля выделяли клубни с внешними признаками фитопатогенов грибного и нематодного происхождения. Образцы доставляли в лабораторию для дальнейшего анализа. Распространение болезней определяли по следующей формуле:

$$P = \frac{n \times 100}{N},$$

где P – распространение болезни, %;

N – общее количество растений в пробах, шт.;

n – количество больных растений в пробах, шт.

Для идентификации возбудителей грибных болезней клубней частицы пораженных тканей размещали в чашках Петри на картофельно-глюкозном агаре, где проводили дальнейшее выращивание возбудителей микозов для их выделения в чистую культуру с целью идентификации до родового уровня. Выделение грибов в чистую культуру проводили согласно общепринятым методикам [9].

Видовую идентификацию грибов и нематод проводили по морфологическим признакам с использованием соответствующих определителей [2, 5, 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате двухлетних исследований повреждений картофеля во время хранения установлено, что наиболее сильно поражаются сорта Монте-Карло, Лабелла, Марлен,

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Беллароза, Барвина и Сорая (по 3,5–7,0 % клубней от общего числа), наименее – Каррера, Венди, Тоскана и Бельмондо (0,5–3,5 %) (табл. 1).

Потери урожая картофеля в большинстве случаев для партий с равномерным размером клубней соответствуют количеству пораженных клубней. Однако в случае большего поражения крупных клубней потери урожая возрастают в 2–3 раза и достигают 13,0–18,9 % при количестве пораженных клубней на уровне 6 % (сорта Сорая, Барвина и Лабелла).

Согласно результатам проведенных нематологических исследований, в клубнях исследуемых сортов картофеля не было обнаружено фитопаразитических нематод, а также микогельминтов. Лишь в частицах пораженных тканей клубней сортов Барвина, Сорая, Бельмондо в 2018 и 2019 гг. присутствовал сапробиотический вид нематоды *Panagrolaimus rigidus* (Schneider, 1866) Thorne, 1937 с частотой встречаемости от 43 до 67 % (табл. 2). В отдельные годы *P. rigidus* был выделен из частиц клубней сортов Беллароза и Монте-Карло (2018 г.) с частотой встречаемости 20 и 43 % соответственно.

Таблица 1 – Потери урожая картофеля при хранении в ЧП «Импак», 2018–2019 гг.

Сорт	Количество клубней с признаками болезней, %		Потери урожая, %	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Барвина	3,5	6,0	3,6	18,9
Беллароза	4,5	5,0	4,8	5,4
Бельмондо	1,5	3,5	1,2	8,8
Венди	1,0	1,5	0,7	1,1
Каррера	1,0	3,0	0,6	5,8
Лабелла	5,5	6,0	7,1	13,0
Марлен	5,0	6,5	5,1	6,9
Монте-Карло	7,0	6,0	6,3	6,8
Сорая	4,0	6,0	7,5	15,5
Тоскана	0,5	2,0	0,2	1,9

Таблица 2 – Нематоды и грибы, обнаруженные в клубнях картофеля при хранении в ЧП «Импак», 2018–2019 гг.

Сорт	НЕМАТОДЫ				ГРИБЫ			
	2018 г.		2019 г.		2018 г.		2019 г.	
	Вид	Ч, %	Вид	Ч, %	Род	Ч, %	Род	Ч, %
Барвина	<i>P. rigidus</i> <i>E. mucronatus</i> <i>C. elegans</i>	43 29 57	<i>P. rigidus</i>	46	<i>Fusarium spp.</i>	57	<i>Fusarium spp.</i>	33
Беллароза	–	–	<i>P. rigidus</i>	20	–	–	<i>Fusarium spp.</i>	60
Бельмондо	<i>P. rigidus</i>	67	<i>P. rigidus</i> <i>E. mucronatus</i>	57 57	–	–	<i>Fusarium spp.</i>	43
Венди	–	–	–	–	–	–	–	–
Каррера	–	–	–	–	–	–	–	–
Лабелла	–	–	–	–	<i>Fusarium spp.</i>	72	–	–
Марлен	–	–	–	–	<i>Alternaria spp.</i>	10	–	–
Монте-Карло	<i>P. rigidus</i>	43	–	–	<i>Fusarium spp.</i>	85	–	–
Сорая	<i>P. rigidus</i>	63	<i>P. rigidus</i>	16	<i>Fusarium spp.</i> <i>Alternaria spp.</i>	38 13	<i>Fusarium spp.</i>	50
Тоскана	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. Ч – частота встречаемости вида (рода).

В редких случаях был отмечен *Eucephalobus mucronatus* (Kozłowska, Roguska – Wasilewska, 1963) Andrassy, 1967 (сорт Барвина и Бельмондо) и *Caenorhabditis elegans* (Maupas, 1900) Dougherty, 1953 (сорт Барвина) с частотой встречаемости 29–57 %.

Исследования по оценке фитопатологического состояния клубней показали, что из пораженных болезнями клубней выделяются грибы *Fusarium spp.*, что наблюдалось на сортах Барвина и Сорая на протяжении 2018–2019 гг. с частотой встречаемости от 33 до 57 %. На других сортах *Fusarium spp.* был отмечен в отдельные годы, зато с более высокой частотой встречаемости: сорт Монте-Карло был поражен фузариозом на 85 % (в 2018 г.), Лабелла – на 72 % (в 2018 г.) и сорт Беллароза – на 60 % (в 2019 г.).

Также в 2018 г. на клубнях сортов Сорая и Марлен были отмечены грибы рода *Alternaria spp.* с частотой встречаемости 13 и 10 % соответственно.

На сортах Каррера, Венди и Тоскана нами не обнаружено ни нематод, ни грибов, поэтому можно предположить, что причиной поражения клубней были другие патогенные организмы либо механическое повреждение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам наших исследований установлено, что в условиях Полесья Украины при хранении интродуцированных сортов картофеля потери урожая составляли от 0,2 до 8,8 %, но при поражении только крупных клубней в партиях картофеля с неравномерным размером клубней потери урожая возрастают в 2–3 раза, до 13,0–18,9 %.

Из пораженных тканей выделены сапробиотические нематоды *P. rigidus*, *C. elegans*, *E. mucronatus*. Фитопаразитических нематод, в частности специфического для картофеля патогена – клубневой нематоды картофеля *D. destructor*, в исследуемых образцах нами не обнаружено.

Что касается возбудителей микозов, то наиболее часто встречались грибы рода *Fusarium*, при этом они поражали картофель на 33–85 %. Также выявлены грибы рода *Alternaria* на клубнях сортов Сорая и Марлен (в 2018 г.) с частотой встречаемости всего 10 и 13 % соответственно.

Список литературы

1. Володин, А. И. Оптимизация системы защиты и технология производства семенного картофеля в Московской области / А. И. Володин, А. А. Шестеперов // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : материалы докл. науч. конф., Москва, 17–18 мая 2016 г. / ФГБНУ «ВНИИ фунд. и прикл. паразитологии животных и растений им. К. И. Скрябина». – М., 2016. – Вып. 17. – С. 107–110.
2. Ганнибал, Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria* : метод. пособие / Ф. Б. Ганнибал ; под ред. М. М. Левитина. – СПб. : ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. – 70 с.
3. ДСТУ 4014-2001. Картофель семенной. Отбор проб определения посевных качеств. – М. : Стандартиформ, 2002. – 19 с.
4. ДСТУ 7406:2013. Карантин рослин. Методи фітогельмінтологічної експертизи об'єктів регулювання [Карантин растений. Методы фитогельминтологической экспертизы объектов регулирования]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2014. – 15 с.
5. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / В. И. Билай [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1988. – 588 с.
6. Растениеводство Украины : стат. сб. – Киев : Гос. служба статистики Украины, 2018. – 222 с.

7. Ретъман, С. В. Динамика развития болезней листьев пшеницы озимой / С. В. Ретъман, Т. М. Кислых, О. В. Шевчук // Карантин и защита растений. – 2014. – № 10–11. – С. 6–9.
8. Руденко, Ю. Ф. Як взаємодіють хвороби картоплі / Ю. Ф. Руденко, В. М. Положенець, Л. В. Немерицька // Захист рослин. – 2000. – № 10. – С. 7.
9. Чумаков, А. Е. Основные методы фитопатологических исследований / А. Е. Чумаков, И. И. Минкевич, Ю. И. Власов. – М. : Колос, 1974. – 191 с.
10. Goodey, T. Soil and freshwater nematodes / T. Goodey ; 2nd. ed., rewritten by J. B. Goodey. – London : Methuen, 1963. – 544 p.
11. PM 7/119 (1) Nematode extraction / EPPO Bulletin 43, 2013. – P. 471–495.

Поступила в редакцию 07.11.2019 г.

S. K. BOMOK

REDUCTION IN YEILD, DISTRIBUTION OF PLANT PHYTOGENIC FUNGI AND NEMATODOFAUNA ON NATURALIZED POTATOES VARIETIES DURING STORAGE

SUMMARY

*As a result of a two-year assessment of the damage to potatoes tubers during the storage of 10 varieties, it turned out that the varieties of Monte-Carlo, Labella, Marlene, Bellarose, Barvina and Soraya were the most affected (5–7 % of the total tubers were damaged), and the least affected were Carrera, Wendy, Toskana, Belmondo (0.5–3.5 %). The lowest crop losses (0.2–1.9 %) were on the Wendy, Toscana varieties with low tuber lesion rates and the largest (13.0–18.9 %) were on the varieties with the highest percentage of the large-fruit tuber-affected Soraya, Barvina, Labella varieties. Phytoparasitic nematodes were found in tubers but saprobiotic species were present: *Panagrolaimus rigidus*, *Eucephalobus mucronatus*, *Caenorhabditis elegans*. *Fusarium* spp. fungi were found on tubers of varieties of Barvina, Soraya, Monte-Carlo, Labella, Belmondo and Bellarose. *Alternaria* spp. fungi were found only on the potatoes tubers of Soraya and Marlene varieties. We found no nematodes or fungi on Carrera, Wendy and Toscana varieties.*

Key words: potatoes, reduction in yeild, nematodes, phytogetic fungi, Polesye of Ukraine.

УДК 235.61:632.38

В. А. Козлов, Н. В. Русецкий, А. В. Чашинский

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: wiko@mail.ru

**ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ И СТРУКТУРЫ
ПОПУЛЯЦИЙ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ КАРТОФЕЛЯ
В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ****РЕЗЮМЕ**

Приведены результаты изучения распространенности и структуры популяций вирусных болезней картофеля в Брестской области. Установлено, что относительно благоприятная вирусологическая обстановка в посадках картофеля сложилась в Ивановском районе. Наибольшее количество вирусной инфекции на картофеле выявлено в Ляховичском и Пружанском районах.

Ключевые слова: картофель, сорт, вирусные болезни, репродукция, ИФА, Брестская область, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

За последние двадцать лет в Беларуси в связи с изменением климата существенно изменилась фитопатологическая ситуация на картофеле. Особенно возросла вредоносность вирусных болезней, что связано с изменением их штаммового состава, а также с изменением численности и видового состава тлей – основных переносчиков вирусов. Каждый дополнительный процент поражения тяжелыми формами вирусных болезней посадок картофеля приводит к снижению урожайности клубней на 0,5–0,6 %. Вирусные болезни являются основной причиной вырождения сортов, приводя к значительным потерям урожая, которые могут достигать 70–85 %. Из описанных в литературе вирусов картофеля, которые, в свою очередь, имеют большое количество штаммов, 6–9 наносят значительный вред посадкам картофеля [1].

Вирусы распространены во всех странах и регионах, где возделывается картофель, однако видовой их состав и степень пораженности посадок картофеля различны в зависимости от природных и хозяйственных условий, сортов, состояния семеноводства. К настоящему времени в мире известно около 50 вирусов картофеля. В Республике Беларусь повсеместно распространены вирусы X (PVX), Y (PVY), M (PVM), L (PLRV) и S (PVS). Ограниченное распространение имеют вирусы A (PVA) и F (PAMV) [2]. В природе выделяют следующие пути распространения вирусов растений: передача вирусов посредством переносчика (тлями, цикадками, клещами, трипсами, клопами, жуками), почвенными организмами (грибами и нематодами), контактно-механическая передача инфекции, передача инфекции семенами и сорными растениями [3, 4].

Внешнее проявление поражения отдельными вирусами подразделяют на следующие симптомы: морщинистая мозаика, полосчатая мозаика, обыкновенная мозаика, крапчатость, мозаичное закручивание листьев, скручивание листьев, аукуба-мозаика и складчатая мозаика.

Морщинистая мозаика – основным возбудителем является Y-вирус картофеля (YBK), Potato virus Y (PVY). Растения могут поражаться как обычным (Y⁰), так и некротическим (Y^N) штаммом вируса. Вирус передается контактным путем и с помощью насекомых-переносчиков. Основным вектором YBK является персиковая тля (*Myzodes persicae* Sulz.). Иногда YBK присутствует в растениях в скрытой (латентной) форме или же в комплексе с другими вирусами, чаще всего с PVX, PVS, PVA, PVM. Характер симптомов и степень развития болезни зависят от штамма вируса, сорта картофеля и условий его возделывания. Пораженные растения отстают в росте, имеют хлоротичную окраску. Заболевание очень вредоносно. Урожай клубней у пораженных растений может снижаться до 80–90 %.

Полосчатая мозаика – заболевание вызывается YBK обычным штаммом (Y⁰) и проявляется в виде некротизации жилок листьев и темно-коричневых некрозов в углах между ними. Особенно хорошо заметны некрозы с нижней стороны листа. При сильном поражении темно-коричневые некрозы распространяются на черешки листьев и стебли. К концу вегетации растений почти все листья, начиная с нижних, засыхают и повисают на стеблях. В естественных условиях полосчатая мозаика часто сопровождается морщинистостью листьев.

В последние годы широкое распространение в странах Европы получил некротический штамм YBK (Y^{NTN}). Симптомы поражения – некроз жилок листьев и некротические полосы на стеблях. На поверхности клубней в конце вегетации образуются вздутые кольца, которые в период хранения некротизируются и углубляются в мякоть клубня до сосудистого кольца. Пораженные клубни теряют пищевую ценность.

Обыкновенная мозаика – основным возбудителем является X-вирус (XBK), Potato virus X (PVX). Причиной заболевания также могут быть SBK и MBK. В зависимости от штамма вызывает симптомы от слабой мозаики до некротических пятен. На молодых листьях наблюдается светло-зеленая мозаика (пятна различной интенсивности, формы и величины). Так, сильнопатогенный штамм X¹ наряду с интенсивной мозаикой вызывает некротизацию и деформацию листьев. Урожай клубней снижается до 30–40 %.

Крапчатость, или обыкновенная мозаика – возбудитель S-вируса (SBK), Potato virus S (PVS). Этот вирус находится в близком родстве с M-вирусом. Симптомы заболевания чаще всего слабо выражены или же вирус в растениях находится в латентной форме. При заражении самым сильным штаммом S¹ наблюдается яркая мозаика, крапчатость, общий хлороз, измельчение верхних листьев, отставание растений в росте. SBK распространяется механически, тлями, клопами, картофельной коровкой. Может снижать урожай картофеля до 25 %.

Мозаичное закручивание листьев – возбудителем является M-вирус (MBK), Potato virus M (PVM). Вирус передается механически, тлями, клопами и картофельной коровкой. Характерной особенностью заболевания является мозаичное закручивание листьев. Закрученные молодые листья по виду напоминают листья у растений, пораженных ризиктониозом. Заболевание очень вредоносно и в зависимости от сорта и штамма снижает урожай клубней на 30–60 %.

Скручивание листьев – возбудитель L-вируса (BSLK), Potato leafroll virus (PLRV). Симптомы зависят от штамма вируса, сорта, условий его возделывания и времени заражения. При первичной инфекции наблюдается слабое скручивание нижних листьев или заболевание протекает латентно. При вторичной инфекции в начале вегетации растений обнаруживается более интенсивное скручивание листьев вдоль средней жилки. Листья становятся жесткими и шуршащими, нередко с нижней стороны приобретают антоциановую окраску. Пораженные растения хлоротичны и отстают в росте. BCLK

поражает не только листья, но и клубни, на срезе которых обнаруживается сетчатый некроз. Прорастание больных клубней задерживается, наблюдается нитевидность ростков. В естественных условиях вирус передается с помощью тлей. Наиболее активным переносчиком является персиковая тля. Очень вредоносный вирус, который может снижать урожайность до 70 %.

Аукуба-мозаика – возбудителем является вирус аукуба-мозаики, или F-вирус (ВАМК), Potato aucuba mosaic virus (РАМВ). Характерный признак заболевания – яркая желтая пятнистость преимущественно на нижних листьях растений картофеля. Некоторые штаммы вируса вызывают на листьях светло-зеленую мозаику, морщинистость листьев, некроз черешков и стеблей, а также клубней. Широко распространена латентная инфекция ВАМК. Урожай клубней при поражении этим вирусом снижается до 10–15 %. Распространяется контактным способом и тлями.

Складчатая мозаика – возбудитель заболевания А-вирус (АВК), Potato virus A (РВА). Характерным признаком заболевания является деформация листьев в виде волнистости, складчатости, курчавости. Иногда обнаруживается жилковая мозаика, листья выглядят глянцевыми, а кусты развалистыми. Часто А-вирус содержится в растениях совместно с ХВК и УВК, что усиливает его вредоносность. Снижение урожая клубней при комплексной инфекции вирусов достигает 60–80 %. А-вирус распространяется контактным путем и посредством тлей [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили посадки картофеля различных категорий хозяйств шести районов Брестской области: Пружанского, Кореличского, Ивановского, Пинского, Ляховичского и Ивацевичского. Оценку состояния посадок картофеля проводили в 2019 г. в период «бутонизация – цветение» визуально, по внешним симптомам вирусных болезней и методом ИФА. С каждого исследуемого участка отбиралось по 50 проб для выявления скрытой вирусной инфекции и дифференциации вирусов ХВК, УВК, СВК, МКВ, ВСЛК, АВК. Из всех отобранных проб при помощи электрического пресса проведена экстракция сока в микропробирки объемом 1,5 мл, которые закладывали на хранение в морозильную камеру при температуре –18 °С. Анализ проб на наличие вирусной инфекции был осуществлен при помощи ИФА-метода, который выполнялся сотрудниками лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в соответствии с инструкцией НПО по картофелеводству [5] и инструкций фирм производителей наборов.

Визуальный учет вирусных болезней проводили согласно описанным в литературе симптомам вирусных болезней [6–8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Пружанском районе обследованы поля ОАО «Ружаны-Агро», ОАО «Отечество», ОАО «Экспериментальная база «Белоусовщина» и частного сектора.

ОАО «Ружаны-Агро». Сорт Янка, элита: у 52 % растений выявлено мозаичное закручивание, у 14 % растений – скручивание; сорт Скарб, элита: 40 % растений имели мозаичное закручивание, 40 – скручивание и 20 % – закручивание; сорт Лад, элита: 32 % растений с полосчатой мозаикой, 6 – с морщинистой мозаикой, 6 – с обыкновенной мозаикой, 6 – с крапчатостью и 30 % – с мозаичным закручиванием.

ОАО «Отечество». Сорт Бриз, 1-я репродукция: отмечено 30 % растений с мозаичным закручиванием и 10 % – со скручиванием; сорт Манифест, 1-я репродукция: 30 %

растений с мозаичным закручиванием, 4 – с полосчатой мозаикой и 12 % – со скручиванием; Скарб, 1-я репродукция: выявлено 70 % растений с мозаичным закручиванием и 10 % – со скручиванием.

ОАО «Экспериментальная база «Белоусовщина». Сорт Скарб, 1-я репродукция: отмечено 60 % растений с мозаичным закручиванием, 30 – со скручиванием и 10 % – с крапчатостью; сорт Манифест, элита: выявлено 30 % растений с мозаичным закручиванием и 6 % – с морщинистой мозаикой.

Частный сектор № 1. Отмечено 60 % растений с мозаичным закручиванием, 24 – с крапчатостью и 16 % растений – со скручиванием.

Частный сектор № 2. Выявлено 36 % растений со скручиванием, 40 – с мозаичным закручиванием, 20 – с обыкновенной мозаикой и 4 % – с морщинистой мозаикой.

В Каменецком районе обследованы посадки картофеля в ОАО «Александрия-Агро», ОАО «Восход-Агро» и частном секторе.

ОАО «Александрия-Агро». Сорт Зорачка, супер-элита: у 30 % растений обнаружено мозаичное закручивание; сорт Скарб, супер-элита: 40 % растений имели мозаичное закручивание и 40 % – закручивание; сорт Скарб, элита: выявлено 50 % растений с мозаичным закручиванием, 20 – с закручиванием и 10 % – со скручиванием; сорт Манифест, элита: 10 % растений с обыкновенной мозаикой.

ОАО «Восход-Агро». Сорт Бриз, 2-я репродукция: отмечено 44 % растений с мозаичным закручиванием, 14 – с обыкновенной мозаикой, 14 – со скручиванием и 6 % растений – с закручиванием; сорт Волат, 1-я репродукция: выявлено 30 % растений с мозаичным закручиванием, 6 – с обыкновенной мозаикой и 6 % – с крапчатостью.

Частный сектор № 1. На 50 % растений обнаружено мозаичное закручивание и на 50 % – скручивание.

Частный сектор № 2. У 40 % растений выявлено мозаичное закручивание, 20 – крапчатость и 10 % – скручивание.

Частный сектор № 3. У 70 % растений выявлено мозаичное закручивание и у 20 % – скручивание.

В Ивановском районе обследованы посадки картофеля ОАО «Ополь-Агро», ОАО «Псыщево Агро» и ОАО «Агро-Мотоль».

ОАО «Ополь-Агро». Сорт Бриз, 1-я репродукция: выявлено 32 % растений с мозаичным закручиванием; сорт Гала, 1-я репродукция: 60 % растений имели мозаичное закручивание; сорт Бриз, элита: 40 % растений с мозаичным закручиванием.

ОАО «Псыщево Агро». Сорт Манифест, 1-я репродукция: внешних симптомов вирусных болезней не выявлено; сорт Вектар, 1-я репродукция: 20 % растений с обыкновенной мозаикой и 10 % – с мозаичным закручиванием; смесь сортов Гала и Фабула: обнаружено 14 % растений с мозаичным закручиванием.

ОАО «Агро-Мотоль». Сорт Королева Анна, 1-я репродукция: 50 % растений с мозаичным закручиванием; сорт Ред Скарлетт, 1-я репродукция: выявлено 60 % растений с мозаичным закручиванием и 10 % – с обыкновенной мозаикой; сорт Палац, 1-я репродукция: обнаружено 40 % растений с мозаичным закручиванием и по 10 % растений с крапчатостью и скручиванием.

Частный сектор № 1. Выявлено 64 % растений с мозаичным закручиванием, 16 – с крапчатостью, 12 – со скручиванием и 8 % – с обыкновенной мозаикой.

Частный сектор № 2. У 56 % растений отмечено мозаичное закручивание, у 16 – скручивание и у 8 % – обыкновенная мозаика.

В Ляховичском районе обследованы посадки картофеля ОАО «Ляховичский райагросервис», ОАО «Жеребковичи» и СПК «Ляховичский».

ОАО «Ляховичский райагросервис». Сорт Манифест, элита: выявлено 40 % растений с обыкновенной мозаикой; сорт Скарб, 1-я репродукция: 56 % растений имели скручивание, 29 – крапчатость, 14 – обыкновенную мозаику и 6 % – мозаичное закручивание.

ОАО «Жеребковичи». Сорт Бриз, 2-я репродукция: у 36 % растений выявлена крапчатость, у 30 – мозаичное закручивание, по 6 % растений имели скручивание, обыкновенную мозаику и морщинистую мозаику; сорт Скарб, 2-я репродукция: у 40 % растений выявлено мозаичное закручивание, у 10 – скручивание и по 6 % растений имели крапчатость и обыкновенную мозаику.

СПК «Ляховичский». Сорт Скарб, 2-я репродукция: 28 % растений были с мозаичным закручиванием, 8 – со скручиванием и 4 % – с крапчатостью.

Частный сектор № 1. У 44 % растений отмечено мозаичное закручивание, у 28 – обыкновенная мозаика, у 24 – крапчатость и у 4 % – крапчатость.

Частный сектор № 2. У 54 % растений обнаружено мозаичное закручивание, у 20 – скручивание, у 16 – обыкновенная мозаика и у 2 % – морщинистая мозаика.

В Ивацевичском районе обследованы поля Государственного предприятия «Экспериментальная база «Майск», КУП «Победа» и СПК «Святая Воля».

Государственное предприятие «Экспериментальная база «Майск». Сорт Маг, элита: выявлено 34 % растений с мозаичным закручиванием и 3 % – со скручиванием; сорт Манифест, элита: 16 % растений имели мозаичное закручивание.

КУП «Победа». Сорт Гала, 1-я репродукция: 20 % растений были с мозаичным закручиванием и по 2 % – с морщинистой и обыкновенной мозаикой; сорт Рагнеда, 2-я репродукция: у 14 % растений выявлено мозаичное закручивание и по 2 % имели скручивание и обыкновенную мозаику.

СПК «Святая Воля». Сорт Гала, 2-я репродукция: у 30 % растений отмечено мозаичное закручивание.

Частный сектор № 1. У 36 % растений отмечена обыкновенная мозаика, у 20 – скручивание и по 4 % имели крапчатость и полосчатую мозаику.

Частный сектор № 2. У 74 % растений выявлено мозаичное закручивание и у 26 % – обыкновенная мозаика.

В Пинском районе обследованы поля СПК «Лопатичи», СПК «Молотковичи» и КСУП «Охово».

СПК «Лопатичи». Сорт Скарб, 1-я репродукция: 20 % растений имели мозаичное закручивание, 12 – скручивание, 4 – обыкновенную мозаику и 2 % – крапчатость; сорт Янка, 1-я репродукция: у 8 % растений выявлено мозаичное закручивание и у 8 % – скручивание.

СПК «Молотковичи». Сорт Вектар, 1-я репродукция: у 26 % растений выявлено мозаичное закручивание и у 6 % – скручивание; сорт Манифест, 2-я репродукция: отмечено 20 % растений с мозаичным закручиванием, 8 – со скручиванием и 4 % – с обыкновенной мозаикой.

КСУП «Охово». Сорт Манифест, элита: у 40 % растений отмечено мозаичное закручивание; сорт Вектар, элита: у 56 % растений обнаружено мозаичное закручивание и по 6 % растений имели обыкновенную мозаику и скручивание; сорт Лилея, 3-я репродукция: выявлено 6 % растений с мозаичным закручиванием, 1 – с обыкновенной мозаикой и 74 % – с крапчатостью.

Частный сектор № 1. Выявлено 44 % растений с мозаичным закручиванием и 16 % – с обыкновенной мозаикой.

Частный сектор № 2. У 56 % растений обнаружено мозаичное закручивание, у 16 – скручивание и у 12 % – крапчатость.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Маршрутные исследования посадок картофеля в Брестской области показали, что по внешним симптомам вирусных болезней больше всего распространено мозаичное закручивание листьев – 36,6 %, скручивание – 10,8, обыкновенная мозаика – 7,5, крапчатость – 4,9, закручивание – 1,0, полосчатая мозаика – 0,6 и морщинистая мозаика – 0,7 %.

По результатам ИФА-метода на наличие скрытой вирусной инфекции установлено, что наибольшее распространение в Брестской области имеет вирус S – 45,0 %, далее следуют вирус M – 40,0, – вирус Y – 29,0 и вирус X – 8,2 %. Вирусы L и A в посадках картофеля в Брестской области не выявлены (табл.).

Таблица – Распространенность вирусов в посадках картофеля Брестской области, ИФА-метод, 2019 г.

Хозяйства, сорта, репродукция	Поражено вирусами растений, %					
	X	Y	S	M	L	A
Пинский район						
СПК «Молотковичи»:						
Вектар, 1-я репродукция	0	0	0	30	0	0
Манифест, 2-я репродукция	0	0	10	0	0	0
СПК «Лопатищи»:						
Янка, 1-я репродукция	50	6	70	10	0	0
Скарб, 1-я репродукция	0	100	100	86	0	0
КСУП «Охово»:						
Вектар, элита	0	0	0	6	0	0
Манифест, элита	0	0	20	100	0	0
Лиля, 3-я репродукция	0	92	92	50	0	0
Частный сектор:						
№ 1	0	48	8	8	0	0
№ 2	0	38	16	54	0	0
Итого по району	0	41	40	50	0	0
Ивацевичский район						
Государственное предприятие «Экспериментальная база «Майск»:						
Маг, элита	0	0	10	86	0	0
Манифест, элита	0	0	0	16	0	0
КУП «Победа»:						
Гала, 1-я репродукция	10	0	0	100	0	0
Рагнеда, 2-я репродукция	16	16	36	94	0	0
СПК «Святая Воля» – Гала, 2-я репродукция	0	0	4	54	0	0
Частный сектор:						
№ 1	20	24	72	88	0	0
№ 2	12	16	60	84	0	0
Итого по району	8	8	27	74	0	0
Ляховичский район						
ОАО «Ляховичский райагросервис»:						
Манифест, элита	0	0	4	10	0	0
Скарб, 1-я репродукция	0	86	52	14	0	0
ОАО «Жеребковичи»:						
Бриз, 2-я репродукция	0	62	68	12	0	0
Скарб, 2-я репродукция	0	80	100	60	0	0
СПК «Ляховичский» – Скарб, 2-я репродукция	0	62	100	16	0	0
Частный сектор:						
№ 1	52	32	72	68	0	0
№ 2	24	40	80	64	0	0
Итого по району	12	50	70	36	0	0

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы

Хозяйства, сорта, репродукция	Поражено вирусами растений, %					
	X	Y	S	M	L	A
Каменецкий район						
ОАО «Александрия-Агро»: Скарб, элита	0	90	80	10	0	0
Зорачка, суперэлита	0	10	20	0	0	0
Манифест, элита	0	0	28	10	0	0
Скарб, суперэлита	0	90	60	10	0	0
ОАО «Восход-Агро»: Бриз, 2-я репродукция	0	76	66	0	0	0
Волат, 1-я репродукция	0	30	10	0	0	0
Частный сектор: № 1	0	32	68	84	0	0
№ 2	10	16	52	94	0	0
№ 3	62	26	62	92	0	0
Итого по району	12	37	49	41	0	0
Пружанский район						
ОАО «Отечество»: Манифест, 1-я репродукция	0	25	42	0	0	0
Скарб, 1-я репродукция	0	40	100	70	0	0
Бриз, 1-я репродукция	0	20	90	70	0	0
ОАО «Ружаны-Агро»: Скарб, элита	0	100	100	0	0	0
Янка, элита	0	0	36	28	0	0
Лад, элита	0	74	60	14	0	0
ОАО «Экспериментальная база «Белоусовщина»: Скарб, 1-я репродукция	0	60	100	30	0	0
Манифест, элита	0	10	10	56	0	0
Частный сектор: № 1	44	26	78	96	0	0
№ 2	0	58	74	74	0	0
Итого по району	8	46	65	50	0	0
Ивановский район						
ОАО «Ополь-Агро»: Бриз, элита	0	0	14	6	0	0
Бриз, 1-я репродукция	6	20	6	0	0	0
Гала, 1-я репродукция	0	6	6	0	0	0
ОАО «Псыщево Агро»: сортосмесь Гала и Фабула	0	8	8	0	0	0
Вектар, 1-я репродукция	0	0	40	0	0	0
Манифест, 1-я репродукция	0	0	50	20	0	0
ОАО «Агро-Мотоль»: Королева Анна, 1-я репродукция	0	0	0	10	0	0
Ред Скарлетт, 1-я репродукция	0	0	0	0	0	0
Палац, 1-я репродукция	0	40	0	0	0	0
Частный сектор: № 1	0	8	84	20	0	0
№ 2	0	4	36	40	0	0
Итого по району	0,6	6,7	26,1	9,7	0	0
Итого по области	8,2	29	45	40	0	0

Относительно благоприятная вирусологическая обстановка по наиболее распространенным вирусам в посадках картофеля Брестской области наблюдается в Ивановском районе. Наиболее пораженные посадки картофеля вирусной инфекцией выявлены в Ляховичском и Пружанском районах. Максимальное количество посадок картофеля, пораженных вирусом Y, отмечено в Ляховичском районе (50 %), вирусом S – в Ляховичском районе (70) и вирусом M – в Ивацевичском районе (74 %). Поражение посадок картофеля вирусом X было незначительным и составило по 12 % в Ляховичском и Кировском районах, по 8 – в Ивацевичском и Пружанском и 0,6 % в Ивановском районе.

Для ведения элитного семеноводства картофеля наиболее подходят следующие хозяйства: Пинский район – СПК «Молотковичи», Каменецкий – ОАО «Александрия-Агро», Ивацевичский – Государственное предприятие «Экспериментальная база «Майск», Ивановский район – все обследованные хозяйства по вирусологической обстановке на картофеле рекомендуются для ведения элитного семеноводства картофеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Маршрутные обследования посадок картофеля в Брестской области показали, что по внешним симптомам вирусных болезней больше всего распространены мозаичное закручивание листьев (36,6 %), скручивание (10,8), обыкновенная мозаика (7,5), крапчатость (4,9), закручивание (1,0), полосчатая мозаика (0,6) и морщинистая мозаика (0,7 %).

Наибольшее распространение в Брестской области по результатам ИФА-метода имеют вирус S – 45,0 %, далее следуют вирус M – 40,0, Y – 29,0 и X – 8,2 %. Вирусы L и A в посадках картофеля в Брестской области не обнаружены.

Относительно благоприятная вирусологическая обстановка по наиболее распространенным вирусам в посадках картофеля Брестской области наблюдается в Ивановском районе. Наибольшее количество вирусной инфекции отмечено в Ляховичском и Пружанском районах. Максимальное количество пораженных посадок картофеля вирусами S и Y выявлено в Ляховичском районе (70 и 50 % соответственно), вирусом M – в Ивацевичском (74 %). Поражение посадок картофеля вирусом X было незначительным и составило по 12 % в Ляховичском и Кировском районах, по 8 – в Ивацевичском и Пружанском и 0,6 % – в Ивановском районе.

Для ведения элитного семеноводства картофеля в Брестской области рекомендуются: в Пинском районе СПК «Молотковичи», в Каменецком – ОАО «Александрия-Агро», в Ивацевичском – Государственное предприятие «Экспериментальная база «Майск», в Ивановском районе – ОАО «Псыщево Агро», ОАО «Агро-Мотоль» и ОАО «Ополь-Агро».

Список литературы

1. Картофель / Д. Шпаар [и др.]. – Торжок : ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
2. Блоцкая, Ж. В. Вирусные, виroidные и фитоплазменные болезни картофеля / Ж. В. Блоцкая. – Минск : Тэхналогія, 2000. – 119 с.
3. Козырева, Н. И. Нематоды семейства *Trichodoridae* и их роль в распространении вирусных болезней на картофеле в Московской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.19 / Н. И. Козырева ; Ин-т проблем экологии и эволюции. – М., 2008. – 24 с.
4. Сорока, С. В. Вирусы и вирусные болезни сельскохозяйственных культур / С. В. Сорока, Ж. В. Блоцкая, В. В. Вабищев. – Несвиж : Несвиж. укрup. типографія ім. С. Будного, 2009. – С. 167.

5. Инструкция по использованию иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля / Рос. с.-х. акад., НПО по картофелеводству. – Коренево, 1993. – 9 с.
6. Le Romancer, M. Biological characterization of various geographical isolates of potato virus Y inducing superficial necrosis on potato tubers / M. Le Romancer, C. Kerlan, M. Nedellec // Plant Pathology. – 1994. – Vol. 43. – P. 138–144.
7. Вайдеманн, Х. Л. Новый опасный штамм вируса Y картофеля в Европе / Х. Л. Вайдеманн, Д. Шпаар, Ж. В. Блоцкая // Вес. ААН Рэсп. Беларусь. – 1999. – № 1. – С. 48–51.
8. Potato diseases (diseases, pests and defects) / A. Mulder, [et al.] // NIVAP. – 2005. – 280 p.

Поступила в редакцию 23.10.2019 г.

V. A. KOZLOV, N. V. RUSETSKIY, A. V. CHASHINSKIY

PREVALENCE RESEARCH AND POPULATIONS STRUCTURE OF POTATOES VIRAL DISEASES IN BREST REGION

SUMMARY

The research results of the prevalence and populations structure of potatoes viral diseases in Brest region are presented. It was established that a relatively favorable virological situation in potatoes plantings was developed in Ivanovo district. The most affected potatoes plantings with a viral infection were detected in Lyahovichy and Pruzhany districts.

Key words: potatoes, variety, viral diseases, reproduction, ELISA, Brest region, Belarus.

УДК 579.64

Э. И. Коломиец¹, Л. И. Трепашко², И. Н. Ананьева¹,
М. Н. Мандрик-Литвинкович¹, Н. И. Гирилович¹

¹ ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск

² РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский район

E-mail: biocontrol@mbio.bas-net.by

БИОПРЕПАРАТ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

РЕЗЮМЕ

Показаны экологические аспекты использования микроорганизмов в технологиях выращивания картофеля и овощных культур для обеспечения эффективного контроля вредителей и возбудителей болезней. Представлены результаты по оценке эффективности биологического препарата Ксантрел, предназначенного для защиты картофеля и овощных культур от вредителей и болезней.

Ключевые слова: биопрепарат, антагонистическая активность, энтомоцидная активность, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, фитопатогенные микроорганизмы, картофель, капуста.

ВВЕДЕНИЕ

Одними из определяющих причин, приводящих к снижению урожая, являются болезни и вредители сельскохозяйственных культур. Болезни, вызываемые микроорганизмами, приводят к нарушению нормальных физиологических процессов обмена веществ, дыхания, происходящих в растительном организме. Вредители наносят преимущественно механические повреждения сельскохозяйственным культурам, что, помимо прямого воздействия, открывает «ворота» для проникновения фитопатогенных микроорганизмов и снижает устойчивость против различных заболеваний [1–3].

Биопрепараты на основе микроорганизмов все активнее внедряются в интегрированную систему защиты растений от болезней и вредителей. Основным преимуществом этих средств защиты является их безвредность для человека, окружающей среды, домашних и диких животных, нецелевых насекомых (опылителей, энтомофагов) и других представителей биоценоза [4, 5]. В биологических методах защиты, не загрязняющих агроландшафты и водные ресурсы, особенно нуждаются овощные культуры и картофель, так как чаще всего используются в качестве сырья для диетического и детского питания и возделываются вблизи густонаселенных промышленных центров и водоохранных зон. В связи с этим создание биопрепарата для комплексной защиты этих сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей весьма актуально.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В работе использованы бактерии рода *Bacillus* из коллекции лаборатории молекулярной диагностики и биологического контроля фитопатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси, а также выделенные из различных естественных источников.

Основными тест-объектами для оценки антагонистической активности исследуемых культур служили фитопатогенные грибы и бактерии *Fusarium oxysporum*,

Phytophthora infestans, *Colletotrichum coccoides*, *Rhizoctonia solani*, *Pectobacterium carotovorum* и *Xanthomonas campestris*, для энтомоцидной активности – гусеницы большой вошинной моли (*Galleria mellonella* L.), а также личинки колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), капустной белянки (*Pieris brassicae* L.) и репной белянки (*Pieris rapae* L.) 1–2-го возраста.

Первичный отбор бактерий-антагонистов проводили методом точечного тестирования [6]. Антагонистическую активность оценивали методом лунок. Результаты учитывали после 24–48 ч инкубации при температуре 26–28 °С по диаметру зон задержки роста тест-культур. Титр колониеобразующих единиц (КОЕ) бактерий определяли методом предельных разведений [7].

Производственные испытания для оценки биологической и хозяйственной эффективности применения биопрепарата Ксантрел против комплекса вредных организмов на капусте и картофеле проводились в РУ ЭО СХП «Восход» Минского района Минской области. На посадках картофеля были проведены 4 обработки биопрепаратом Ксантрел в 1 и 2 % концентрации, а также биологическим эталоном (баковая смесь: 1 % Бацитурин, ж. + 2 % Бактофит, СК). После каждой обработки на 3, 7, 10 и 14 день, а также перед уборкой урожая по вариантам опыта проводились учеты численности колорадского жука и развития фитофтороза согласно методикам, принятым в энтомологии, фитопатологии и защите растений.

В посадках капусты белокачанной проведено 4 обработки биопрепаратом Ксантрел в 1 и 2 % концентрации и биологическим эталоном (баковая смесь: 1 % Бацитурин, ж. + 2 % Фитопротектин, ж.).

Биологическую эффективность действия Ксантрела против болезней и вредителей картофеля и овощных культур рассчитывали по формуле

$$B = \frac{P - P_1}{P} \times 100,$$

где B – биологическая эффективность, %;

P и P_1 – развитие болезни в контроле и опыте соответственно, %.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Excel. Наименьшую существенную разность ($НСР_{0,5}$) определяли с использованием дисперсионного анализа [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При разработке биологических средств защиты растений важным этапом работы является поиск штаммов микроорганизмов, способных контролировать популяции фитопатогенов и вредителей сельскохозяйственных культур. С этой целью из 1000 выделенных изолятов отобрано 36 (3,6 % от общего количества), обладающих способностью в той или иной степени подавлять развитие фитопатогенов картофеля и овощных культур. Установлено, что изолят 245 способен наиболее эффективно подавлять рост фитопатогенов, используемых в качестве тест-объектов (табл. 1).

Скрининг штаммов, обладающих инсектицидными свойствами, проводили из коллекции микроорганизмов лаборатории молекулярной диагностики и биологического контроля фитопатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси. Установлено, что бактерии *B. thuringiensis* 2 вызывали 100 %-ю гибель гусениц вошинной моли и личинок колорадского жука.

В связи с перспективностью использования изолята 245 и бактерий *B. thuringiensis* 2 для биологического контроля возбудителей болезней и вредителей картофеля и овощных

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Оценка антимикробной активности выделенных изолятов бактерий

Изо- ляты	Диаметр зоны задержки роста тест-объекта, мм					
	<i>P. infestans</i>	<i>C. coccoides</i>	<i>A. brassicae</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>P. carotovorum</i>	<i>X. campestris</i>
1	24,0 ± 1,0	17,0 ± 1,0	17,0 ± 1,5	32,5 ± 0,5	16,0 ± 1,5	32,5 ± 0,5
7	24,5 ± 1,0	24,0 ± 1,5	26,5 ± 1,0	29,5 ± 1,0	20,5 ± 1,5	29,5 ± 1,0
8	16,5 ± 1,0	14,0 ± 1,0	18,5 ± 0,5	23,5 ± 1,0	17,5 ± 1,0	23,5 ± 1,0
19	19,5 ± 1,5	21,0 ± 0,5	19,0 ± 1,0	26,5 ± 1,0	21,0 ± 0,5	26,5 ± 1,0
22	17,0 ± 1,0	23,5 ± 1,0	19,5 ± 1,5	18,5 ± 0,5	14,5 ± 1,0	18,5 ± 0,5
24	18,5 ± 1,5	20,0 ± 1,0	19,5 ± 1,5	27,0 ± 1,5	21,0 ± 0,5	27,0 ± 1,5
36	13,5 ± 1,0	16,0 ± 1,0	17,5 ± 0,5	20,5 ± 1,0	14,5 ± 1,0	20,5 ± 1,0
40	19,5 ± 1,0	19,0 ± 1,0	20,5 ± 1,5	25,0 ± 1,5	18,5 ± 0,5	25,0 ± 1,5
48	25,0 ± 1,0	23,0 ± 1,5	24,5 ± 1,0	29,5 ± 1,0	19,5 ± 1,5	29,5 ± 1,0
102	21,5 ± 1,0	19,5 ± 1,0	18,0 ± 1,0	21,5 ± 0,5	19,5 ± 1,5	21,5 ± 0,5
135	20,5 ± 1,0	19,0 ± 1,0	18,0 ± 1,0	21,5 ± 0,5	19,5 ± 1,5	21,5 ± 0,5
188	26,5 ± 1,0	23,5 ± 1,0	19,5 ± 1,5	23,5 ± 0,5	15,5 ± 1,0	23,5 ± 0,5
190	20,5 ± 1,0	19,5 ± 1,0	18,0 ± 1,0	21,5 ± 0,5	19,5 ± 1,5	21,5 ± 0,5
200	14,5 ± 0,5	17,0 ± 1,0	16,5 ± 0,5	20,5 ± 1,0	14,5 ± 1,0	20,5 ± 1,0
210	17,5 ± 1,0	14,0 ± 1,0	18,5 ± 0,5	23,0 ± 1,0	16,5 ± 1,0	23,0 ± 1,0
215	20,5 ± 1,0	13,5 ± 1,0	14,0 ± 1,5	30,5 ± 1,0	17,0 ± 1,0	30,5 ± 1,0
230	26,0 ± 1,0	16,0 ± 1,0	17,5 ± 1,5	32,5 ± 0,5	16,0 ± 1,0	32,5 ± 0,5
138	11,0 ± 1,5	22,0 ± 0,5	19,0 ± 1,0	27,0 ± 1,0	28,0 ± 0,5	27,0 ± 1,0
140	14,0 ± 1,5	20,0 ± 0,5	18,0 ± 1,0	21,0 ± 1,0	23,0 ± 0,5	21,0 ± 1,0
245	35,0 ± 1,0	28,0 ± 1,5	29,5 ± 1,0	29,0 ± 1,0	26,5 ± 1,5	25,5 ± 1,0
268	18,0 ± 1,0	24,0 ± 1,0	14,5 ± 1,0	26,5 ± 1,0	17,0 ± 1,0	26,5 ± 1,0
270	19,5 ± 1,5	21,0 ± 0,5	19,0 ± 1,0	26,5 ± 1,0	21,0 ± 0,5	26,5 ± 1,0
333	22,0 ± 1,5	24,0 ± 0,5	25,0 ± 1,0	23,0 ± 1,0	21,0 ± 0,5	23,0 ± 1,0
380	13,0 ± 1,5	13,0 ± 1,5	16,5 ± 0,5	26,5 ± 1,0	16,0 ± 1,0	26,5 ± 1,0
390	22,0 ± 1,5	24,0 ± 0,5	25,0 ± 1,0	23,0 ± 1,0	21,0 ± 0,5	23,0 ± 1,0
415	21,0 ± 1,0	15,0 ± 1,0	17,0 ± 1,5	23,5 ± 0,5	17,0 ± 1,0	23,5 ± 0,5
426	20,5 ± 1,0	19,5 ± 1,0	18,0 ± 1,0	21,5 ± 0,5	19,5 ± 1,5	21,5 ± 0,5
516	24,5 ± 1,0	22,0 ± 1,5	21,5 ± 1,0	23,5 ± 1,0	23,5 ± 1,5	23,5 ± 1,0
560	11,0 ± 1,0	21,5 ± 1,5	15,0 ± 1,0	23,0 ± 0,5	11,0 ± 0,5	23,0 ± 0,5
584	14,0 ± 1,5	20,0 ± 0,5	18,0 ± 1,0	21,0 ± 1,0	23,0 ± 0,5	21,0 ± 1,0
590	25,5 ± 1,0	24,0 ± 1,5	24,5 ± 1,0	29,5 ± 1,0	23,5 ± 1,5	29,5 ± 1,0
596	26,0 ± 1,0	26,0 ± 1,0	17,5 ± 1,5	32,5 ± 0,5	16,0 ± 1,0	32,5 ± 0,5
626	24,5 ± 1,0	22,0 ± 1,5	21,5 ± 1,0	23,5 ± 1,0	23,5 ± 1,5	23,5 ± 1,0
634	14,0 ± 1,0	21,5 ± 1,5	15,0 ± 1,0	23,0 ± 0,5	11,0 ± 0,5	23,0 ± 0,5
645	14,0 ± 1,5	20,0 ± 0,5	18,0 ± 1,0	21,0 ± 1,0	23,0 ± 0,5	21,0 ± 1,0
648	20,5 ± 1,0	19,5 ± 1,0	18,0 ± 1,0	21,5 ± 0,5	19,5 ± 1,5	21,5 ± 0,5

культур были проведены эксперименты по изучению культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств этих культур. Анализ дифференцирующих признаков бактерий изолята 245 позволил идентифицировать их как *Bacillus subtilis*.

По результатам ветеринарно-токсикологических испытаний, проведенных в РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского», штаммы бактерий *B. thuringiensis* 2 и *B. subtilis* 245 не являются патогенными, токсичными и токсигенными и могут быть использованы в качестве основы биопрепарата Ксантрел для комплексной защиты картофеля и овощных культур. Штаммы депонированы в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси под регистрационными номерами *B. thuringiensis* БИМ В-711 Д и *B. subtilis* БИМ В-712 Д.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

С целью определения биологической и хозяйственной эффективности применения биопрепарата Ксантрел проведены полевые испытания. Установлено, что при использовании препарата в 1 и 2 % концентрации эффективность против фитофтороза через 10 дней после обработки растений картофеля была практически одинаковой и составила 97,5 и 99,5 % соответственно. Высокий ингибирующий эффект наблюдался в течение 30–35 дней и только перед уборкой снизился до 35,8 (1 % концентрации) и 50,8 % (2 % концентрации). Таким образом, биопрепарат в 2 % концентрации обладает большей пролонгированностью действия, чем в 1 % концентрации (табл. 2).

Биологическая эффективность Ксантрела (1 % концентрации) против колорадского жука была на 20,3 % выше, чем при применении эталонного биоинсектицида Бацитурин (1 % концентрации), а при использовании Ксантрела в 2 % концентрации – на 22,6 % выше по сравнению с эталоном (табл. 3).

Урожай картофеля при применении Ксантрела в 2 % концентрации был выше на 16,7 %, чем при применении Ксантрела в 1 % концентрации, и составил 367,5 ц/га, сохраненный урожай – 168,0 ц/га, или 84,2 % по отношению к контролю. В эталонном варианте (баковая смесь: 1 % Бацитурин, ж. + 2 % Бактофит, СК) урожай клубней картофеля составил 336,0 ц/га, сохраненный урожай – 136,5 ц/га, или 68,0 % к контролю (табл. 4).

Таким образом, биологическая и хозяйственная эффективность биопрепарата Ксантрел выше, чем при применении эталонных биопрепаратов Бацитурин и Бактофита. При применении Ксантрела на посадках капусты в 1 % концентрации получен урожай 319,2 ц/га, сохраненный урожай за счет снижения развития вредных организмов составил 79,8 ц/га, или 33,3 % к контролю; в 2 % концентрации – 323,4 ц/га, 84,0 ц/га и 35,0 % соответственно. В эталонном варианте (баковая смесь: 1 % Бацитурин, ж. + 2 % Фитопротектин, ж.) урожай капусты составил 315,0 ц/га, сохраненный урожай – 75,6 ц/га, или 31,6 % к контролю. Таким образом, при использовании Ксантрела в 1 % концентрации урожай капусты

Таблица 2 – Биологическая эффективность биопрепарата Ксантрел против фитофтороза картофеля сорта Скарб

Вариант	Развитие перед уборкой, %	Биологическая эффективность, %	
		на 10 день	перед уборкой
Контроль	41,3	–	–
1 % Бацитурин + 2 % Бактофит	31,8	97,5	23,0
1 % Ксантрел	26,5	97,5	35,8
2 % Ксантрел	20,3	99,5	50,8

Таблица 3 – Биологическая эффективность биопрепарата Ксантрел против колорадского жука на картофеле сорта Скарб

Вариант	Численность перед уборкой, особей/куст	Биологическая эффективность, %		Повреждено растений, %	Степень повреждения растения, %	Биологическая эффективность, %
		на 10 день	перед уборкой			
Контроль	4,2	–	–	40	11,5	–
1 % Бацитурин + 2 % Бактофит	2,5	36,4	41,7	32	7,4	35,7
1 % Ксантрел	1,6	42,7	62,0	24	3,7	67,8
2 % Ксантрел	1,5	42,3	64,3	20	2,7	76,5

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность биопрепарата Ксантрел против колорадского жука и фитофтороза на картофеле сорта Скарб

Вариант	Урожай, кг/растение	Прибавка к контролю, кг/растение	Урожай, ц/га	Сохраненный урожай	
				ц/га	%
Контроль	0,57	–	199,5	–	–
1 % Бацитурин + 2 % Бактофит	0,96	0,39	336,0	136,5	68,0
1 % Ксантрел	0,90	0,43	315,0	115,5	57,9
2 % Ксантрел	1,05	0,48	367,5	168,0	84,2
НСП _{0,5}	0,23		32,5		

увеличивается на 4,2 ц/га, а в 2 % концентрации – на 8,4 ц/га по сравнению с урожаем, полученным при использовании смеси эталонных биопрепаратов (табл. 5).

Анализ полученных результатов показал, что для защиты овощных культур и картофеля от комплекса вредных организмов во время вегетации целесообразнее использовать биопрепарат Ксантрел в 2 % концентрации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время весьма актуальными являются исследования, направленные на комплексную биологическую защиту растений. Достижения в биотехнологической отрасли стимулируют все больший интерес к рынку биопрепаратов для защиты растений. С целью разработки биопрепарата отобраны бактериальные культуры с энтомоцидными и антимикробными свойствами – *B. thuringiensis* БИМ В-711 Д и *B. Subtilis* БИМ В-712 Д. Штаммы бактерий не являются патогенными, токсичными и токсигенными и использованы в качестве основы биопрепарата Ксантрел для комплексной защиты картофеля и овощных культур.

Проведенное комплексное исследование эффективности применения биологического препарата Ксантрел позволило установить высокую эффективность в отношении вредителей и возбудителей болезней картофеля и овощных культур. Установлено, что применение Ксантрела в 2 % концентрации позволяет снизить развитие фитофтороза картофеля на 65 %, альтернариоза и фомоза капусты – на 41–53 %; биологическая эффективность против колорадского жука составила 64–76 %, против комплекса листогрызущих вредителей капусты – до 86 %. Применение биопрепарата Ксантрел позволяет сохранить до 87 ц/га картофеля и 135 ц/га капусты. Таким образом, микробиологический препарат Ксантрел является эффективным средством улучшения фитосанитарного состояния в агробиоценозах картофеля и овощных культур, его применение позволит в значительной степени сократить потери урожая и увеличить выход экологически чистой продукции.

Таблица 5 – Хозяйственная эффективность биопрепарата Ксантрел против комплекса вредителей и болезней капусты сорта Новатор

Вариант	Вес 1 растения, кг	Прибавка к контролю, кг	Урожай, ц/га	Сохраненный урожай	
				ц/га	%
Контроль	1,14	–	239,4	–	–
1 % Бацитурин + 2 % Фитопротектин	1,50	0,36	315,0	75,6	31,6
1 % Ксантрел	1,52	0,38	319,2	79,8	33,3
2 % Ксантрел	1,54	0,40	323,4	84,0	35,0

Список литературы

1. Анисимов, Б. В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов [и др.] // Картофелевод. – 2009. – № 3. – С. 209–214.
2. Штерншис, М. В. Биопрепараты в защите растений : учеб. пособие / М. В. Штерншис, Ф. В. Джалилов ; под ред. М. В. Штерншис. – Новосибирск : Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2003. – 141 с.
3. Шестеперов, А. А. Вопросы защиты картофеля от вредных организмов в хозяйствах разного типа / А. А. Шестеперов, А. А. Кузьмичев // Главный агроном. – 2005. – № 9. – С. 54–57.
4. Курдиш, И. К. Перспективы применения бактериальных препаратов комплексного действия в растениеводстве / И. К. Курдиш, А. А. Рой // Микробиология и биотехнология XXI столетия : материалы Междунар. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения С. А. Самцевича, Минск, 22–24 мая 2002 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т микробиологии. – Минск, 2002. – С. 239–240.
5. Kołodziejczyk, M. Yield-protective efficiency of biological and chemical potato protection against *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary / M. Kołodziejczyk // Acta Agroph. – 2018. – Vol. 25 (1). – P. 59–71.
6. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги. – М. : Колос, 1983. – 253 с.
7. Методы общей бактериологии : в 3 т. / под ред. Ф. Герхарда. – М. : Мир, 1984. – Т. 3. – 264 с.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

Поступила в редакцию 01.11.2019 г.

E. I. KOLOMIETS, L. I. TREPASHKO, I. N. ANANYEVA,
M. N. MANDRIK-LITVINKOVICH, N. I. GIRILOVICH

BIOPREPARATION FOR INTEGRATED PROTECTION OF POTATOES AND VEGETABLE CROPS

SUMMARY

Ecological aspects of microorganisms use in technologies of potatoes and vegetable crops cultivation for effective control of pests and plant pathogens were shown. The results of effectiveness evaluation of biological preparation Xantrel, intended to protect potatoes and vegetable crops from pests and diseases are presented.

Key words: biopreparation, antagonistic activity, entomocidal activity, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, phytopathogenic microorganisms, potatoes, cabbage.

УДК 635.21:632.482.16.02

**И. В. Леванцевич, И. И. Бусько, Л. А. Манцевич,
О. Н. Решетникова, В. Н. Назаров, В. Ю. Стариншук**
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: ilevancevich@mail.ru

ПАТОГЕННОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ РАНЕВОЙ ВОДЯНИСТОЙ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ *Pythium ultimum* Trow

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты изучения агрессивных и вирулентных свойств возбудителя раневой водянистой гнили картофеля *Pythium ultimum* Trow в период 2017–2018 гг.*

Ключевые слова: картофель, агрессивность, вирулентность, раневая водянистая гниль.

ВВЕДЕНИЕ

Раневая водянистая гниль клубней даже при небольшой распространенности способна приносить существенный ущерб, что связано с отсутствием разработанных мер защиты и быстрым развитием болезни при поражении клубней. Возбудителями заболевания являются оомицеты рода *Pythium* [8, 9]. По современным представлениям, они относятся к царству *Cromista*, отдел *Oomycota*, класс *Oomycetes*, порядок *Pythiales*, семейство *Pythiaceae* [2].

При заболевании на поверхности клубней появляются влажные черные пятна, под которыми образуются язвы. Ткани вокруг язв влажные и темные. На поверхности язв покровная ткань натягивается, и при прорывании из больных нижележащих тканей выделяется специфическая жидкость. Истинный размер поражения можно определить только на разрезе клубня, где видна серая пораженная ткань, отделенная от остальной части клубня черной каймой. На воздухе больная ткань коричневеет, а затем чернеет, выделяя спиртовой запах. Больные клубни размягчаются, внутренняя часть их часто полностью сгнивает, и остаются только наружные ткани выше сосудистого кольца. От черной ножки болезнь отличается отсутствием признаков поражения надземной части растений [3, 4].

Возбудители болезни оомицеты рода *Pythium* сохраняются в почве и проникают в клубни только через механические повреждения. Возможно перезаражение клубней при резке. Зараженные семенные клубни являются причиной выпадения растений в поле [4].

Возбудителем раневой водянистой гнили в Беларуси является оомицет *Pythium ultimum* Trow (синоним *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo&Kakish) [1].

Целью исследований являлось изучение патогенности возбудителя раневой водянистой гнили *Pythium ultimum* Trow. В задачи исследований входило определение вирулентности и агрессивности изучаемого патогена и причин эпифитотийного развития в период хранения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт по определению агрессивности и вирулентности возбудителя раневой водянистой гнили картофеля *Pythium ultimum* Trow был проведен путем инфицирования

3-дневной активно растущей культурой оомицета клубней сортов различных групп спелости: Манифест, Дельфин, Лилея, Скарб, Вектар, Рагнеда, Криница, Здабытак. Зараженные клубни инкубировались в условиях 100 %-й влажности при температуре от +20 до +22 °С в течение шести суток [7]. Опыт был заложен в десятикратной повторности. Степень поражения клубней определялась, учитывая величину некроза мякоти клубней при их продольном разрезе по общепринятой фитопатологической шкале [6]:

- 0 – поражение отсутствует;
- 1 – единичные неглубокие (до 5 мм) поражения;
- 3 – поражено до 25 % поверхности клубня, площади среза;
- 5 – поражено 25–50 % поверхности клубня, площади среза;
- 7 – поражено 50–75 % поверхности клубня, площади среза;
- 9 – поражено свыше 75 % поверхности клубня, площади среза.

С целью определения индекса агрессивности возбудителя раневой водянистой гнили *Pythium ultimum* Trow клубневые диски сортов разных групп спелости (ранний – Лилея, среднеспелый – Скарб и среднепоздний – Вектар) инфицировались мицелием оомицета, который помещался в центр клубневого диска. Опытный материал помещался во влажные камеры при температуре + 22 °С.

Через трое суток измерялась длина зоны поражения клубневого диска и определялась интенсивность спороношения по пятибалльной шкале: 0 – спороношение отсутствует, 5 – спороношение по всей поверхности пораженной зоны, 1 – спороношение занимает до 10 % поверхности, 2 – 10–26 %, 3 – 26–50 %, 4 – 51–75 %.

Индекс агрессивности патогена вычислялся по формуле

$$X = \sum (I_i \times D_i) / n,$$

где I_i – средняя величина поражения, мм;

D_i – средняя интенсивность спороношения, балл;

n – количество заражений [5].

Схема опыта:

вариант 1 – инфицированные мицелием *Pythium ultimum* Trow клубневые диски сорта Лилея;

вариант 2 – инфицированные мицелием *Pythium ultimum* Trow клубневые диски сорта Скарб;

вариант 3 – инфицированные мицелием *Pythium ultimum* Trow клубневые диски сорта Вектар.

Основной причиной эпифитотийного развития клубневых гнилей в период хранения является несоблюдение условий хранения, в первую очередь оптимальных показателей температуры. С целью установления степени влияния этого показателя на развитие раневой водянистой гнили на клубнях был проведен лабораторный опыт.

Схема опыта:

контроль – клубни сортов Лилея, Скарб и Вектар были инокулированы чистыми кусочками картофельно-глюкозного агара;

вариант 1 – инфицированные мицелием *Pythium ultimum* Trow клубни сорта Лилея;

вариант 2 – инфицированные мицелием *Pythium ultimum* Trow клубни сорта Скарб;

вариант 3 – инфицированные мицелием *Pythium ultimum* Trow клубни сорта Вектар.

Инфицированные клубни инкубировались в условиях 100 %-й влажности при температуре от +5 до +25 °С с шагом +5 °С. Степень развития болезни определяли по 9-балльной шкале на 6-е и 12-е сутки после заражения.

Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Все исследуемые сорта в различной степени поражаются патогеном. Балл поражения варьировал по сортам от 3,0 до 7,4. Наибольшая величина некроза среза клубня отмечалась на сортах Лилея и Скарб, балл поражения составил 7,0 и 7,4 соответственно. Средняя степень поражения (4,4–4,6 балла) была отмечена на большинстве исследуемых сортов: Манифест, Дельфин, Вектар и Криница. Минимальной величиной некроза среза клубня характеризовались сорта Рагнеда и Здабытак, балл поражения составил 3,8 и 3,0 соответственно (табл.).

Полученные данные по результатам проведенных учетов свидетельствуют о высокой вирулентности и агрессивности возбудителя раневой водянистой гнили картофеля *Pythium ultimum* Trow, так как на всех сортах независимо от группы спелости не наблюдалось устойчивых, а степень поражения патогеном варьировала по отдельным сортам от относительно невысокой до очень сильной.

На основании исследований выявлено, что наибольший индекс агрессивности патогена *Pythium ultimum* Trow отмечался в варианте с инфицированием клубневых дисков сорта Лилея (вариант 1) и составил 250, так как во всех повторностях интенсивность спороношения и величина поражения были максимальными (рис. 1 а). В варианте 2 (сорт Скарб) индекс агрессивности составил 160, поражение и спороношение изучаемым патогеном на сорте Скарб отмечалось во всех повторностях (рис. 1 б, в). Минимальный индекс агрессивности был получен в варианте 3 на сорте Вектар и составил 144. Величина поражения на сорте Вектар значительно варьировала по повторностям, а спороношение на некоторых клубневых дисках отсутствовало (рис. 1 г).

Данные свидетельствуют об очень высоком уровне агрессивности патогена на всех изучаемых сортах, так как во всех трех вариантах отмечалось наличие максимальной величины поражения и интенсивности спороношения. Если анализировать индекс агрессивности, который рассчитывался как средний по десяти повторностям, то наиболее поражаемым был ранний сорт Лилея, где он составил максимальное значение 250. Средним значением данного показателя характеризовался среднеспелый сорт Скарб (160), в варианте 3 на среднепозднем сорте Вектар индекс агрессивности был минимален и составил 144.

При значениях от +5 до +10 °С развитие оомицета было на уровне одного балла (некроз среза клубня составлял менее 5 мм). При увеличении температуры до +15 °С балл поражения возрастал, на 6-е сутки в зависимости от сорта он варьировал от 1 до 3, а на 12-е – от 3 до 7,4. При значении температуры +20 °С на 6-е сутки балл некроза среза клубня составлял от 3 до 5, на 12-е – от 5 до 9. Максимальный балл поражения раневой

Таблица – Степень поражения сортов разных групп спелости возбудителем раневой водянистой гнили картофеля *Pythium ultimum* Trow

Сорт	Балл поражения	Степень поражения
Лилея	7,0	Сильная
Дельфин	4,4	Средняя
Манифест	4,6	Средняя
Криница	4,0	Средняя
Скарб	7,4	Очень сильная
Вектар	4,4	Средняя
Рагнеда	3,8	Средняя
Здабытак	3,0	Относительно невысокая

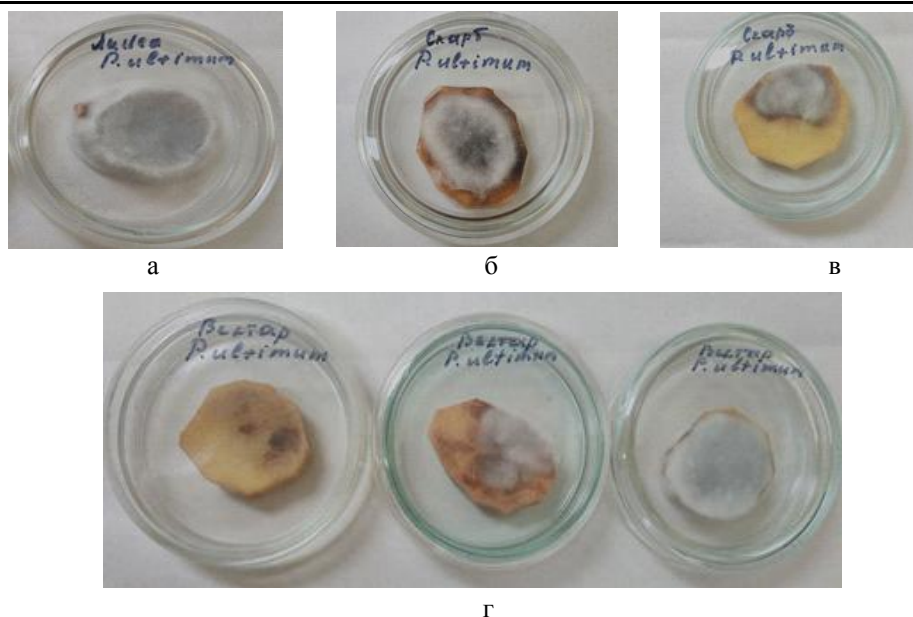


Рисунок 1 – Определение уровня агрессивности возбудителя раневой водянистой гнили картофеля *Pythium ultimum* Trow: а – вариант 1; б, в – вариант 2; г – вариант 3

водянистой гнилью был отмечен при температуре + 25 °С уже на 6-е сутки на сортах Скарб и Лилея, на сорте Вектар он составил 7. Среди изучаемых сортов наиболее устойчивым оказался среднепоздний сорт Вектар. На 12-е сутки максимальный балл поражения был отмечен на всех сортах (рис. 2). В контрольном варианте некроза среза клубня отмечено не было.

Полученные данные свидетельствуют о том, что температура оказывает существенное влияние на развитие патогена на сортах различных групп спелости, а основными причинами эпифитотийного развития раневой водянистой гнили в период хранения являются повышенная температура и наличие инфекции оомицета *Pythium ultimum* Trow в клубнях.

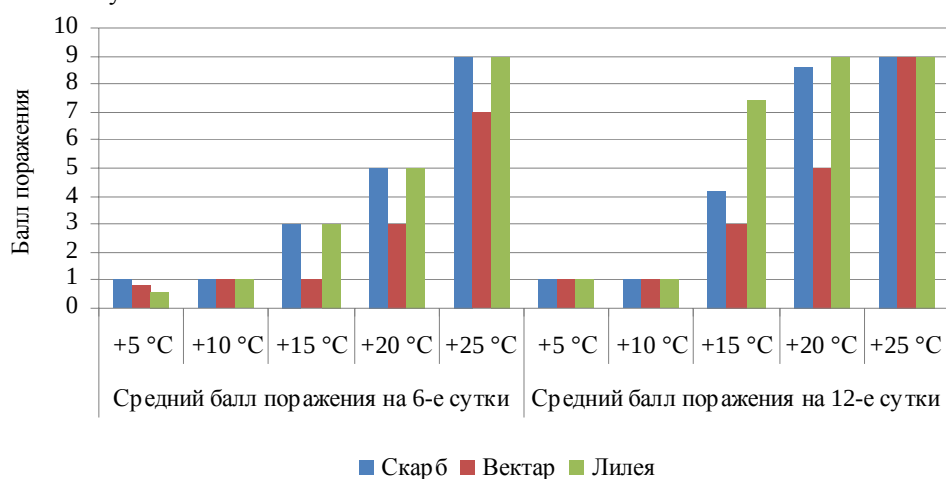


Рисунок 2 – Развитие раневой водянистой гнили в зависимости от температуры

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что при заражении клубней сортов разных групп спелости возбудитель раневой водянистой гнили картофеля *Pythium ultimum* Trow обладает высокой степенью вирулентности и агрессивности, так как среди проанализированных сортов не наблюдалось устойчивых, а степень поражения патогеном варьировала от относительно невысокой до очень сильной по отдельным сортам.

Анализ данных агрессивности патогена на клубневых дисках свидетельствует о высокой степени агрессивности оомицета, так как во всех трех вариантах отмечалось наличие максимальной величины поражения и интенсивности спороношения.

Установлено, что основными причинами эпифитотийного развития раневой водянистой гнили в период хранения являются повышенная температура и наличие инфекции оомицета *Pythium ultimum* Trow в клубнях.

Список литературы

1. Биологические особенности *Pythium ultimum* Trow – возбудителя водянистой гнили клубней картофеля / А. И. Полинова [и др.] // Защита картофеля. – 2017. – № 1. – С. 35–38.
2. Гирилович, И. С. Грибоподобные организмы (порядок *Peronosporales*) Беларуси / И. С. Гирилович. – Минск : БГУ, 2013. – 183 с.
3. Журомская, И. И. Новые болезни картофеля / И. И. Журомская // Материалы Междунар. юбилейной науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства НАН Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / Ин-т картофелеводства НАН Беларуси ; редкол.: С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – Ч. 2. – С. 210–215.
4. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 695 с.
5. Изучение природных популяций возбудителя фитофтороза на картофеле и томатах. Методические указания / Всесоюз. акад. с.-х. наук ; сост.: Ю. В. Воробьева [и др.]. – М., 1990. – 32 с.
6. Методические указания по оценке картофеля на устойчивость к клубневым гнилям / Д. А. Ильяшенко [и др.] ; РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Самохваловичи, 2010. – 52 с.
7. Методы фитопатологии / пер. с англ. С. В. Васильевой, Ю. Т. Дьякова, С. Н. Лекомцевой. – М. : Колос, 1974. – 343 с.
8. Assessment of resistance of tubers of potato cultivars to *Phytophthora erythroseptica* and *Pythium ultimum* (2003) / B. Salas [et al.] // Plant Disease – 1987. – P. 91–97.
9. Platt, R. Maladies de la pomme de terre causées par des oomycètes Cahiers Agricultures / R. Platt // Cahiers Agricultures. – 2008. – Vol. 17, № 4. – P. 361–367.

Поступила в редакцию 23.10.2019 г.

I. V. LEVANTSEVICH, I. I. BUSKO, L. A. MANTSEVICH,
O. N. RESHETNIKOVA, V. N. NAZAROV, V. Yu. STARINSCHUK

**PATHOGENICITY OF THE PATHOGEN OF WATERY WOUND ROT
OF POTATOES *PYTHIUM ULTIMUM* TROW**

SUMMARY

*The research results of the aggressive and virulent properties of the pathogen of watery wound rot of potatoes *Pythium ultimum* Trow for the period 2017–2018 are given.*

Key words: potatoes, aggressiveness, virulence, watery wound rot.

В. Н. Назаров, И. И. Бусько, И. В. Леванцевич, Л. А. Манцевич

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: Zachita@tut.by

ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РИЗОКТОНИОЗУ (*RHIZOCTONIA SOLANI* KUHN.)

РЕЗЮМЕ

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

Ключевые слова: картофель, ризоктониоз, устойчивость, селекция.

ВВЕДЕНИЕ

Ризоктониоз (черная парша) картофеля по распространенности и вредоносности занимает второе место после фитофтороза. Гриб *Rhizoctonia solani* Kuhn. поражает свыше 230 видов растений [1]. Первые сообщения о распространенности ризоктониоза в Беларуси появились в 1962 г. (Н. А. Дорожкин, Р. В. Куневиц, 1966), Р. В. Куневиц (1968), Л. Д. Почанина (1977), Н. И. Протасов (1992) сообщают о том, что развитие заболевания на картофеле наблюдается во всех областях республики. Однако изложенные выше сведения о встречаемости заболевания в пределах Беларуси недостаточно полные. Это связано с тем, что произошедшие в настоящее время значительные изменения в фитопатологической ситуации на картофеле и в биологии возбудителя ризоктониоза, связанные со сменой районированных сортов, изменением ассортимента фунгицидов-протравителей, широким использованием гербицидов, внесением повышенных доз органических и минеральных удобрений, насыщением севооборотов картофелем, привели к значительному повышению вредоносности данного заболевания.

Устойчивость сортов к ризоктониозу способна сохранить и приумножить урожай картофеля, улучшить качество продукции. Потери урожая картофеля в настоящее время при благоприятных условиях для развития *R. solani* достигают 49 %. Снижается качество семенного материала. Агротехнические методы обеспечивают довольно эффективную защиту картофеля от данной болезни в случае депрессивного или умеренного его проявления на клубнях. Однако при эпифитотийном развитии заболевания эти приемы не могут в полной мере способствовать выращиванию здорового и высококачественного семенного материала картофеля [2, 3]. Некоторые авторы указывают на эффективность химических обработок [4], однако выведение и внедрение в производство устойчивых к ризоктониозу сортов картофеля являются одним из наиболее эффективных и экологически безопасных методов их защиты от болезни [1]. Созданные на основе диких и культурных видов картофеля межвидовые гибриды являются источниками хозяйственно ценных признаков для селекции сортов различного целевого назначения [5, 6].

Таким образом, исходя из вышеизложенного, целью наших исследований является оценка гибридов на устойчивость к ризоктониозу.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на опытном поле отдела иммунитета и защиты картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» Минского района, аг. Самохваловичи. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса составляет 2,8 %; кислотность почвы pH в KCl – 5,4; обеспеченность макроэлементами P_2O_5 – 281 мг/кг и K_2O – 223 мг/кг.

Метеорологические показатели по данным гидрометеостанции РУП «Институт плодоводства» Минского района, аг. Самохваловичи представлены в таблице 1.

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

Оценку селекционного материала картофеля на устойчивость к ризоктониозу проводили в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне, согласно методическим указаниям [7].

Оценку поражения гибридов картофеля ризоктониозом по росткам проводили в фазу полных всходов по шкале:

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

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

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

В 2017 г. исследовался 41 гибрид конкурсного сортоиспытания в сравнении с 7 сортами-стандартами; в 2018 г. – 41 гибрид конкурсного сортоиспытания в сравнении с 5 сортами-стандартами (табл. 2).

Таблица 1 – Метеорологические показатели, 2017–2018 гг.

Месяц	2017 г.		2018 г.	
	Средняя температура, °C	Осадки, мм	Средняя температура, °C	Осадки, мм
Май	12,7	25,5	16,9	27,0
Июнь	16,1	6,9	17,2	50,1
Июль	17,1	152,7	19,2	152,2
Август	18,5	66,5	19,4	47,6

Таблица 2 – Схема опытов: оценка гибридов картофеля на устойчивость к ризоктонии

		2017 г.				2018 г.			
Контроль	Манифест	Контроль	17-12-9	–	Контроль	102995-4	Контроль	8875-11	–
092941-6	Контроль	Ласунак	Контроль	–	123099-18	Контроль	8865-26	Контроль	–
Контроль	Лилея	Контроль	77-10-15	–	Контроль	Лилея	Контроль	8871-8	–
072899-10	Контроль	6-12-10	Контроль	–	123096-4	Контроль	8984-71	Контроль	–
Контроль	113013-8	Контроль	77-10-2	Контроль	Контроль	123062-3	Контроль	8975-7	–
092949-9	Контроль	34-12-7	Контроль	Здабыгак	123119-4	Контроль	8845-3	Контроль	–
Контроль	092929-1	Контроль	35-09-15	Контроль	Контроль	123056-6	Контроль	8847-2	–
092924-5	Контроль	41-11-5	Контроль	8849-43	123088-9	Контроль	9009-6	Контроль	–
Контроль	113010-4	Контроль	Рагнеда	Контроль	Контроль	113011-1	Контроль	9004-8	Контроль
102995-5	Контроль	3341-1	Контроль	8860-5	123036-9	Контроль	8984-89	Контроль	57-13-36
Контроль	113011-1	Контроль	27-13-4	Контроль	Контроль	123036-17	Контроль	Вектар	Контроль
092924-59	Контроль	3355-10	Контроль	8871-8	092929-1	Контроль	Скарб	Контроль	72-13-5
Контроль	072902-2	Контроль	8908-7	Контроль	Контроль	Манифест	Контроль	Рагнеда	Контроль
092924-52	Контроль	3163-19	Контроль	Атлант	092941-6	Контроль	3295-20	Контроль	6-12-10
Контроль	3199-1	Контроль	8665-26	Контроль	Контроль	3345-20	Контроль	77-10-2	Контроль
103001-23	Контроль	3309-18	Контроль	8868-2	092949-9	Контроль	3375-3	Контроль	69-13-35
Контроль	Скарб	Контроль	8875-11	Контроль	Контроль	3463-9	Контроль	41-11-5	Контроль
102995-4	Контроль	3345-20	Контроль	8746-7	072899-10	Контроль	3397-18	Контроль	77-10-15
Контроль	3201-28	Контроль	8894-23	Контроль	Контроль	3399-15	Контроль	35-09-15	Контроль
072899-6	Контроль	3344-2	Контроль	8662-13	092924-52	Контроль	3287-12	Контроль	13-11-5

Примечание. Контроль – без инфекции; гибриды и сорта-стандарты – с инфекцией.

Вид испытания – мелкоделяночный. Расположение делянок – рендомизированное. Количество повторностей проведения опыта – трехкратная.

Определение поражения картофеля ризоктониозом по росткам проводили 6 июля в 2017 г. и 5 июля в 2018 г. Для этого с каждой делянки брали по 5 кустов растений и на каждом пораженном стебле подсчитывали количество поражений. Затем определяли средний балл устойчивости для всего сорта и согласно градации баллов устанавливали устойчивость гибридов картофеля к ризоктониозу.

Определение поражения картофеля ризоктониозом по клубням проводили в период уборки в 2017–2018 гг. По формуле подсчитывался средний балл устойчивости. Затем согласно градации баллов по 9-бальной шкале определяли устойчивость гибридов картофеля к поражению ризоктониозом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований 2017–2018 гг. искусственно зараженных гибридов и стандартов показали, что очень высокой и высокой степенью устойчивости к ризоктониозу как по росткам, так и по клубням на протяжении двух лет не обладал ни один гибрид. Больше всего образцов конкурсного испытания картофеля в данный период было отмечено: по росткам – со средней степенью устойчивости 56,1 и 90,2 %; по клубням – основное количество гибридов наблюдалось с относительно высокой степенью устойчивости в 2017 г. – 100 % (41 шт.) и в 2018 г. – 61 % (25 шт.). Со средней степенью устойчивости к болезни были выявлены гибриды только в 2018 г. – 39 % (16 шт.). Незначительное количество гибридов с низкой степенью устойчивости (2 шт.) было только в 2017 г., и то по росткам, а с очень низкой степенью на протяжении двух лет гибридов не было обнаружено как по росткам, так и по клубням (табл. 3).

Наивысший средний балл исследуемых гибридов картофеля в 2017–2018 гг. с относительно высокой и средней степенью устойчивости к болезни приведен в таблице 4. Причем некоторые гибриды с высоким средним баллом повторялись как по росткам, так и по клубням: в 2017 г. – 8662-13, 072902-2, 8871-8; в 2018 г. – 72-13-5, 3295-20, 69-13-35, 113011-1.

Таким образом, с относительно высокой степенью устойчивости к ризоктониозу в 2017 г. оказались гибриды 8662-13, 072902-2, 8871-8, в 2018 г. – 72-13-5, 3295-20, 8845-3, которые были рекомендованы для дальнейшей селекционной работы. К тому же данные гибриды по своей устойчивости были выше некоторых стандартов (табл. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

В 2017–2018 гг. при оценке устойчивости к данной болезни гибридов конкурсного испытания по росткам основное их количество было со средней степенью устойчивости – 56,1–90,2 %, намного меньше были с относительно высокой степенью – 9,8–39,0 %; по клубням – напротив, с относительно высокой степенью – от 61,0 до 100 % и лишь в 2018 г. 39,0 % – со средней степенью устойчивости к болезни (в 2017 г. гибридов не наблюдалось).

За период исследований были выделены гибриды с максимальным средним баллом (см. табл. 4).

Гибриды с относительно высокой степенью устойчивости к ризоктониозу по росткам и клубням (2017 г. – 8662-13, 8871-8, 072902-2; 2018 г. – 72-13-5, 3295-20, 8845-3) были рекомендованы для дальнейшей селекционной работы.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Результаты оценки устойчивости гибридов конкурсного испытания к ризоктониозу, 2017–2018 гг.

Степень устойчивости	Ростки				Клубни			
	2017 г.		2018 г.		2017 г.		2018 г.	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Очень высокая	–	–	–	–	–	–	–	–
Высокая	–	–	–	–	–	–	–	–
Относительно высокая	16	39,0	4	9,8	41	100	25	61
Средняя	23	56,1	37	90,2	–	–	16	39
Низкая	2	4,9	–	–	–	–	–	–
Очень низкая	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего	41	100	41	100	41	100	41	100

Таблица 4 – Гибриды с наивысшим средним баллом

Степень устойчивости	Ростки	Клубни
2017 г.		
Относительно высокая	113011-1 (7,9), 102995-4 (7,8), 3355-10 (7,7), 103001-23 (7,5), 8662-13 (7,3), 072902-2 (7,3)	8662-13 (8,8), 8871-8 (8,8), 6-12-10 (8,8), 072902-2 (8,7)
Средняя	17-12-9 (6,9), 3309-18 (6,9), 8871-8 (6,9), 8665-26 (6,8)	–
2018 г.		
Относительно высокая	3287-12 (7,4), 13-11-5 (7,2), 3375-3 (7,1), 3399-15 (7,0), 3295-20 (6,4), 72-13-5 (6,2), 8845-3 (5,5)	72-13-5 (8,4), 3295-20 (8,0), 8845-3 (8,0), 123062-3 (7,8)
Средняя	69-13-35 (6,9), 8871-8 (6,9), 3463-9 (6,9), 113011-1 (6,8)	69-13-35 (6,9), 123056-6 (6,9), 113011-1 (6,8), 35-09-15 (6,8)

Примечание. В скобках указан средний балл.

Таблица 5 – Средний балл исследуемых стандартов

Год	Стандарты и их средний балл
2017	Лилея (6,8/8,4), Скарб (7,9/8,6), Рагнеда (5,6/8,3), Здабытак (5,5/7,6), Атлант (4,6/8,6), Ласунак (7,3/8,0), Манифест (8,1/8,6)
2018	Лилея (6,9/6,9), Скарб (7,3/7,5), Рагнеда (6,3/6,9), Вектар (5,8/6,8), Манифест (6,0/7,3)

Примечание. В скобках указан средний балл (по росткам/клубням).

Список литературы

1. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2003. – 525 с.
2. Биопрепарат Бактозол в защите картофеля от болезней во время вегетации / И. И. Бусько [и др.] // 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, 2013. – Т. 21. – С. 220–226.
3. Эффективность препарата Селест-топ, КС в защите картофеля от ризоктониоза / И. И. Бусько [и др.] // 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, 2013. – Т. 21. – С. 228–232.

4. Экологические основы защиты картофеля от комплекса болезней грибной и бактериальной этиологии / Э. И. Коломиец [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 26. – С. 125–128.

5. Фитопатологическая ситуация на картофеле в Беларуси и пути ее улучшения / В. Г. Иванюк [и др.] // 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, 2000. – Т. 10. – С. 163–170.

6. Козлов, В. А. Выделение источников устойчивости к болезням и других хозяйственно ценных признаков среди межвидовых гибридов картофеля / В. А. Козлов, И. А. Шутинская, В. С. Абакшонок // 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, 2011. – Т. 19. – С. 108–115.

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

Поступила в редакцию 14.11.2019 г.

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

POTATOES HYBRIDS ASSESSMENT FOR RESISTANCE TO *RHIZOCTONIA SOLANI* KUHN.

SUMMARY

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

Key words: potatoes, Rhizoctonia, resistance, breeding.

УДК 632.38:635.21

Н. С. Сердюкова, Е. В. Радкович, Г. Н. Гуца,**Ю. А. Халимоненко, 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

**ДОСТОВЕРНОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ S-ВИРУСА В ОБЪЕДИНЕННОЙ
ПРОБЕ ЛИСТЬЕВ КАРТОФЕЛЯ МЕТОДОМ ИФА****РЕЗЮМЕ**

В статье приведены результаты исследований по достоверности выявления S-вируса картофеля в объединенной пробе методом ИФА. Показано, что достаточно одного зараженного растения в объединенной пробе для выявления S-вируса картофеля.

Ключевые слова: картофель, S-вирус картофеля, клон, объединенная проба.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель относится к важнейшим сельскохозяйственным культурам. Роль его в решении мировой продовольственной проблемы очень велика из-за высокой питательной ценности. Однако данная культура сильно поражается фитовирусами и бактериозами. Из фитопатогенов картофеля особое значение имеют вирусы и нематоды, нередко составляющие взаимосвязанный фитопатокompлекс. В настоящее время в мире известно более 30 вирусов, поражающих картофель и вызывающих снижение его урожайности до 80 % [1, 2].

Потери урожая определяются видом возбудителя, штаммом, степенью устойчивости сорта, условиями выращивания картофеля и погодой. Легкие формы вирусных заболеваний снижают урожайность в среднем на 10–20 %, тяжелые – на 70–85 %, а в некоторых случаях – до 100 %. Содержание крахмала в пораженных клубнях обычно ниже на 0,8–4,6 % по сравнению со здоровыми. В них уменьшается количество сырого протеина, витаминов С, В₁, В₂ [3].

Вирусная инфекция может вызывать гибель клеток, тканей (некрозы) и всего растения. Все вирусы картофеля обладают высокой инфекционностью, быстро распространяются (преимущественно в период вегетации, меньше – в период хранения клубней и подготовки их к посадке). Вирусные болезни передаются в основном контактным путем (при соприкосновении ботвы корней, при переборке клубней, руками, одеждой людей, животными), также живыми организмами: тлями, цикадками, нематодами, почвенными грибами, сорными растениями, которые могут служить природными резервуарами вирусов картофеля [4].

Так как с вирусными болезнями картофеля нельзя бороться прямым способом, то их развитие необходимо предупреждать нарушением течения инфекционного цикла, элементами которого являются: источник вируса картофеля – переносчик – растение-хозяин. В картофелеводстве, где посадочным материалом служат вегетативные органы картофеля, основной источник инфекции – инфицированный клубень, поэтому все мероприятия должны быть направлены на получение здорового семенного материала картофеля [5].

В Беларуси чаще встречаются вирусы X, Y, L, M, S и A, из них наиболее вредоносны Y-, L- и M-вирусы. Эти же вирусы являются опасными для всех стран мира, производящих картофель [6]. Y-, L- и M-вирусы включены в Перечень особо опасных вредителей, болезней растений и сорняков Республики Беларусь [7].

При заражении картофеля вирусом ВСЛК листья становятся жесткими, шуршащими, нередко с нижней стороны приобретают антоциановую окраску. Вирус поражает не только листья, но и клубни, на срезе которых заметен сетчатый некроз. ХВК проявляется в виде расплывчатых светло-зеленых пятен на листьях, которые трудно увидеть в солнечную погоду. На листьях образуется светло-зеленая крапчатость, общий хлороз, отставание в росте. Y-вирус вызывает морщинистую мозаику, листья приобретают мозаичную, бугристую и морщинистую поверхность, края листовых долей загибаются книзу, окраска листьев светлеет, развивается морщинистость листьев между жилками, а также полосчатую мозаику, которая вначале проявляется на нижних и средних листьях, затем на верхних, в дальнейшем темно-коричневые штрихи распространяются на черешки и стебли, которые становятся хрупкими. M-вирус вызывает мозаичность, закручивание и волнистость краев верхних листьев в виде ложки. A-вирус проявляется в виде слабой мозаики, иногда деформации листьев (курчавость, складчатость, волнистость). Некоторые вирусы вызывают внутренние некрозы клубней, что делает их практически не пригодными как для потребления в пищу, так и для промышленной переработки [8].

Более детально остановим свое внимание на S-вирусе картофеля. Вирус был впервые выделен в Нидерландах в 1951 г., а позже повсюду, где выращивался картофель. Сейчас считается, что около 10–20 % посадок картофеля поражено этим вирусом, причем зачастую он встречается в комплексе с другими вирусами и влияет на размер клубней, уменьшая их. SBK по многим свойствам, в том числе и по симптоматике, очень схож с MBK, поэтому круг поражаемых растений у этих двух вирусов почти один и тот же. SBK поражает растения из семейства пасленовых и некоторые виды из семейства маревых и бобовых. На картофеле чаще поражение S-вирусом протекает бессимптомно, реже проявляется в виде слабой морщинистости листьев, их общего посветления.

Для диагностики вирусов успешно используют лабораторный метод иммуноферментного анализа [9], основанный на принципе «сэндвич-варианта» [10].

Наши исследования направлены на выявление вирусной инфекции в растениях картофеля на ранних этапах селекционного процесса. Эта работа позволит установить возможность выявления S-вируса картофеля в объединенной пробе листьев. Данные исследования необходимы для снижения затрат по диагностике скрытой вирусной инфекции в селекционном материале.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по определению достоверности выявления S-вируса картофеля в объединенной пробе листьев методом ИФА проводили в 2018 г. в лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Для подбора необходимого экспериментального материала предварительно был выполнен иммуноферментный анализ растений картофеля клонов сортов Журавинка 16 и Бриз. По результатам выполненного ИФА с каждого сорта отобрали по одному клону. Они были высажены в емкости с торфяным субстратом и помещены в условия защищенного грунта. В качестве зараженного растения использовали сок, полученный из

листьев клона сорта Журавинка 16, сок из листьев клона сорта Бриз не содержал вирусной инфекции.

Объединенная проба состояла из пяти растений, объем вносимого сока в объединенную пробу с одного растения составлял 50 мкл. Для получения объединенной пробы смешивали сок, содержащий S-вирус картофеля, с соком, полученным из листьев здорового растения, по следующей схеме:

I вариант – сок здорового растения (–К – отрицательный контроль);

II вариант – 4 здоровых + 1 зараженное (200 мкл + 50 мкл);

III вариант – 3 здоровых + 2 зараженных (150 мкл + 100 мкл);

IV вариант – 2 здоровых + 3 зараженных (100 мкл + 150 мкл);

V вариант – 1 здоровое + 4 зараженных (50 мкл + 200 мкл);

VI вариант – растения, зараженные SBK (+К – положительный контроль).

Повторность – пятикратная.

Иммуноферментный анализ проводили с использованием биохимических наборов, произведенных в Центре (Беларусь), с пероксидазной ферментативной меткой и наборов фирмы Biogeba (Швейцария) с фосфатазной меткой, согласно прилагаемым протоколам. Оценку результатов осуществляли с использованием фотометра фирмы BIO-RAD 680 при длине волн 490 и 405 нм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По достижению растениями фазы бутонизации – цветения был выполнен ИФА, результаты которого подтвердили наличие SBK в клонах сорта Журавинка 16, среднее значение оптической плотности составило 1,986 ед. Тестирование клонов сорта Бриз показало отсутствие вирусной инфекции, среднее значение оптической плотности составило 0,135 ед.

В результате проведенного иммуноферментного анализа с использованием наборов с фосфатазной ферментативной меткой было установлено, что достоверное выявление S-вируса картофеля в объединенной пробе листьев возможно при той комбинации разведения сока, в которой хотя бы в одном из растений, входящих в состав объединенной пробы, содержится S-вирус картофеля (варианты 2–6). Так, во втором варианте опыта при комбинации 4 здоровых + 1 зараженное растение среднее значение оптической плотности составляло 1,523 ед. при значении отрицательного контроля 0,153 ед. (табл. 1). В 3–6 вариантах опыта при увеличении количества зараженных растений в объединенной пробе средние значения оптической плотности повышались от 1,945 до 2,392 ед. при значении положительного контроля 2,048 ед. Коэффициент вариации колебался в диапазоне от 1,72 до 4,56 %.

Таблица 1 – Результаты ИФА по выявлению S-вируса в объединенной пробе листьев растений-инфекторов (А₄₀₅), 2018 г.

Вариант	Повторение					Х ср.	+К	–К ср.	V, %
	1	2	3	4	5				
1	0,138	0,143	0,140	0,145	0,144	0,142	2,048	0,153	0,02
2	1,476	1,532	1,456	1,345	1,331	1,523			1,98
3	2,420	2,394	2,380	2,524	2,241	2,392			1,72
4	1,993	1,732	1,859	2,101	2,041	1,945			4,56
5	2,299	2,334	2,071	2,068	2,118	2,178			3,04
6	2,067	2,148	2,167	1,872	2,049	2,061			2,65

Примечание. V – коэффициент вариации; –К ср. – среднее значение отрицательного контроля; +К – положительный контроль.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

При работе наборами с пероксидазной ферментативной меткой (Беларусь) во втором варианте опыта был достоверно выявлен S-вирус картофеля, а значение оптической плотности составило 0,568 ед. при значении отрицательного контроля 0,059 ед. (табл. 2). В 3–6 вариантах опыта при увеличении количества зараженных растений в объединенной пробе средние значения оптической плотности были выше и находились в пределах от 0,645 до 0,804 ед. при значении положительного контроля 0,869 ед. Отмечено, что во всех вариантах опыта коэффициент вариации был очень низким – от 1,20 до 1,87 %, что свидетельствует о высокой точности выполнения анализа.

Таблица 2 – Результаты ИФА по выявлению S-вируса в объединенной пробе листьев картофеля (А₄₉₀), 2018 г.

Вариант	Повторение					Х ср.	+К	–К ср.	V, %
	1	2	3	4	5				
1	0,078	0,064	0,063	0,081	0,067	0,071	0,869	0,059	0,39
2	0,602	0,606	0,549	0,586	0,497	0,568			1,47
3	0,584	0,649	0,688	0,620	0,684	0,645			1,20
4	0,821	0,749	0,786	0,783	0,664	0,761			1,87
5	0,779	0,841	0,766	0,711	0,715	0,762			1,49
6	0,850	0,752	0,819	0,851	0,747	0,804			1,31

Примечание. V – коэффициент вариации; –К ср. – среднее значение отрицательного контроля; +К – положительный контроль.

Исследования подтвердили надежность достоверного выявления S-вируса в объединенной пробе листьев картофеля методом ИФА с применением наборов с пероксидазной меткой (варианты 3–6). Экспериментальным путем установлена та же закономерность, что и для наборов с фосфатазной меткой: чем больше зараженных растений в пробе, тем выше вероятность выявления SBK. Чем выше исходная концентрация вируса в зараженном растении, тем выше вероятность выявления SBK в объединенной пробе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования по достоверности выявления S-вируса картофеля в объединенной пробе листьев методом ИФА показали:

1. Чем больше зараженных растений в объединенной пробе листьев, тем выше вероятность выявления SBK.
2. Чем выше начальная концентрация вируса в растении, тем выше вероятность выявления SBK в объединенной пробе.
3. При наличии в объединенной пробе хотя бы одного зараженного растения можно выявить S-вирус картофеля независимо от применяемых диагностических наборов, произведенных в Центре (Беларусь), с пероксидазной ферментативной меткой и наборов фирмы Biogeba (Швейцария) с фосфатазной меткой.
4. Использование объединенной пробы для выявления SBK методом ИФА прежде всего необходимо в селекционной работе. Возможность выявления скрытой вирусной инфекции на ранних этапах селекционного процесса позволит снизить затраты на проведение последующих этапов селекции за счет отбраковки пораженных образцов. В то же время применение объединенной пробы листьев позволит снизить количество дорогостоящих диагностикумов, используемых при тестировании материала в селекционных питомниках.

Список литературы

1. Шпаар, Д. Борьба с вирусными и виroidными болезнями в Германии / Д. Шпаар, П. Шуманн // Защита растений. – 2001. – № 5. – С. 15–17.

2. Амбросов, А. Л. Вирусные болезни картофеля и меры борьбы с ними / А. Л. Амбросов. – Минск : Урожай, 1975. – 208 с.
3. Защита семенных посадок картофеля от вирусных болезней [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-semennyh-posadok-kartofelya-ot-virusnyh-bolezney/viewer>. – Дата доступа: 09.10.2019.
4. Блоцкая, Ж. В. Вирусные, виroidные и фитоплазменные болезни картофеля / Ж. В. Блоцкая. – Минск : Тэхналогія, 2000. – 117 с.
5. Вишневская, О. В. Вирусные болезни картофеля / О. В. Вишневская // Пропагандизация. – 2016. – № 12. – С. 94–96.
6. Potato virus surveys and wide spread of recombinant PVY^{NTN} variant in Central Tunisia / I. Larbi [et al.] // African Journal of Microbiology Research. – 2012. – Vol. 6, № 9. – P. 2109 – 2115.
7. Об установлении перечня особо опасных вредителей, болезней растений и сорняков и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь : постановление М-ва сельского хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, 17 окт. 2016 г., № 29 // Эталон. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
8. Кузнецова, М. А. Защита картофеля / М. А. Кузнецова // Прил. к журн. «Защита и карантин растений». – 2007. – № 5. – С. 28.
9. Гнутова, Р. В. Вирусные и виroidные болезни картофеля на Дальнем Востоке и методы их диагностики в семеноводстве / Р. В. Гнутова, К. А. Можаяева // Известия ТСХА. – 2010. – Вып. 2. – С. 35–43.
10. Инструкция по выявлению вирусной и бактериальной инфекции в скрытой форме в картофеле методами иммуноферментного анализа, иммунофлуоресцентного анализа и полимеразной цепной реакции. – Минск, 2014. – 15 с.

Поступила в редакцию 24.10.2019 г.

N. S. SERDYUKOVA, E. V. RADKOVICH, G. N. GUSCHA,
Yu. A. HALIMONENKO, I. A. RODKINA

AUTHENTICITY OF DETECTION OF PVS IN INTEGRATED SAMPLE OF POTATOES LEAVES USING ELISA METHOD

SUMMARY

The research results on the authenticity of detection of PVS in an integrated sample by ELISA are presented in the article. It is shown that one infected plant in a combined sample is sufficient to detect PVS.

Key words: potatoes, PVS, clone, integrated sample.

УДК 632.38:635.21:631.531.01

Ю. А. Халимоненко, Е. В. Радкович, Г. Н. Гуца, Н. С. Сердюкова
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: halimonenkoulia@gmail.com; l-radkovich@tut.by

СРАВНЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕЖЕГО И ЗАМОРОЖЕННОГО ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕПАРАТИВНЫХ КОЛИЧЕСТВ Х-ВИРУСА КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В статье отражены результаты применения свежего и замороженного листового материала для получения препаративных количеств Х-вируса картофеля (ХВК). Установлено, что применение свежих листьев для выделения ХВК обеспечивает высокий выход вирусного препарата (более 162 мг из 1000 г листьев), замораживание листьев при -18°C перед выделением вируса приводит к снижению выхода вирусного препарата.

Ключевые слова: картофель, вирус, растение-накопитель, иммуноферментный анализ (ИФА), свежий листовый материал, замороженный листовый материал, вирусный препарат.

ВВЕДЕНИЕ

Чтобы повысить качество и урожайность картофеля, а главное – избежать распространения инфекции, необходимо использование здорового посадочного материала [1]. Одним из главных показателей качества семенного материала является его соответствие требованиям СТБ 1224-2000 «Картофель семенной. Технические условия» по наличию вирусных болезней в скрытой форме [2].

Как известно, картофель принадлежит к культурам, сильно поражаемым фитопатогенами. Вирусные болезни относятся к числу наиболее распространенных в Беларуси. Они проявляются в виде различных мозаик, деформаций, хлороза, угнетения роста, отмирания растений или отдельных его частей [3]. Проявление симптомов вироза зависит от штамма, реакции генотипа растений-хозяина на заражение, а также от влияния факторов внешней среды (условий почвенного питания, температуры, влажности, освещенности и др.) [4]. Распространение вирусных болезней создает угрозу возникновения смешанных инфекций с другими патогенами, так как восприимчивость картофеля, зараженного вирусами, значительно выше к возбудителям фитофтороза и альтернариоза, ризоктониоза, сухой гнили и бактериозам [5].

Распространяются вирусы картофеля разными способами. В период вегетации их передача происходит с помощью насекомых, а именно разных видов тли, клопов, цикадок и др. При контактно-механическом способе вирус передается от больного растения к здоровому при уходе за посадками. Также распространению вируса способствует зараженный посадочный материал, то есть инфекция передается от больного маточного клубня [1].

Одним из вирусов, который сохраняется в клубнях и распространяется посадочным материалом, является Х-вирус картофеля. ХВК – возбудитель крапчатой

или обыкновенной мозаики. Эта болезнь проявляется обычно на молодых листьях в виде светло-зеленой крапчатости неправильной формы. При поражении крапчатой мозаикой у растений картофеля снижается фотосинтез листьев, затрудняется отток ассимилятов. Под действием инфекции значительно уменьшается средняя масса одного клубня и количество клубней в одном кусте, а также их товарность. При заражении сильно патогенными штаммами на растениях отдельных сортов наблюдается некроз на листьях и верхушках стеблей. При поражении посадок вирусом X недобор урожая может достигать от 10–15 до 45–50 % [6].

В связи с тем, что у большинства сортов картофеля X-вирус находится в скрытой форме, для его обнаружения, кроме визуальной оценки, необходимо применение специальных лабораторных методов, которые могут выявить его наличие. Еще три десятилетия назад методы диагностики инфекций у растений были довольно трудоемкими. Для выявления и идентификации вирусов использовали растения-индикаторы, специальные среды для выявления бактерий и другие традиционные методы анализа, которые занимали дни, а в ряде случаев недели и месяцы. Основной перелом произошел с внедрением метода иммуноферментного анализа (ИФА) [7]. Из всех лабораторных методов он обладает высокой чувствительностью и специфичностью, является высокотехнологичным и адаптированным для проведения тестирования, надежно и просто реализуемый в лабораторных условиях [8]. Особенностью метода считается необходимость применения биохимических реагентов – специфичных антител и иммуноферментных конъюгатов. Источником таких реагентов служит высокоактивная антисыворотка, для получения которой необходима иммунизация лабораторных животных вирусным препаратом (антигеном), обладающим высокой иммуногенностью. Р. Беркс и Дж. Брандес (1961 г.) одними из первых отметили, что ХВК является сильным иммуногеном и обладает высокой антигенной активностью, которая легко выявляется в иммунохимических реакциях [6].

Вирусный препарат получают путем выделения вируса из предварительно зараженных растений. Для получения препарата с высокой концентрацией и высокой антигенной активностью вирус выделяют в период его максимального накопления, так как начальная концентрация вируса в растении во многом определяет его конечную концентрацию в препарате [9]. Не всегда для получения вирусного препарата получается использовать свежий листовой материал, в связи с чем требуется вынужденное хранение материала в морозильной камере. Из литературных источников известно, что многие вирусы способны долго сохранять инфекционность при хранении в замороженном состоянии. Степень устойчивости к замораживанию зависит от вида вируса и условий его хранения: в листьях, соке или в форме очищенного препарата [10].

Таким образом, наши исследования направлены на определение влияния замораживания зараженного листового материала растений-накопителей на количественный выход ХВК.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2018 г.

Основное требование для максимального накопления вирусного антигена заключается в правильном подборе растений-накопителей. Фитовирусы хорошо размножаются в чувствительных к ним растениях. Известно активное развитие X-вируса на растениях табака *N. Tabacum* L. (cv. Samsun) и дурмана *Datura stramonium* L. [11]. В качестве

накопителя X-вируса картофеля нами был выбран дурман обыкновенный (*Datura stramonium* L.). Выращивание и искусственное заражение растений-накопителей проводили в стеллажной теплице в изолированном боксе. Заражение осуществлялось путем натирания поверхности листьев дурмана в фазу 3–4 настоящих листьев, предварительно опудренных карборундом, заранее подготовленной смесью, состоящей из сока растений-инфекторов и буфера в соотношении 1:2. Инокуляцию проводили белорусскими изолятами ХВК из собственной коллекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (табл. 1).

Контроль за накоплением инфекции выполняли с помощью метода ИФА «сэндвич-вариант», то есть методом двойного наложения антител, коммерческими тест-системами с пероксидазной ферментативной меткой (ФГБНУ «Всероссийский НИИ картофеля хозяйства им. А. Г. Лорха» РАСХН, Красково-1) в строгом соответствии с прилагаемым протоколом проведения анализа [12]. Оптическую плотность продуктов ферментативной реакции измеряли на спектрофотометре для 96-луночных планшетов фирмы Bio-Rad 680 (Франция).

Материалом исследований являлся:

I вариант – свежесобранный листовой материал дурмана обыкновенного;

II вариант – листовой материал дурмана обыкновенного после замораживания при -18°C .

Выделение X-вируса картофеля проводили по методике В. К. Новикова и др. [13] с модификациями, разработанными в лаборатории иммунодиагностики картофеля.

Спектральные характеристики полученных очищенных вирусных препаратов и их концентрацию определяли на спектрофотометре MC 122 (PROSCAN SPECIAL INSTRUMENTS).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На первоначальном этапе получения вирусного препарата с высокой концентрацией необходима инокуляция растений-накопителей и накопление в них максимального количества вирусной инфекции.

Выраженные симптомы инфекции в виде крапчатой мозаики светло-зеленого цвета на листьях зараженных растений были отмечены уже через две недели после инокуляции (рис.).

Для контроля накопления вирусной инфекции, а также для выявления присутствия примесей других вирусов картофеля зараженные растения дурмана обыкновенного на 15 суток были протестированы методом иммуноферментного анализа. При тестировании исследуемых растений в I варианте опыта значения оптической плотности варьировали в пределах от 2,806 до 2,932 ед. (табл. 2). При тестировании сока, полученного из листьев инфицированных растений дурмана во II варианте опыта, значения оптической плотности находились в диапазоне от 2,741 до 2,931 ед. Положительный

Таблица 1 – Белорусские изоляты ХВК, используемые для инокуляции растений-накопителей для I и II варианта опыта, 2018 г.

Белорусский изолят (из коллекции Центра)	Растение-накопитель <i>Datura stramonium</i> L.
М-100	№ 1
М-54	№ 2
М-172	№ 3
Сп-36	№ 4
Сп-157	№ 5



Рисунок – Симптомы X-вируса картофеля на листьях *Datura stramonium* L. на 14 суток

Таблица 2 – Определение содержания вирусной инфекции в листьях растений дурмана обыкновенного методом ИФА, 2018 г.

№ растения	Значения оптической плотности A_{490}					
	Вирус					
	ХВК	УВК	СВК	МВК	ВСЛК	АВК
I вариант						
1	2,909	0,054	0,044	0,042	0,051	0,056
2	2,899	0,056	0,045	0,053	0,053	0,047
3	2,913	0,045	0,056	0,056	0,042	0,051
4	2,932	0,054	0,053	0,046	0,044	0,049
5	2,806	0,051	0,049	0,047	0,055	0,050
II вариант						
1	2,848	0,056	0,045	0,051	0,051	0,054
2	2,741	0,053	0,042	0,049	0,047	0,051
3	2,931	0,044	0,045	0,054	0,047	0,055
4	2,900	0,046	0,042	0,050	0,053	0,056
5	2,790	0,056	0,053	0,056	0,044	0,049
+К	2,899	2,341	2,709	2,259	2,612	1,945
-К	0,055	0,055	0,049	0,048	0,055	0,051

Примечание. +К – положительный контроль; -К – отрицательный контроль.

контроль для обоих вариантов составлял 2,899, отрицательный – 0,055 ед. оптической плотности. В результате проведенного анализа установлено, что все исследуемые растения, зараженные белорусскими изолятами, содержали моноинфекцию ХВК, примесь других вирусов картофеля не обнаружена.

Далее листья растений-накопителей использовали для получения вирусного препарата. Для этого собранные листья гомогенизировали в охлажденном 0,1 М фосфатном буфере (рН 6,75), содержащем ЭДТА, с добавлением п-бутанола, хлороформа и 2-меркаптоэтанола. Для осаждения вируса добавляли ПЭГ-6000 и NaCl. Из осадка трижды экстрагировали вирус глициновым буфером (рН 7,5). Полученный экстракт ультрацентрифугировали с использованием сахарозной подушки при 25 000 об/мин для получения высокоочищенного вирусного препарата.

РАЗДЕЛ 3. ИММУНИТЕТ И ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

В результате проведенной работы получены вирусные препараты ХВК с разным количеством выхода I-вируса (табл. 3). Следует отметить, что использование свежего материала листьев позволяет получить в пересчете на 1 кг зеленой массы 162,84 мг вируса. В то же время использование листового материала после замораживания при температуре -18°C ведет к уменьшению количества выделенного вируса практически в три раза, и его выход на 1000 г зеленой массы составляет всего 53,70 мг.

Таблица 3 – Результаты получения вирусного препарата ХВК из свежих и замороженных листьев дурмана обыкновенного, 2018 г.

Масса навески, г	Объем вирусного препарата, мл	Концентрация вирусного препарата, мг/мл	Соотношение A_{260}/A_{280}	Выход вируса на 1000 г зеленой массы, мг
I вариант (свежесобранный листовый материал)				
576	3,56	8,2	1,19	162,84
II вариант (листовой материал после замораживания)				
637	3,92	8,74	1,19	53,70

Таким образом, исследования показали, что для получения препаративного количества ХВК целесообразнее использовать свежие листья растений-накопителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что применение свежих листьев для препаративного выделения X-вируса картофеля обеспечивает высокий выход вирусного препарата (более 162 мг из 1000 г листьев), использование листового материала после замораживания листьев при -18°C приводит к снижению количества выхода вирусного препарата.

При невозможности использовать свежий листовый материал допустимо выделение вируса из замороженного материала, однако следует помнить, что замораживание способствует частичному разрушению вирусных частиц, тем самым снижая количественный выход вируса.

Список литературы

1. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 696 с.
2. Картофель семенной. Технические условия : СТБ 1224-2000. – Введ. 01.09.00. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. – 20 с.
3. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : РУП «Белорусский НИИ картофелеводства», 2003. – 550 с.
4. Козлов, В. А. Изучение распространенности и структуры популяций вирусных болезней картофеля в Гомельской области / В. А. Козлов, Н. В. Русецкий, А. В. Чашинский // 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, 2017. – Т. 25. – С. 121–129.
5. Волуевич, Е. А. Генетика устойчивости картофеля (*Solanum tuberosum*) к X- и Y-вирусам / Е. А. Волуевич, Н. В. Павлючук // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2013. – № 3. – С. 105–112.
6. Гнутова, Р. В. Таксономия вирусов растений Дальнего Востока России / Р. В. Гнутова. – Владивосток : Дальнаука, 2009. – 467 с.

7. Родькина, И. А. Выявление эффективных инфекторов и накопителей МВК при производстве тест-систем для проведения ИФА / И. А. Родькина, Е. В. Радкович // 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, 2015. – Т. 23. – С. 116–130.

8. 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 Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 23. – С. 108–115.

9. Хасанов, В. Т. Получение поликлональной антисыворотки к казахстанскому изоляту М-вируса картофеля / В. Т. Хасанов [и др.] // Сейфуллинские чтения – 13: сохранения традиции, создавая будущее : материалы Респ. науч.-теоретич. конф., посвящ. 60-летию Казахского агротехн. ун-та им. С. Сейфуллина. – 2017. – Т. 1, ч. 1. – С. 226–230.

10. Радкович, Е. В. Детекция ХВК, YВК, SBK и МВК методом ИФА в замороженном соке картофеля после разных сроков хранения / Е. В. Радкович, Г. Н. Гуца, Д. И. Галуза // Картофелеводство : сб. науч. тр. : в 2 ч. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 2. – С. 140–151.

11. Радкович, Е. В. Оптимизация метода иммуноферментного анализа на основе полученных биологических компонентов для диагностики вирусов картофеля в Беларуси : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Е. В. Радкович. – Прилуки, Минский р-н, 2010. – 19 с.

12. Инструкция по применению иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля // Всероссийский науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха. – Коренево, 2008. – 7 с.

13. Метод получения препарата Y-вируса картофеля и приготовление диагностических сывороток / В. К. Новиков [и др.] // С.-х. биология. – 1982. – № 5. – С. 706–711.

Поступила в редакцию 21.10.2019 г.

Yu. A. HALIMONENKO, E. V. RADKOVICH, G. N. GUSCHA,
N. S. SERDYUKOVA

COMPARISON OF FRESH AND FROZEN LEAF MATERIAL USE FOR PRODUCING PREPARED QUANTITIES OF POTATOES VIRUS X

SUMMARY

The results of fresh and frozen leaf material use to obtain preparative amounts of PVX are given in the article. It was established that the use of fresh leaves for the isolation of potatoes virus X provides a high yield of the viral preparation (more than 162 mg out of 1000 g of leaves), leaf freezing at -18°C before virus isolation leads to a decrease in the yield of the viral preparation.

Key words: potatoes, virus, storage plant, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), fresh leaf material, frozen leaf material, viral preparation.

РАЗДЕЛ 4

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

УДК [635.21:631.559]:[631.51.01+631.543.81](476)

Д. С. Гасило

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: technology@belbulba.by; gastilo1990@mail.ru

УРОЖАЙНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРИНЫ МЕЖДУРЯДИЙ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В БЕЛАРУСИ

РЕЗЮМЕ

В статье представлена экономическая эффективность выращивания продовольственного картофеля в зависимости от ширины междурядий (70 и 90 см), способов предпосадочной (вспашка, почвоуглубление) и последующих обработок почвы (уход за посадками в период вегетации).

Ключевые слова: картофель, сорт, ширина междурядий, урожайность, структура урожая, рентабельность, экономическая эффективность, себестоимость, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

При ведении сельского хозяйства в современных условиях важными требованиями к элементам технологии выращивания, которые разрабатываются и внедряются в производство, являются снижение себестоимости единицы продукции, уменьшение энергетических затрат и, как результат, увеличение прибыли [1].

В земледелии основа ресурсосбережения – снижение затратности обработки почвы как наиболее трудоемкого процесса. Данный вопрос должен решаться через объединение и сокращение технологических операций на базе почвообрабатывающих машин нового поколения, повышение эффективности использования природных возобновляемых ресурсов на основе рационального сочетания биологизации и химизации технологических процессов, минимизацию обработки почвы, позволяющей блокировать угрозу ее эрозии, достижение гармонии экологической среды и агрофитоценозов [2].

Современные технологии должны быть конкурентоспособными. Создание комплекса агрономических мероприятий, обеспечивающих высокую урожайность картофеля, обязательно должно сопровождаться экономической оценкой. Оценка эффективности любого комплекса агротехнических мероприятий только изменением урожайности недостаточна, так как остаются без внимания затраты на ее получение. Поэтому и возникла необходимость определения экономической эффективности выращивания продовольственного картофеля. Одним из путей повышения урожайности и

уменьшения затрат на единицу площади является внедрение современных технологий. Так как наука и практика предлагают к внедрению значительное количество элементов технологий, важно выбрать из них такие, которые соответствуют требованиям современных экономических условий [3].

Известно, что картофель может высаживаться по различным схемам и выращиваться с различной шириной междурядий. В настоящее время в большинстве стран картофель, как правило, возделывают с шириной междурядий от 75 до 140 см. Во многих хозяйствах гребневая технология выращивания картофеля предусматривает ширину междурядий 70 и 75 см. Она и сейчас остается одной из наиболее распространенных на территории Беларуси, России и других стран СНГ. Однако эта технология не в полной мере отвечает биологическим требованиям растений картофеля, особенно при выращивании много- и крупноклубневых сортов. Ее недостатками являются: небольшая площадь питания растений; высокая степень повреждаемости корневой системы и надземной части растений при междурядных обработках; позеленение клубней из-за недостатка почвы для создания полноценного гребня; несоответствие ширины колес энергонасыщенных тракторов ширине междурядий, что приводит к переуплотнению почвы, травмированию клубней во второй половине вегетационного периода, увеличению количества комьев почвы в ворохе при уборке клубней [4].

Различные сорта картофеля предъявляют неодинаковые требования к условиям выращивания и по-разному реагируют на агротехнические приемы возделывания. Внедрение в производство сортов интенсивного типа и энергонасыщенной техники влечет за собой поиск технологий в большей мере отвечающей биологическим требованиям растений картофеля. Однако формирование рыночной экономики в аграрном секторе требует надежного механизма регулирования рынка сортов путем оценки не только хозяйственной годности, но и их экономической эффективности [5, 6].

Следует подчеркнуть, что на широкорядных посадках отмечается меньше повреждений надземной массы картофеля фитофторозом за счет лучшей продуваемости рядков. Тем самым уменьшается пестицидная нагрузка, экономятся финансовые средства и приходится меньшее воздействие на экологию окружающей среды. При широкорядных и грядковых технологиях возделывания на 25 % снижается расход ГСМ на единицу продукции, а также эффективнее используются новые энергонасыщенные тракторы. К тому же такие тракторы с более широкими шинами меньше травмируют клубни нового урожая в сравнении с посадками с меньшими междурядьями [7].

Установлено, что на посадках с более широкими междурядьями создаются лучшие условия для реализации потенциальной продуктивности картофеля, особенно интенсивных сортов, уменьшается плотность почвы в зоне клубнеобразования, повышается товарность клубней [8–10].

Ширина междурядий заметно повлияла на экономические показатели выращивания картофеля. При ширине междурядий 75 см рентабельность составила 68,1 %, 90 см – 83,1 %. При выращивании картофеля с междурядьями 90 см по сравнению с 75 см энергозатраты уменьшились на 24–28 % [11].

В последние годы отмечается нестабильность климатических условий, особенно в период формирования урожая, поэтому необходимо заранее продумать возможность модификации технологий возделывания картофеля [12]. С учетом этого необходимо создать технологии возделывания картофеля, адаптированные к этим условиям [13].

Полевые испытания, проводимые в Нидерландах в 1970-х гг., показывают, что товарная урожайность при ширине междурядий 90 см выше, чем при 75 см. Были отмечены меньший выход клубней мелкой фракции и на 20 % увеличение товарных клубней [14, 15].

Несмотря на большое количество литературных источников по изучению элементов технологий возделывания картофеля, исследования по определению экономической эффективности возделывания сортов различных групп спелости с использованием способов предпосадочной обработки почвы и ухода за посадками при ширине междурядий 70 и 90 см освещены недостаточно.

Целью наших исследований было определение экономической эффективности возделывания картофеля при ширине междурядий 70 и 90 см и способов обработки почвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт проводили в 2016–2018 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Полевой четырехфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – сорт:

1. Манифест;
2. Волат;
3. Вектар.

Фактор В – ширина междурядий:

1. 70 см;
2. 90 см.

Фактор С – способ предпосадочной обработки почвы:

1. Вспашка 20–25 см;
2. Почвоуглубление 30–35 см.

Фактор D – способ ухода за посадками:

- | | |
|--------------------|---------|
| 1. АК-2,8 | } 70 см |
| 2. АК-2,8 + КОР-4 | |
| 3. КГО-3,6 | } 90 см |
| 4. КГО-3,6 + ОКГ-4 | |

Пахотный горизонт опытного участка, где проводили агротехнические опыты, характеризуется агрохимическими показателями, которые представлены в таблице 1.

Предшественник – озимый рапс на зерно. Органические удобрения в дозе 40 т/га и минеральные $N_{90}P_{60}K_{150}$ вносили на всей площади опыта. Подготовку почвы осуществляли согласно схеме опыта. Она заключалась в закрытии почвенной влаги культиватором КПС-4, вспашке ПЛН-3-35, почвоуглублении АКР-3, предпосадочной культивации, нарезке гребней культиватором АК-2,8 с междурядьями 70 см и КГО-3,6 – 90 см.

Таблица 1 – Агрохимические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы технологического севооборота Центра, 2016–2018 гг.

Показатели	Количественные показатели, мг/кг
Гумус	2,00–2,11 %
pH _{KCl}	4,50–4,80
P ₂ O ₅	338,80–380,26
K ₂ O	107,60–436,00
Mg	12,09–85,10
Cu	1,78–2,80
B	1,56–2,92
Zn	1,70–2,80
Mn	9,47–15,70

Посадку сортов картофеля выполняли в третьей декаде апреля сажалкой Л-202 на 70 см (70×25), а на 90 см (90×20) – картофелесажалкой JUKO 242S (Финляндия), густота посадки 48–52 тыс. шт/га. В период вегетации картофеля проводили две междурядные обработки по формированию гребней: 70 см – КОР-4, 90 см – ОКГ-4. После формирования гребней вносили гербицид Зенкор Ультра в дозе 0,9 л/га до всходов.

Площадь опытной деланки при выращивании продовольственного картофеля с междурядьем 70 см – 53,2 м², 90 см – 68,4 м², повторность – четырехкратная. Общая площадь под опытом 1,5 га.

Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и обменного калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическая кислотность – по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [16]. Содержание меди, бора, цинка, марганца и магния определяли на приборе LASA AGRO 100.

В соответствии с методикой исследований по культуре картофеля в период вегетации проводили следующие учеты и наблюдения: фенологические – начало (10 %) и массовое (75 %) появление всходов, бутонизация и цветение [17]. Урожай учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям [16, 18].

Определение экономической эффективности проводилось по методикам М. М. Севернева и И. М. Богдевича [19, 20]. Она была рассчитана по ценам, сложившимся по состоянию на 01.10.2018 г., при этом была взята средняя цена на продовольственный картофель – 0,45 руб. (45 коп.) за 1 кг.

Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б. А. Доспехова и программой STATISTICA 10 [21].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разная ширина междурядий и способы обработки почвы способствовали созданию различных условий для роста и развития растений картофеля.

Эффективность возделывания данной культуры определяют три основных фактора: *урожайность* – результат работы корневой системы и листьев растений, который зависит от метеорологических условий и от агротехнических приемов (обработка почвы, удобрения, схема посадки и др.); *качество продукции* – выход товарных клубней с параметрами, учитывающими ее конкретное назначение; *затраты на производство*. При применении почвоуглубления в сочетании с увеличением ширины междурядий с 70 до 90 см было отмечено увеличение урожайности, количества товарного урожая и, как следствие, прибыли и рентабельности выращивания продовольственного картофеля по всем исследуемым сортам опыта (табл. 2, рис. 1–3).

Агротехнические приемы выращивания картофеля оказали влияние на урожайность исследуемых сортов картофеля, товарность урожая, а также выход товарной продукции. При выращивании картофеля с шириной междурядий 90 см и применении почвоуглубления создаются более благоприятные условия для реализации потенциальной продуктивности сортов интенсивного типа, повышается товарность клубней за счет создания более благоприятных водного, воздушного, пищевого режимов. Сорта картофеля Манифест, Волат, Вектар положительно отреагировали на увеличение ширины междурядий с 70 до 90 см и применение почвоуглубления перед посадкой. При посадке с шириной междурядий 90 см и применении почвоуглубления перед посадкой урожайность по сортам составила: Манифест – 50,0–55,1 т/га; Волат – 47,7–50,5; Вектар – 50,5–55,3 т/га, прибавка урожая – 18,3–23,4 т/га; 22,3–25,1; 24,8–29,5 т/га по сортам соответственно. Максимальная товарность клубней была отмечена при увеличении ширины междурядий с 70 до 90 см и применении почвоуглубления, которая по сортам

Таблица 2 – Экономическая эффективность способов предпосадочной и последующих обработок почвы, 2016–2018 гг.

Показатели	Без почвоуглубления				С почвоуглублением			
	70 см		90 см		70 см		90 см	
	АК-2,8 (контроль)	АК-2,8 + КОР-4	КГО-3,6	КГО-3,6 + ОКГ-4	АК-2,8	АК-2,8 + КОР-4	КГО-3,6	КГО-3,6 + ОКГ-4
Материальные затраты, тыс. руб./га	9,74	9,88	9,96	10,01	10,17	10,31	10,45	10,50
Сорт Манифест								
Доход от реализации картофеля, тыс. руб.	8,51	11,87	11,57	14,13	13,57	14,87	16,13	18,50
Прибыль, тыс. руб.	-1,23	1,99	1,60	4,11	3,40	4,57	5,68	8,02
Рентабельность, %	-12,20	20,30	15,06	41,17	32,70	43,37	54,23	75,37
Сорт Волаг								
Доход от реализации картофеля, тыс. руб.	7,42	9,58	12,00	14,30	11,55	14,30	16,00	17,30
Прибыль, тыс. руб.	-2,31	-0,30	2,07	4,29	1,38	4,01	5,52	6,79
Рентабельность, %	-24,30	-3,80	19,47	42,30	11,32	37,00	51,73	63,60
Сорт Вектар								
Доход от реализации картофеля, тыс. руб.	6,87	8,72	12,47	14,30	10,50	14,13	16,70	18,93
Прибыль, тыс. руб.	-2,87	-1,16	2,53	4,27	0,33	3,81	6,26	8,42
Рентабельность, %	-29,27	-11,40	24,60	42,80	2,73	35,10	60,13	80,47

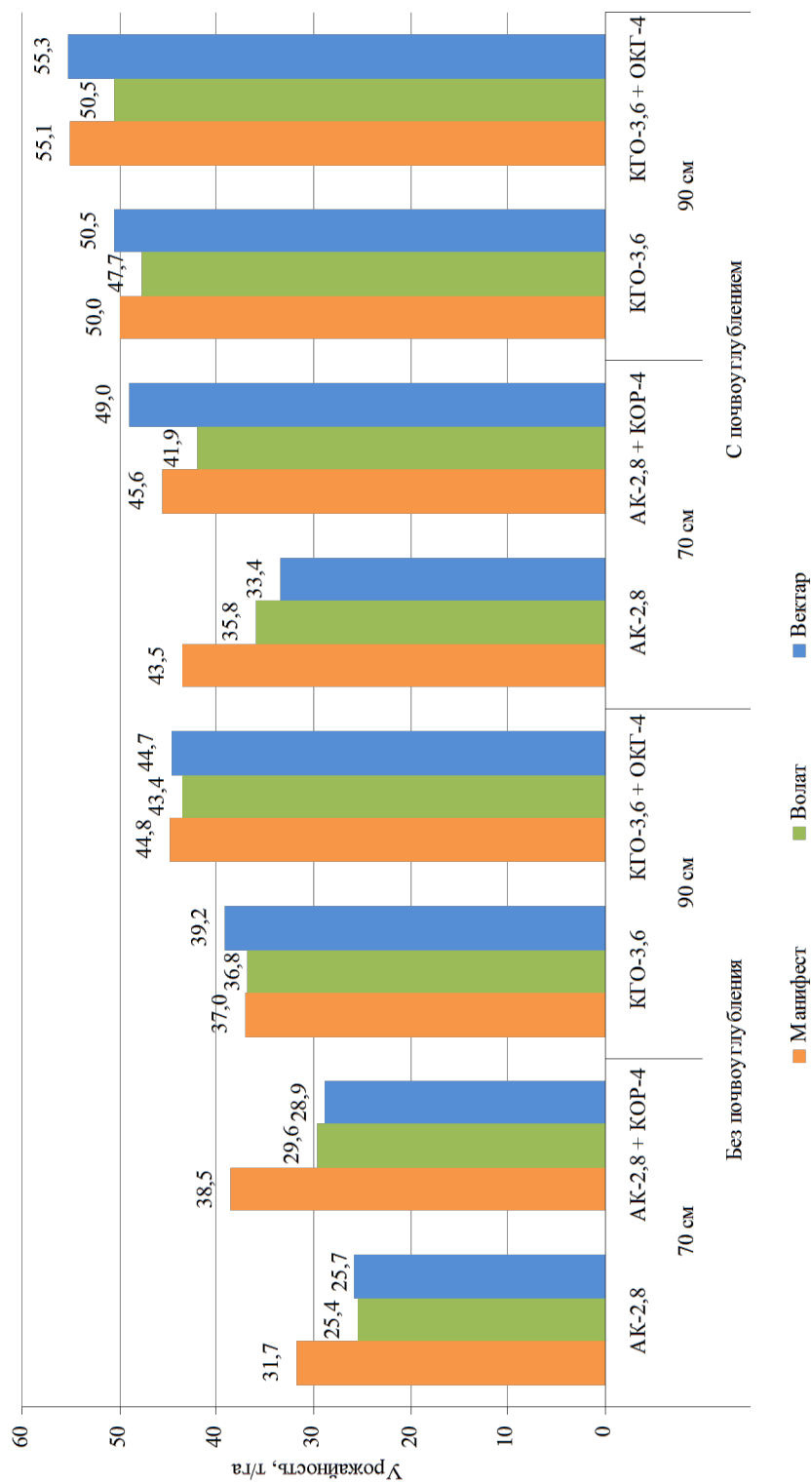


Рисунок 1 – Урожайность изучаемых сортов в зависимости от способа обработки почвы, 2016–2018 гг.

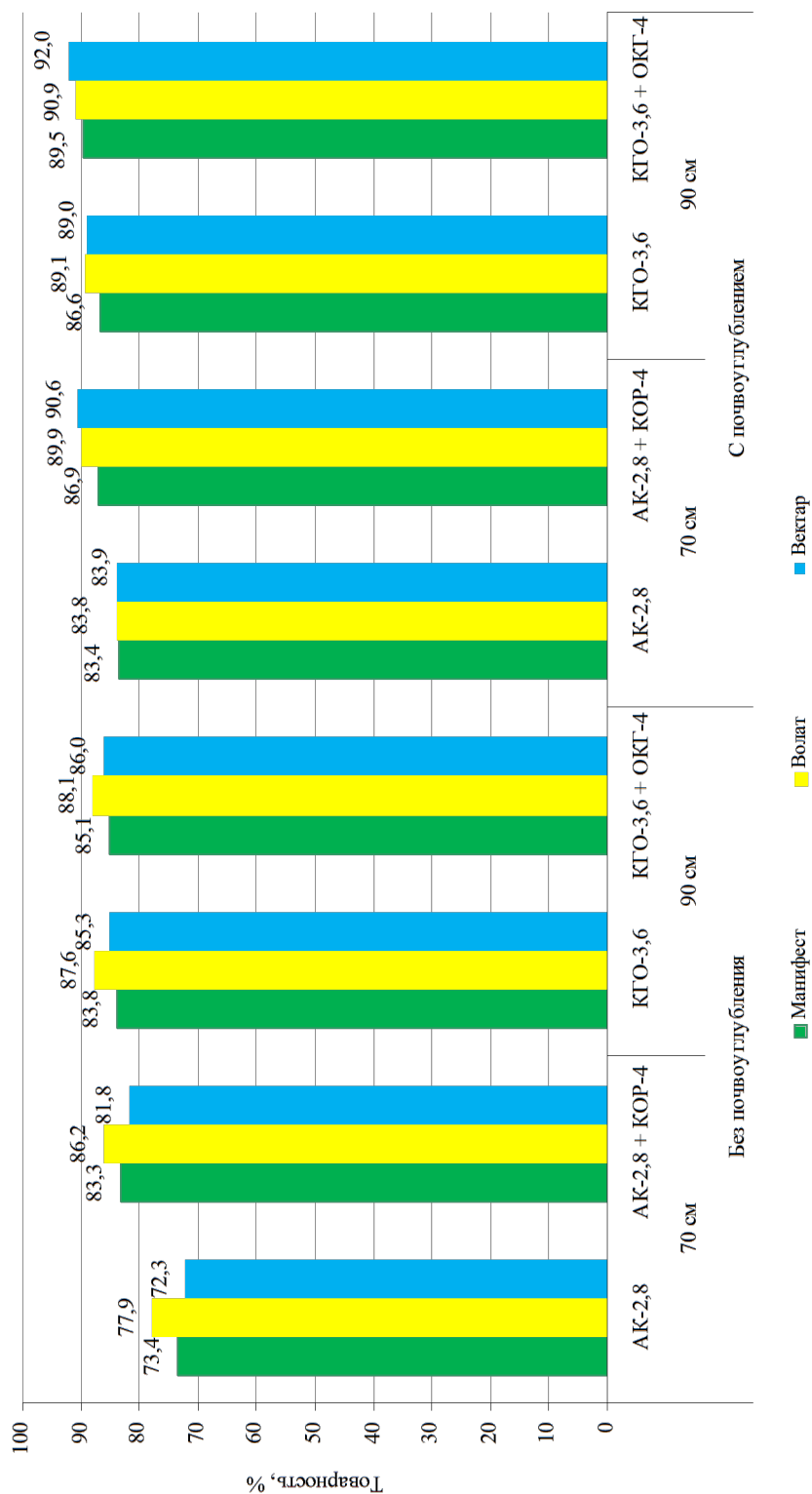


Рисунок 2 – Товарность изучаемых сортов в зависимости от способа обработки почвы, 2016–2018 гг.

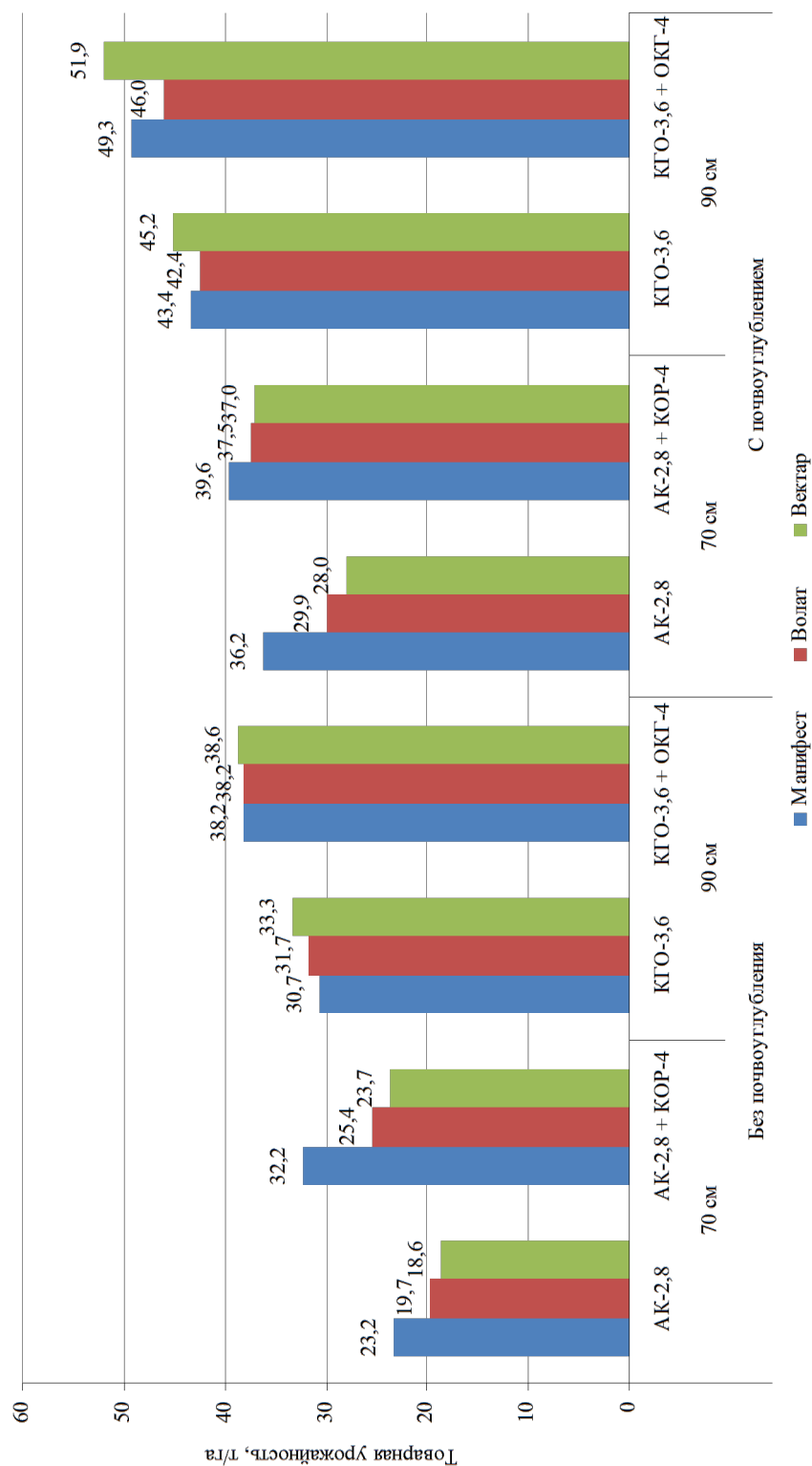


Рисунок 3 – Товарная урожайность изучаемых сортов картофеля в зависимости от способа обработки почвы, 2016–2018 гг.

составила: Манифест – 86,6–89,5 %; Волат – 89,1–90,9; Вектар – 89,0–92,0 %, что выше по сравнению с контролем на 11,2–19,7 %.

При применении почвоуглубления и ширине междурядий 90 см установлена максимальная товарная урожайность по сортам: Манифест – 43,4–49,3 т/га; Волат – 42,4–46,0; Вектар – 45,2–51,9 т/га. Данные агроприемы способствовали ее увеличению от 20,2 т/га (сорт Манифест) до 33,3 т/га (сорт Вектар) по сравнению с контрольным вариантом.

Материальные затраты на выращивание картофеля без применения почвоуглубления при посадке с шириной междурядий 70 см (семена, пестициды, органические удобрения, ГСМ, заработная плата, общехозяйственные расходы) составили 9,74–10,31 тыс. руб/га и 90 см – 9,96–10,01 тыс. руб/га, а с применением почвоуглубления – возросли до 10,17–10,31 тыс. руб/га – 70 см и 10,45–10,50 тыс. руб/га – 90 см.

При высоких материальных затратах прибыль по сортам в зависимости от урожайности и способа обработки почвы при выращивании картофеля с междурядьями 70 см составила у сорта Манифест 1,99 тыс. руб/га и с междурядьями 90 см – 1,60–4,11 тыс. руб/га без применения почвоуглубления; 3,40–4,57 тыс. руб/га – 70 см и 5,68–8,02 тыс. руб/га – 90 см с применением почвоуглубления; у сорта Волат – 2,07–4,29 тыс. руб/га – 90 см без применения почвоуглубления; 1,38–4,01 тыс. руб/га – 70 см и 5,52–6,79 тыс. руб/га – 90 см с применением почвоуглубления; у сорта Вектар – 2,53–4,27 тыс. руб/га – 90 см без применения почвоуглубления; 0,33–3,81 тыс. руб/га – 70 см и 6,26–8,42 тыс. руб/га – 90 см с применением почвоуглубления. Прибыль не была получена в контрольном варианте без применения почвоуглубления с шириной междурядий 70 см у сортов Манифест, Волат и Вектар.

Рентабельность выращивания продовольственного картофеля при применении различных способов обработки почвы с применением почвоуглубления по сортам составила: Манифест – 32,70–43,37 % – 70 см, 54,23–75,37 % – 90 см; Волат – 11,32–37,00 % – 70 см, 51,73–63,60 % – 90 см; Вектар – 2,73–35,10 % – 70 см, 60,10–80,50 % – 90 см; без применения почвоуглубления: Манифест – 20,30 % – 70 см, 15,06–41,17 % – 90 см; Волат – 19,47–42,30 % – 90 см; Вектар – 24,60–42,80 % – 90 см. В контрольном варианте по сортам Манифест, Волат, Вектар получена отрицательная рентабельность.

Увеличение ширины междурядий до 90 см значительно повысило эффективность производства картофеля: получена более высокая урожайность, товарность, товарная урожайность, следовательно и прибыль по сравнению с шириной междурядий 70 см, однако при более высоких материальных затратах уровень рентабельности выше. При этом рост денежных средств в первую очередь связан с использованием более энергонасыщенного трактора. По затратам энергии преимущество также имеют агроприемы, сочетаемые с шириной междурядий 90 см.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При применении почвоуглубления и ширине междурядий 90 см прибавка урожая по сортам составила: Манифест – 18,30–23,40 т/га; Волат – 22,30–25,10; Вектар – 24,80–29,57 т/га, а товарность клубней увеличилась на 11,20–19,73 %. Данные агроприемы способствовали увеличению товарной урожайности от 20,2 т/га (сорт Манифест) до 33,3 т/га (сорт Вектар) по сравнению с контрольным вариантом.

Уровень рентабельности выращивания продовольственного картофеля с шириной междурядий 70 и 90 см увеличился по сортам: Манифест – на 20,87–27,26 %; Волат – 43,77–46,10; Вектар – на 53,87–54,20 %, а при применении почвоуглубления уровень рентабельности увеличился на 23,07–44,90 %; 21,30–40,80; 32,00–46,50 % по сортам соответственно. В контрольном варианте по сортам Манифест, Волат и Вектар получена отрицательная рентабельность.

Список литературы

1. Семен, О. Екологічна та економічна ефективність вирощування гарбуза мускатного в умовах Півдня України / О. Семен // Вісн. Житомирського нац. агроєкологічного ун-ту. – 2014. – № 2 (1). – С. 253–258.
2. Орси́к, Л. С. Об основных результатах и новых подходах к внедрению ресурсосберегающих технологий в АПК России // Об основных результатах и новых подходах к внедрению ресурсосберегающих технологий в АПК России : материалы науч.-практ. конф. в рамках Междунар. специализированной выставки с.-х. техники «Агросолон» (Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 20 ноября 2008 г.). – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – С. 3–14.
3. Мьялковский, Р. О. Экономическая эффективность производства картофеля в зависимости от сорта, сроков и способов сева и глубины заделки / Р. О. Мьялковский // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 26. – С. 229–234.
4. Картофель России / под ред. А. В. Коршунова. – М., 2003. – 321 с.
5. Писарев, Б. А. Сортотехника картофеля / Б. А. Писарев // Интенсивная технология. – М. : Агропромиздат, 1990. – С. 155–160.
6. М'ялковський, Р. О. Ріст і розвиток рослин картоплі різних груп стиглості в залежності від сорту, термінів садіння та глибини загортання бульб в умовах Правобережного Лісостепу України / Р. О. М'ялковський // International academy journal Web of scholar. – 2017. – № 8 (17). – С. 16–19.
7. Абрамов, Н. В. Изменение плотности сложения чернозема выщелоченного под воздействием природных и машинных деформаций / Н. В. Абрамов, А. М. Пантюхов // Аграрн. вестн. Урала. – 2011. – № 6 (85). – С. 16–18.
8. Кононученко, В. В. Особенности ресурсосберегающей технологии производства картофеля в Украине / В. В. Кононученко // Материалы Междунар. юбилейной науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. : в 2 ч. / Ин-т картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси ; редкол.: С. А. Банадысев (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2003. – Ч. 2. – С. 244–249.
9. Павлович, А. А. Современные технологии и технические средства для возделывания, уборки и хранения картофеля / А. А. Павлович, А. Л. Рапинчук, С. А. Банадысев. – Минск, 2000. – 52 с.
10. Курейчик, Н. А. Влияние ширины междурядий на эффективность возделывания сортов картофеля / Н. А. Курейчик, Ф. И. Дехтерович // Картофелеводство : сб. науч. тр. / БелНИИ картофелеводства. – Минск : Мерлит, 2002. – Т. 11. – С. 271–276.
11. Основные элементы технологии интенсивного выращивания раннего картофеля / В. В. Ивенин [и др.] // Картофель и овощи. – 2012. – № 4. – С. 3–4.
12. Старовойтов, В. И. Инновационные грядковые технологии и технические средства для возделывания картофеля и топинамбура / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 40–42.
13. Изменение климатических условий и продуктивность картофеля / Л. С. Федотова [и др.] // Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства : сб. материалов науч.-практ. конф. – Чебоксары : КУП ЧР «Агроинновации», 2011. – С. 132–134.
14. Kouwenhoven, J. K. Ridges for new potato varieties in The Netherlands [Electronic resource] / J. K. Kouwenhoven, U. D. Perdok // Proceedings 15th ISTRO conference, Fort

Worth, Texas USA, 2–7 July, 2000 / Intern. Soil Tillage Research Organization ; ed. J. E. Morrison. – 2000. – CD-ROM.

15. Berlinski, K. Mechanizacja produkcji ziemniaków a problem uszkodzeń bulw / K. Berlinski, Z. Florezak // Nowe Rolnictwo. – 1983. – Т. 32, № 10. – С. 7–10.

16. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во с. х. и прод. Респ. Беларусь ; разраб.: С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 71 с.

17. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М. : Колос, 1981. – 495 с.

18. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хозяйства ; редкол.: Н. А. Андрияшина [и др.]. – М., 1967. – 265 с.

19. Методы оценки эффективности научно-исследовательских и опытноконструкторских работ на стадии их планирования и завершения / М. М. Севернев [и др.]. – Минск, 1999. – С. 39–82.

20. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 1988. – 30 с.

21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 416 с.

Поступила в редакцию 22.10.2019 г.

D. S. GASTILO

YIELD, ECONOMIC EFFICIENCY OF CULTIVATION OF WARE POTATOES DEPENDING ON PLANTING WIDTH AND SOIL PROCESSING METHODS IN BELARUS

SUMMARY

The economic efficiency of growing food potatoes depending on the row spacing (70 and 90 cm), methods of pre-planting (plowing, soil dredging) and subsequent soil treatments (planting care during the growing season) is presented in the article.

Key words: potatoes, variety, planting width, yield, crop structure, profitability, economic efficiency, cost, Belarus.

УДК 635.21:[631.51.01+631.816]

Д. С. Гасило, Д. Д. Фицуро, В. А. Сердюков, С. Н. Мартыненко

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: technology@belbulba.by; gastilo1990@mail.ru

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ
СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СТОЛОВОГО КАРТОФЕЛЯ НА
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ****РЕЗЮМЕ**

В статье приведены результаты исследований влияния способов предпосадочной обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы на ее агрофизические показатели, урожайность, а также биометрические, биохимические показатели исследуемых сортов картофеля. Рассчитана экономическая эффективность выращивания продовольственного картофеля в зависимости от изучаемых агроприемов.

Ключевые слова: картофель, сорт, влажность, плотность, твердость, биометрические показатели, урожайность, биохимические показатели клубней, экономическая эффективность, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

На формирование урожая клубней картофеля значительно влияют водно-физические свойства почвы. При повышенной ее плотности снижается урожайность, содержание крахмала и витамина С в клубнях. Они деформируются, уменьшается глубина залегания клубневого гнезда, а корневая система становится ослабленной из-за большого количества тонких и мелких корней, поэтому для картофеля на протяжении всего периода вегетации необходима глубоко разрыхленная почва, хорошо проницаемая для воды и воздуха [1–6].

Исследованиями ученых установлено, что на дерново-подзолистых средних и тяжелых суглинках лучшие условия для выращивания картофеля и накопления более высокого урожая клубней создаются при плотности почвы 1,1–1,2 г/см³ [5, 7–9].

В Ивановском сельскохозяйственном институте в опытах И. Г. Мальцева наилучшим способом предпосадочной обработки дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы оказалась перепашка на 15–17 см с глубоким рыхлением на 26–28 см [10].

Исследователи Б. М. Абакаров и В. А. Алексеев сделали вывод, что на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах величина урожая зависит как от приемов обработки почвы, так и от фона удобрений, причем удобрения оказывают более сильное действие на величину урожая, чем обработка. Глубокая безотвальная предпосадочная обработка почвы под картофель имеет преимущество перед отвальной, так как за счет более эффективного использования удобрений растениями увеличивается урожай [11, 12].

На дерново-подзолистой почве Чувашского сельскохозяйственного института проведение глубокого безотвального рыхления вместо отвальной перепашки зяби на глубину 16–18 см обеспечило существенную прибавку урожая клубней [13]. Аналогичные

данные были получены отделом агротехники Научно-исследовательского института картофельного хозяйства на выщелоченных черноземах [14] и в опытах Горьковского сельскохозяйственного института на серых лесных почвах [15].

М. С. Алисов в исследованиях на пойменных почвах пришел к выводу, что наиболее оптимальным вариантом в качестве предпосадочной обработки является весно-вспашка на глубину 22–27 см, а если почва плохо разрыхляется, то после вспашки необходимо провести культивацию на 15–18 см или дискование [16].

В зоне Южного Урала на орашаемых тяжелосуглинистых почвах лучшие условия для роста, развития и формирования урожая клубней картофеля создаются при проведении весной перепашки почвы на глубину 25–27 см плугами с вырезными или культурными отвалами с последующим боронованием игольчатой бороной [17].

В работах Н. А. Чморя, В. В. Арнаутова и А. Я. Камеразы отмечается, что весеннюю обработку почвы под картофель рекомендуется проводить мельче зяблевой вспашки на 3–5 см [18, 19].

Большое значение в повышении урожайности картофеля имеет правильный выбор технологии весенней обработки почвы. В научной литературе имеются противоречивые данные о роли предпосадочной обработки почвы на урожайность картофеля и его структуру.

Целью наших исследований было сравнение эффективности приемов предпосадочной обработки почвы – вспашки и почвоуглубления на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт проводили в 2017–2019 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Полевой трехфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – способ предпосадочной обработки почвы:

1. Вспашка – 20–22 см;
2. Вспашка + Почвоуглубление – 30–35 см.

Фактор В – сорт:

1. Палац;
2. Лад;
3. Лель.

Фактор С – дозы минеральных удобрений:

1. Контроль – без удобрений;
2. 40 т/га органических удобрений – ФОН;
3. ФОН + $N_{90}P_{60}K_{150}$;
4. ФОН + $N_{120}P_{90}K_{180}$.

Пахотный горизонт опытного участка характеризуется агрохимическими показателями, приведенными в таблице 1.

Следует отметить достаточно кислую реакцию рН почвы, довольно высокое содержание в почве калия и фосфора, среднее и высокое – меди (2–3 группа), высокое и избыточное – бора (3–4 группа), низкое и среднее – цинка (1–2 группа), среднее – марганца (2 группа) и очень низкое содержание магния (1–2 группа).

Предшественник – озимый рапс на зерно. Подготовку почвы и внесение органических и минеральных удобрений проводили согласно схеме опыта. Подготовка почвы заключалась в закрытии почвенной влаги культиватором КПС-4, вспашке ПЛН-3-35,

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Агрохимические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы технологического севооборота Центра, 2017–2019 гг.

Показатели	Количественные показатели, мг/кг
Гумус	2,02–2,14 %
pH _{KCl}	3,80–4,70
P ₂ O ₅	241,30–440,00
K ₂ O	350,30–445,90
Cu	2,24–7,10
B	2,67–3,51
Zn	1,14–7,00
Mn	13,89–20,50
Mg	38,45–71,60

почвоуглублении АКР-3, внесении органических и минеральных удобрений МТТ-9У и МТТ-4 соответственно, предпосадочной культивации, нарезке гребней культиватором АК-2,8 модифицированным с междурядьями 75 см. Посадку сортов картофеля выполняли в третьей декаде апреля – первой декаде мая сажалкой СН-Б с густотой посадки 48–52 тыс. шт/га. В период вегетации картофеля проводили две междурядные обработки по формированию гребней АК-2,8 модифицированным и гребнеобразователем ГР-4.

После формирования гребней вносили гербицид Зенкор Ультра в дозе 0,9 л/га до всходов, по всходам картофеля – Касиус 0,3 кг/га + Фюзилад Форте 1 л/га. Против болезней было проведено две обработки: 1-я – Акробат 2,0 кг/га, 2-я – Инфинито 1,6 л/га и одна обработка против вредителей – Вирий 0,3 л/га. Ботву удаляли механически ботвоудалителем БУ-4 при 80 % ее отмирания.

Площадь опытной делянки при выращивании продовольственного картофеля с междурядьем 75 см – 54,0 м², повторность четырехкратная. Общая площадь под опытом 1,5 га.

Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическая кислотность – по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [20, 29]. Содержание меди, бора, цинка, марганца и магния определяли на приборе LASA AGRO 100. Влажность, плотность, твердость почвы с помощью твердомера Ю. Ю. Ревякина определяли от посадки до уборки по горизонтам: 0–10; 10–20; 20–30 см [21–23].

В соответствии с методикой исследований по культуре картофеля в период вегетации проводили следующие учеты и наблюдения: фенологические – начало (10 %) и массовое (75 %) появление всходов, бутонизация и цветение [24]. Урожай учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям [25–28].

Биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества, крахмала определяли весовым методом, витамина С – по Мурри, белка – с реактивом Оранж «Ж» [29], нитратов – потенциометрически с использованием ионоселективного электрода [20, 30].

Определение экономической эффективности проводилось по методикам М. М. Севернева и И. М. Богдевича [31, 32].

Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б. А. Доспехова и программой STATISTICA 10 [33].

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались по температуре и количеству осадков в период вегетации картофеля. Апрель и май 2017 г. были холоднее обычного. Особенно холодным выдался период с середины апреля по середину мая (на 0,6 °С ниже нормы). Самым сухим месяцем был май, когда за

месяц выпало 34 мм осадков, или 58 % от нормы. Также в апреле и мае отмечались заморозки в воздухе и на поверхности почвы, что оказало влияние на всхожесть картофеля. Июнь характеризовался неустойчивым температурным режимом и недобором осадков. В первой и второй декадах июля сохранялась прохладная погода (0,8–5,5 °С ниже нормы), а в третьей – на 3,0 °С выше нормы. Максимальное количество осадков зарегистрировано 25 июля (103,7 мм – 370,4 % от нормы). В августе преобладала теплая погода в первой и второй декадах, в третьей декаде наблюдалось понижение температурных режимов, а дожди носили кратковременный характер и отмечались часто. Агрометеорологические условия были благоприятными для формирования урожая картофеля. Средняя температура воздуха в сентябре была выше климатической нормы на 0,2–1,7 °С, а дожди выпадали в первой (36,1 мм) и второй (41,4 мм) декадах месяца, что оказало влияние на качество уборки.

Что касается 2018 г., то он был теплым, средняя температура воздуха в апреле составила +10,5 °С, что на 3,2 °С выше климатической нормы. Неустойчивая с осадками погода в начале и в конце месяца сдерживала начало весенних полевых работ, но посадка картофеля началась раньше, чем в 2017 г., так как верхний 10-сантиметровый слой почвы достиг умеренно влажного состояния. Май оказался аномально теплым со среднемесячной температурой +16,9 °С, что выше климатической нормы на 3,5 °С, но и самым сухим, в течение которого выпало 29 мм осадков (49 % климатической нормы), что обусловило возникновение почвенной засухи. Летом 2018 г. средняя температура воздуха составила +18,9 °С, что на 1,6 °С выше нормы. Агрометеорологические условия в июне ухудшились из-за дефицита осадков. Июль в целом выдался теплым (температура воздуха в пределах климатической нормы) и характеризовался неустойчивыми погодными условиями с частыми дождями (за месяц выпало 152,2 мм, что в 1,68 раза больше климатической нормы). Агрометеорологические условия для формирования урожая улучшились, так как преобладание теплой погоды и достаток почвенной влаги способствовали росту и развитию клубней картофеля, однако к концу месяца частые и сильные дожди привели к переувлажнению почвы. В августе стояла теплая, а в отдельные дни жаркая погода (выше нормы на 1,9 °С), которая привела к интенсивной потере влаги из почвы. В целом в августе отмечался недобор осадков. В сентябре преобладала по-летнему теплая и сухая погода, которая была благоприятна для проведения уборки картофеля.

В апреле 2019 г. в первой половине месяца наблюдались дефицит осадков и неустойчивость температурного режима, во второй – установилась теплая погода. Дефицит осадков и низкая относительная влажность воздуха привели к интенсивной потере влаги верхнего слоя почвы, который к концу месяца был слабо увлажнен, местами почти полностью иссушен, что осложняло условия для проведения обработки почвы. В мае преобладала холодная погода в первой декаде и теплая во второй и третьей декадах. Интенсивные дожди ликвидировали дефицит почвенной влаги, и верхний слой почвы находился в основном в умеренно влажном состоянии, что позволяло провести посадку картофеля и агротехнические мероприятия по уходу за посадками с хорошим качеством. Исключительно жаркая погода наблюдалась в июне (дневной максимум температуры достигал +30...+34 °С) и отмечался существенный недобор осадков. За месяц выпало всего 16 мм (22 % месячной нормы), что привело к ухудшению агрометеорологических условий, а сохраняющийся большую часть месяца дефицит осадков обусловил возникновение почвенной засухи. В июле преобладала неустойчивая прохладная погода, а после прохождения дождей засуха была ликвидирована. При достаточном увлажнении почвы на фоне невысокого температурного

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

режима складывались вполне благоприятные условия для формирования урожая картофеля. В первой половине августа после обильных дождей наблюдалось переувлажнение почвы, а в первой половине сентября теплая преимущественно без осадков погода была благоприятна для уборки картофеля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2017–2019 гг. влажность почвы варьировала в зависимости от погодных условий и вариантов опыта (табл. 2).

На основании проведенных исследований следует отметить, что способы предпосадочной подготовки почвы не влияют на ее влажность, которая зависела от метеорологических условий года.

Очень важным условием для роста и развития растений картофеля, получения высокого урожая товарных клубней, а также проведения качественной комбайновой уборки является плотность почвы. Почвоуглубление агрегатом АКР-3 способствовало снижению плотности почвы в течение всего вегетационного периода картофеля по горизонтам: перед посадкой – от 0,06 г/см³ (10–20; 20–30) до 0,11 г/см³ (0–10); всходы – 0,09 г/см³ (20–30); бутонизация – от 0,06 г/см³ (0–10; 10–20) до 0,08 г/см³ (20–30); цветение – 0,08 г/см³ (0–10; 20–30); перед уборкой – от 0,07 г/см³ (10–20; 20–30) до 0,09 г/см³ (0–10).

В период вегетации твердость почвы увеличивалась как по горизонтам, так и по исследуемым вариантам предпосадочной обработки почвы. Применение почвоуглубления способствовало снижению твердости почвы на протяжении всего вегетационного периода по сравнению со вспашкой. При анализе полученных данных твердость почвы в варианте с применением почвоуглубления по горизонтам почвы перед посадкой составила: 0–10 см – 15,4 кгс/см² (–4,6 кгс/см²); 10–20 см – 19,1 кгс/см² (–3,5 кгс/см²); 20–30 см – 23,4 кгс/см² (–5,6 кгс/см²). В фазу всходов отмечено снижение твердости на 2,6–3,6 кгс/см², бутонизации – 3,8–3,9 кгс/см², цветения – 5,8–6,2 кгс/см², перед уборкой – 3,1–4,3 кгс/см² по сравнению со вспашкой.

Таблица 2 – Агрофизические показатели в зависимости от способа обработки почвы, 2017–2019 гг.

Гори- зонт почвы, см	Вспашка + почвоуглубление 30–35 см					Вспашка 20–22 см				
	Перед посад- кой	Всхо- ды	Буто- низа- ция	Цве- тение	Перед убор- кой	Перед посад- кой	Всхо- ды	Буто- низа- ция	Цве- тение	Перед убор- кой
Влажность, %										
0–10	17,1	14,6	15,6	12,3	18,5	19,4	14,2	17,3	15,0	18,7
10–20	21,3	19,0	17,8	13,7	16,9	19,2	19,6	15,8	15,8	18,8
20–30	19,6	18,1	16,2	14,8	18,6	20,4	18,1	17,9	15,7	19,9
НСР _{0,05}	2,325									
Плотность, г/см ³										
0–10	1,01	1,00	0,97	0,92	0,97	1,12	1,05	1,03	1,00	1,06
10–20	1,10	1,06	1,05	1,06	1,07	1,16	1,10	1,11	1,10	1,14
20–30	1,14	1,13	1,12	1,11	1,16	1,20	1,22	1,21	1,19	1,23
НСР _{0,05}	0,054									
Твердость, кг/см ²										
0–10	15,4	9,48	11,3	6,0	10,6	19,0	12,3	15,2	12,2	13,8
10–20	19,1	14,1	15,9	11,0	13,9	22,6	16,7	19,8	16,8	17,0
20–30	23,4	18,0	22,3	16,7	19,9	29,0	21,6	26,1	22,8	24,2
НСР _{0,05}	1,673									

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Различные способы предпосадочной обработки почвы в сочетании с дозами удобрений способствовали созданию неодинаковых условий развития надземной массы. Рассматривая биометрические показатели растений картофеля (высота растений, количество стеблей на одно растение), следует отметить лучший рост и развитие картофеля в вариантах с применением почвоуглубления, где создаются более благоприятные условия для вегетации культуры (табл. 3).

Высота растений картофеля с применением почвоуглубления в сочетании с дозами удобрений по сортам составила: Палац – 55,9–65,8 см, Лад – 66,3–74,0, Лель – 68,8–80,1 см. Почвоуглубление позволило создать лучшие условия для роста растений картофеля. С применением данного агроприема высота растений увеличилась по сортам: Палац на – 0,7–1,9 см, Лад – 1,5–3,7, Лель – 0,6–2,3 см. Дозы минеральных удобрений на фоне 40 т/га органических удобрений оказали существенное влияние на высоту растений, но не на количество стеблей. Применение минеральных удобрений обеспечило лучший рост растений у всех сортов картофеля: Палац – 62,8–66,5 см, Лад – 68,8–72,5, Лель – 77,8–78,5 см, что было выше на 5,6–12,5 см по сравнению с контрольным вариантом.

Количество стеблей на одно растение в зависимости от способа предпосадочной обработки почвы и уровня питания составило у сорта Палац 3,7–4,9 стеблей/куст, Лад – 3,8–4,2, Лель – 4,5–5,0 стеблей/куст. По результатам статистической обработки данных, зависимость этого показателя от способа предпосадочной обработки и уровня питания не была установлена, так как изменения в стеблеобразовании являются сортовым признаком.

Агротехнические приемы выращивания сортов картофеля влияют как на урожай, так и на выход товарной продукции. При применении почвоуглубления создаются

Таблица 3 – Влияние доз удобрений, способа обработки почвы на биометрические показатели сортов картофеля, 2017–2019 гг.

Вариант опыта	Сорт Палац		Сорт Лад		Сорт Лель	
	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см
Вспашка						
Контроль – без удобрений	3,9	54,0	3,8	63,2	4,8	67,4
Фон – 40 т/га органических удобрений	3,7	58,5	3,9	67,8	4,5	71,0
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	4,5	66,5	4,1	72,5	4,5	78,5
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	4,5	62,8	4,1	68,8	4,7	77,8
Вспашка + почвоуглубление						
Контроль – без удобрений	4,3	55,9	4,1	66,3	5,1	68,8
Фон – 40 т/га органических удобрений	4,2	57,6	4,2	69,3	5,0	71,7
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	4,8	65,8	4,3	74,0	4,9	79,1
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	4,9	63,6	4,2	72,5	4,9	80,1
НСР _{0,05}	А – сорт				0,865	6,303
	В – способ обработки почвы				0,169	2,460
	С – дозы удобрений				0,230	3,494
	А*В*С				0,347	4,838

более благоприятные условия для реализации потенциальной продуктивности сортов интенсивного типа, уменьшается плотность почвы в зоне клубнеобразования, повышается товарность клубней, создается более благоприятный водный, воздушный и пищевой режим (табл. 4).

Результаты исследований свидетельствуют о высокой общей и товарной урожайности сортов Палац, Лад, Лель при использовании минеральных удобрений в сочетании со способами предпосадочной обработки почвы. При применении почвоуглубления в сочетании с дозами удобрений фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$ и фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$ урожайность по сортам составила: Палац – 46,1–53,3 т/га, Лад – 42,2–47,5, Лель – 47,2–51,9 т/га. Применение почвоуглубления способствовало повышению урожайности по сортам: Палац – на 0,2–4,0 т/га, Лад – 0,7–3,1, Лель – на 1,9–3,6 т/га, а за счет использования минеральных удобрений прибавка урожая по сортам составила: Палац – 15,2–22,2 т/га, Лад – 15,3–21,3, Лель – 14,7–19,4 т/га.

Вспашка и почвоуглубление в сочетании с дозами минеральных удобрений фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$ и фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$ оказало положительное влияние на структуру урожая исследуемых сортов картофеля. Было отмечено уменьшение доли мелкой фракции (< 28 мм) в урожае у сортов: Палац до 1,6 %, Лад – 1,1–3,6, Лель – 0,4–3,2 %, вследствие чего было отмечено увеличение товарности и выхода товарного урожая. Товарная урожайность по сортам составила: Палац – 45,5–52,4 т/га (+0,2–4,8 т/га), Лад – 42,6–46,2 (+1,5–3,0), Лель – 45,7–50,1 т/га (+2,7–3,3 т/га).

При выращивании картофеля большое значение имеет не только величина урожайности возделываемых сортов, но и качественные показатели клубней выращенного урожая. Исходя из этого, был проведен анализ клубней на содержание сухого вещества, крахмала, белка, витамина С, нитратов (табл. 5).

Анализ полученных данных показал, что при проведении почвоуглубления было отмечено увеличение содержания сухого вещества, а следовательно, и крахмала по сортам: Палац – на 0,4–2,5%, Лад – 1,4–3,6, Лель – на 1,1–2,9 %. По содержанию белка установлено увеличение у сорта Палац на 0,02–0,07 %, Лель – на 0,01–0,08 %, а у сорта Лад зависимость не была установлена. Применение почвоуглубления привело к снижению содержания нитратов: Палац – до 78,9 мг/кг, Лад – 19,4–57,0, Лель – до 23,1–58,1 мг/кг. Согласно статистической обработке данных, по содержанию витамина С зависимость не была установлена. При применении минеральных удобрений было отмечено, что с увеличением доз удобрений возрастало содержание нитратов в клубнях изучаемых сортов.

В условиях рыночной экономики особую значимость имеет вопрос повышения экономической эффективности, поскольку главная цель любого производителя – получение максимальной прибыли. Экономическую эффективность выращивания картофеля целесообразно определять с учетом его хозяйственного назначения. Рентабельность выращивания картофеля полностью зависит от величины товарного урожая и от того, по какой цене вы его можете реализовать.

При применении почвоуглубления в сочетании с дозами минеральных удобрений отмечено увеличение рентабельности по всем изучаемым сортам в сравнении с применением вспашки (табл. 6).

Экономическая эффективность выращивания продовольственного картофеля при применении различных способов предпосадочной обработки почвы (вспашка, почвоуглубление) в сочетании с дозами минеральных удобрений была рассчитана на 01.10.2019 г., при этом была взята в среднем цена на продовольственный картофель по 0,35 руб/кг. Материальные затраты на выращивание картофеля без удобрений

Таблица 4 – Влияние доз удобрений, способа обработки почвы на урожайность сортов картофеля и его структуру, 2017–2019 гг.

Вариант опыта	Сорт Палац				Сорт Лад				Сорт Лель									
	Урожай- ность, т/га	Структура урожая, %		Товарность	Уро- жай- ность, т/га	Структура урожая, %		Товарность	Уро- жай- ность, т/га	Структура урожая, %		Товарность						
		> 55 мм	<28 мм			> 55 мм	<28 мм			> 55 мм	<28 мм							
Вспашка																		
Контроль – без удоб- рений	27,4	54,9	42,4	2,7	97,3	26,7	26,2	27,2	63,6	9,3	90,7	23,8	28,9	45,7	48,2	6,1	93,9	27,1
Фон – 40 т/га орга- нических удобрений	35,6	66,4	31,8	1,9	98,1	34,9	33,4	37,0	56,6	6,4	93,6	31,2	36,5	53,3	42,2	4,6	95,4	34,8
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	46,1	69,8	28,4	1,8	98,2	45,3	42,2	42,0	51,9	6,1	93,9	39,6	45,3	51,1	44,0	5,0	95,0	43,0
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	49,3	70,1	26,5	3,5	96,5	47,6	47,5	43,0	51,3	5,8	94,2	44,7	48,7	55,5	40,6	3,9	96,1	46,8
Вспашка + почвоуглубление																		
Контроль – без удоб- рений	31,1	52,5	45,0	2,5	97,5	30,3	29,3	31,8	62,4	5,8	94,2	27,6	32,5	51,8	45,4	2,9	97,1	31,5
Фон – 40 т/га орга- нических удобрений	36,9	55,9	41,6	2,5	97,5	36,0	35,1	49,5	47,7	2,8	96,4	34,1	37,7	46,1	50,7	3,3	96,7	36,5
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	46,3	71,7	26,5	1,8	98,2	45,5	44,6	29,7	65,4	4,9	95,6	42,6	47,2	57,8	36,9	3,3	96,7	45,7
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	53,3	67,8	30,4	1,8	98,2	52,4	48,2	45,5	50,3	4,2	95,9	46,2	51,9	59,7	36,7	3,6	96,4	50,1
НСР _{0,05}	А – сорт				1,751													
	В – способ обработки почвы				1,430				–									
	С – дозы удобрений				3,481													
	А*В*С				1,976													

Таблица 5 – Влияние доз удобрений, способа обработки почвы на биохимические показатели сортов картофеля, 2017–2019 гг.

Вариант опыта	Сорт Палац					Сорт Лад					Сорт Лель				
	Сухое вещество, %	Крах-мал, %	Белок, %	Вита-мин С, мг/кг	Нит-раты, мг/кг	Сухое вещество, %	Крах-мал, %	Белок, %	Вита-мин С, мг/кг	Нит-раты, мг/кг	Сухое вещество, %	Крах-мал, %	Белок, %	Вита-мин С, мг/кг	Нит-раты, мг/кг
Вспашка															
Контроль – без удобрений	18,4	12,6	0,99	14,4	149,5	21,1	15,5	1,00	17,7	164,7	19,5	13,5	0,97	18,9	97,1
Фон – 40 т/га органических удобрений	17,4	11,6	0,96	14,5	220,0	20,9	15,2	1,03	16,9	189,3	18,6	12,9	1,00	17,8	127,0
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	17,5	11,7	1,01	14,4	229,0	18,0	14,7	1,09	16,8	251,5	17,9	12,1	1,00	17,1	186,1
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	17,0	11,3	1,03	14,1	283,4	20,2	14,5	1,10	17,9	248,4	17,3	11,5	1,02	17,4	144,7
Вспашка + почвоуглубление															
Контроль – без удобрений	18,8	13,1	1,02	14,4	141,5	22,5	16,8	1,10	16,2	145,3	21,1	15,3	1,05	19,5	63,6
Фон – 40 т/га органических удобрений	19,3	13,6	1,03	15,0	216,0	23,5	17,9	1,01	16,8	147,1	20,4	14,7	0,99	19,0	68,9
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	19,9	14,2	1,05	15,3	227,4	21,6	15,8	1,08	14,3	212,2	19,0	13,5	1,00	17,5	150,6
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	19,2	13,5	1,05	15,4	204,5	22,4	16,6	1,09	15,3	191,4	20,2	14,4	1,03	17,4	121,6
НСР _{0,05}	А – сорт					0,27	0,26	0,02	2,85	16,83	–				
	В – способ обработки почвы					0,38	0,37	0,01	2,35	15,08					
	С – дозы удобрений					0,53	0,52	0,02	3,31	19,88					
	А*В*С					0,80	0,73	0,07	1,88	22,19					

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 6 – Экономическая эффективность в зависимости от доз удобрений и способов предпосадочной обработки почвы, 2017–2019 гг.

Показатели	Сорт Палац			Сорт Лад			Сорт Лель		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вспашка									
Материальные затраты, руб/га	7 915	9 155	10 295	7 915	9 155	10 295	7 915	9 155	10 295
Урожайность, т/га	27,4	46,1	49,3	26,2	42,2	47,5	28,9	45,3	48,7
Товарность, %	97,3	98,2	96,5	90,7	93,9	94,2	93,9	95,0	96,1
Товарная урожайность, т/га	26,7	45,3	47,6	23,8	39,6	44,7	27,1	43,0	46,8
Выручка от реализации, тыс. руб/га	9,34	15,85	16,66	8,33	13,86	15,64	9,48	15,05	16,38
Прибыль, тыс. руб/га	1,43	6,70	6,36	0,42	4,71	5,35	1,56	5,89	6,09
Рентабельность, %	18,00	73,18	61,83	5,24	51,39	51,92	19,77	64,39	59,11
Вспашка + почвоуглубление									
Материальные затраты, руб/га	8 015	9 365	10 535	8 015	9 365	10 535	8 015	9 365	10 535
Урожайность, т/га	31,1	46,3	53,3	29,3	44,6	48,2	32,5	47,2	51,9
Товарность, %	97,5	98,2	98,2	94,2	95,6	95,9	97,1	96,7	96,4
Товарная урожайность, т/га	30,3	45,5	52,4	27,6	42,6	46,2	31,5	45,7	50,1
Выручка от реализации, тыс. руб/га	10,60	15,92	18,34	9,66	14,91	16,17	11,02	16,00	17,35
Прибыль, тыс. руб/га	2,59	6,56	7,81	1,65	5,55	5,64	3,01	6,64	6,82
Рентабельность, %	32,25	70,05	74,09	20,52	59,21	53,49	37,49	70,85	64,69

Примечание. 1 – контроль без удобрений; 2 – фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀; 3 – фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀; фон – 40 т/га органических удобрений.

с применением почвоуглубления (семена, пестициды, органические удобрения, ГСМ, заработная плата, общехозяйственные расходы) составили 8 015 руб/га, с внесением минеральных удобрений увеличились от 9 365 до 10 535 руб/га (+1 350 и 2 520 руб/га), с применением вспашки – 7 915 руб/га и внесением минеральных удобрений – от 9 155 до 10 295 руб/га. При высоких материальных затратах прибыль по сортам в зависимости от способов предпосадочной обработки почвы в сочетании с внесением минеральных удобрений с применением вспашки составила: Палац – 6,365–6,695 тыс. руб/га, Лад – 4,705–5,345, Лель – 5,895–6,085 тыс. руб/га, а при применении почвоуглубления: Палац – 6,555–7,805 тыс. руб/га, Лад – 5,545–5,635, Лель – 6,635–6,815 тыс. руб/га. Применение почвоуглубления способствовало увеличению прибыли по сортам: Палац – на 1,16–1,44 тыс. руб/га, Лад – 0,29–1,23, Лель – на 0,73–1,44 тыс. руб/га, а следовательно, и увеличению рентабельности: Палац – на 12,26–14,25 %, Лад – 1,57–15,28, Лель – на 4,42–14,72 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований влияния способов обработки почвы в сочетании с дозами удобрений при выращивании столового картофеля было установлено следующее:

1. При применении вспашки и почвоуглубления агрегатом АКР-3 было отмечено снижение плотности и твердости почвы на протяжении всего вегетационного периода, влажность почвы зависела от погодных условий.

2. Применение вспашки и почвоуглубления в сочетании дозами минеральных и органических удобрений (фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$ и фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$) обеспечило лучший рост и развитие растений картофеля у исследуемых сортов. На количество стеблей данные агроприемы влияния не оказали.

3. При применении вспашки и почвоуглубления в сочетании с дозами минеральных удобрений (фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$ и фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$) была получена товарная урожайность по сортам: Палац – 45,5–52,4 т/га, Лад – 42,6–46,2, Лель – 45,7–50,1 т/га, что на 0,2–4,8 т/га выше по сравнению со вспашкой.

4. Проведение вспашки и почвоуглубления способствовало увеличению содержания сухого вещества и крахмала от 0,4 % (сорт Палац) до 3,6 % (сорт Лад), белка – до 0,1% (сорт Лад). По содержанию нитратов отмечено снижение до 78,9 мг/кг (сорт Палац), а по содержанию витамина С и белка достоверной зависимости не было установлено. При увеличении доз удобрений возрастало содержание нитратов в клубнях.

5. Применение вспашки и почвоуглубления способствовало увеличению прибыли по сортам: Палац – на 1,16–1,44 тыс. руб/га, Лад – 0,29–1,23, Лель – на 0,73–1,44 тыс. руб/га, а следовательно, и увеличению рентабельности: Палац – на 12,26–14,25 %, Лад – 1,57–15,28, Лель – на 4,42–14,72 %.

Список литературы

1. Виссер, О. А. Плотность почвы и урожай / О. А. Виссер // Картофель и овощи. – 1964. – № 4. – С. 4–5.
2. Blake, G. R. Soil compaction and potato growth / G. R. Blake, D. N. Boeller // American Potato journal. – 1960. – 12, 37 p.
3. Блинов, А. М. Минимальная обработка почвы / А. М. Блинов // Картофель и овощи. – 1984. – № 1. – С. 15–16.
4. Хлевный, Б. Ф. Возделывание картофеля по интенсивной технологии / Б. Ф. Хлевный [и др.]. – М. : Россельхозиздат, 1986. – 96 с.
5. Сортная агротехника картофеля / Б. А. Писарев [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1990. – 208 с.
6. Малиенко, А. М. Оптимизация физиологического состояния почвы под картофель / А. М. Малиенко // Земледелие. – 1990. – № 6. – С. 64–66.
7. Картофель / Н. С. Бацанов [и др.]. – М. : Колос, 1970. – 366 с.
8. Доспехов, Б. А. Научные основы интенсивного земледелия в Нечерноземной зоне / Б. А. Доспехов, А. И. Пупонин // Резерв. карт. поля Подмосковья. – М.: Колос, 1976. – С. 71–80.
9. Черников, В. И. Фрезы при возделывании картофеля / В. И. Черников // Земледелие. – 1979. – № 7. – С. 30–31.
10. Мальцев, Т. С. Вопросы земледелия : сб. статей и выступлений / Т. С. Мальцев. – М. : Сельхозгиз, 1955.
11. Алексеев, В. А. Способ обработки почвы, удобрения и урожай / В. А. Алексеев // Картофель и овощи. – 2003. – № 1. – С. 12.
12. Абакаров, Б. М. Урожай картофеля в зависимости от предпосадочной обработки почвы и удобрений / Б. М. Абакаров // Науч. тр. НИИКХ. – 1971. – Вып. 8. – С. 175–179.
13. Спиридонов, В. Т. Влияние сочетания агроприемов на урожайность картофеля / В. Т. Спиридонов // Науч. тр. НИИКХ. – 1972. – Вып. 13. – С. 16–23.
14. Сискевич, А. Ф. Обработка почвы под картофель в условиях черноземной зоны / А. Ф. Сискевич // Науч. тр. НИИКХ. – 1968. – Вып. 5. – С. 126–130.

15. Кошкин, П. Д. Энергосберегающая обработка почвы / П. Д. Кошкин // Картофель и овощи. – 1997. – № 5. – С. 3–4.
16. Алисов, М. С. Овощи и картофель на пойменных землях / М. С. Алисов. – М. : Колос, 1972. – 224 с.
17. Карманов, С. Н. Влияние технологий предпосадочной подготовки почвы на урожай картофеля при орошении в условиях Южного Урала / С. Н. Карманов, Н. П. Часовских // Культура картофеля в различных почвенно-климатических зонах. – 1980. – Вып. 35. – С. 46–50.
18. Чмора, Н. Я. Картофель / Н. Я. Чмора, В. В. Арнаутов. – М. : Госиздат. с.-х. лит., 1953. – 567 с.
19. Камераз, А. Я. Агротехника высоких урожаев картофеля / А. Я. Камераз. – М. : Колос, 1954. – 192 с.
20. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во сельского хоз-ва и прод. Респ. Беларусь ; разработ.: С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 71 с.
21. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов : учеб. пособие / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1973. – 397 с.
22. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв : учеб. пособие / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
23. Емельянов, П. А. Теоретические и экспериментальные исследования дискового заделывающего органа лукопосадочной машины: теория, конструкция, расчет / П. А. Емельянов, А. В. Сибирёв, А. Г. Аксенов ; Пенз. гос. с.-х. акад., Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации с. х. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – 173 с.
24. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М. : Колос, 1981. – 495 с.
25. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М., 1967. – 265 с.
26. Картофель семенной. ТУ: СТБ 1224-2000. – Введ. 01.09.2000. – Минск : Госстандарт, 2000. – 14 с.
27. Картофель свежий продовольственный, заготавливаемый и поставляемый : ГОСТ 7176-85. – Введ. 01.07.2018. – М. : ИПК «Издательство стандартов», 1985. – 4 с.
28. Картофель продовольственный. ТУ: ГОСТ 7176-2017. – М. : СтандартИнформ, 2018. – 11 с.
29. Методы биохимического исследования растений / В. В. Арасимович [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – М. : Колос, 1987. – 456 с.
30. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 512 с.
31. Методы оценки эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на стадии их планирования и завершения / М. М. Севернев. – Минск, 1999. – С. 39–82.
32. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 1988. – 30 с.
33. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 416 с.

Поступила в редакцию 25.10.2019 г.

D. S. GASTILO, D. D. FITSURO, V. A. SERDYUKOV,
S. N. MARTYNENKO

**RESEACH INFLUENCE RESULTS OF SOIL TREATMENT
METHODS AND FERTILISER DOSES IN GARDEN POTATOES
CULTIVATION ON SOD-PODZOLIC MEDIUM SANDY LOAM SOIL**

SUMMARY

The reserch results of the influence of pre-planting methods of sod-podzolic medium sandy loam soil on agrophysical soil indicators, yield, as well as biometric, biochemical indicators of studied potatoes varieties are presented in the article. The economic efficiency of growing food potatoes is calculated depending on the studied agricultural plans.

Key words: potatoes, variety, humidity, density, hardness, biometric indices, yield, biochemical tubers indicators, economic efficiency, Belarus.

УДК 628.0.032-405.08

В. В. Голдыбан, М. И. Курилович

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск

E-mail: labpotato@mail.ru

**СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВАЛЬНОЙ
МАШИНЫ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ НЕКОНДИЦИОННЫХ
КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ****РЕЗЮМЕ**

В статье рассмотрены основные требования, которым должны удовлетворять разрабатываемые системы идентификации и инспекции некондиционных клубней картофеля. Предложена методика создания базы данных некондиционных клубней картофеля, приведен анализ их внешних дефектов.

Ключевые слова: клубень картофеля, дефект, сортировка, некондиционный, база данных.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является важным продуктом продовольственного обеспечения в большинстве стран мира. Главным фактором его рыночной цены является внешний вид. Для отделения некондиционных клубней картофеля на стадии их предреализационной доработки отечественной промышленностью выпускаются инспекционные столы, на которых распознавание клубней производится персоналом визуально, а отбор некондиции – вручную. Ручная инспекция – это единственное место в линии, где применяется ручной труд. Трудозатраты на ручной сортировке составляют 0,4–0,6 чел.-ч/т. Время, необходимое человеку для осмотра одного клубня, составляет порядка 0,45 с, но, как показывает практика, этого недостаточно для эффективной работы сортировочных линий с производительностью 10–15 т/ч. В результате чего общая производительность снижается с 12 до 4–5 т/ч, что соответствующим образом сказывается на ее экономической эффективности. На практике увеличение общей производительности линий с ручной сортировкой свыше 6 т/ч приводит к существенному снижению качественных показателей процесса, так как переборщики не успевают эффективно распознавать и отбирать некондиционные клубни. Кроме того, качество продукции после ручной переборки напрямую зависит от физиологического состояния обслуживающего персонала, степени его обученности, уровня освещенности и запыленности на рабочем месте, продолжительности рабочей смены и другое [1].

Использование систем технического зрения и автоматической инспекции для идентификации и отделения некондиционных клубней картофеля из общего вороха позволит улучшить результаты проверки и повысить производительность сортировки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в рамках задания 4.29 «Разработать систему идентификации и отделения некондиционных клубней картофеля из общего вороха на основе технического зрения и автоматической инспекции» проводятся исследования по созданию автоматической сортировочной машины некондиционных клубней картофеля по внешним признакам.

Для достижения поставленной цели ведется изготовление макетного образца автоматической сортировальной машины, который состоит из вальцового подающего конвейера, механизмов привода, пневматической системы отделения и оптической системы распознавания (рис. 1).

В основу работы оптической системы распознавания положена концепция интеллектуального анализа данных, согласно которой полученные с видеокамеры изображения клубней картофеля обрабатываются и формируются в образы с последующим распознаванием и выдачей сигнала исполнительному устройству системы автоматической инспекции в виде единичного импульсного сигнала.

Клубни картофеля, идентифицированные оптической системой распознавания как некондиционные, перемещаясь вальцовым транспортирующим устройством к пневмомодулю с пневмоклапаном, удаляются с вальцового конвейера струей сжатого воздуха. Неотделенные клубни продолжают движение по технологической линии. Время между моментом идентификации некондиционного клубня разрабатываемой системы распознавания и подачей последующего единичного сигнала для удаления задается исходя из геометрических и скоростных характеристик вальцового подающего устройства. Основные характеристики разрабатываемой системы технического зрения представлены в таблице.

Совместно с Государственным научным учреждением «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» ведутся работы по разработке программного обеспечения системы распознавания, в основу которых положено создание электронной базы данных некондиционных клубней картофеля.

Для создания электронной базы данных некондиционных клубней картофеля изготовлена установка, внешний вид которой представлен на рисунке 2.



Рисунок 1 – Макетный образец идентификации и отделения некондиционных клубней картофеля: а – внешний вид; б – зона распознавания

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица – Основные характеристики разрабатываемой системы технического зрения

Показатели	Значение показателя
Тип машины	Стационарная
Количество анализируемых рабочих потоков, шт.	1
Скорость движения подающего устройства, м/с	От 0,1 до 3,0
Рабочая длина зоны распознавания, м	0,55
Рабочее напряжение электросети механической части установки, В	380
Допустимое количество ошибок распознавания, не более %	3

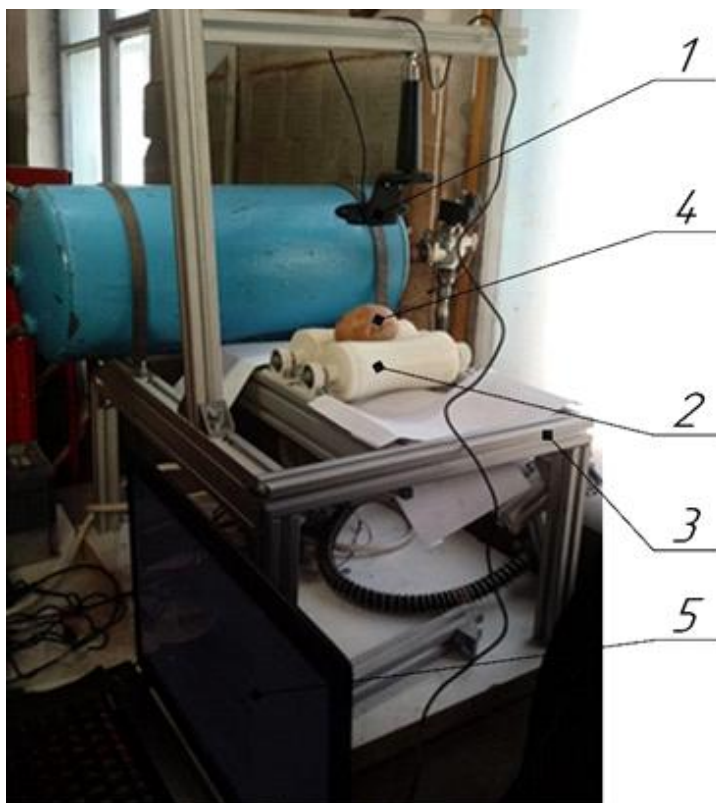


Рисунок 2 – Оборудование для создания электронной базы данных некондиционных клубней: 1 – видеокамера; 2 – вращающиеся вальцы; 3 – рама установки; 4 – исследуемый клубень картофеля; 5 – вычислительный модуль

Создание базы данных заключается в следующем. Исследованный клубень, визуально идентифицированный как некондиционный, помещается на вращающиеся вальцы. С помощью фотокамеры, расположенной над вальцами, и посредством специальной программы делалось со всех сторон 15 снимков каждого клубня картофеля с интервалом между фотографиями 0,4 с. После чего снимки сохранялись в отдельную папку.

Далее с помощью еще одной специально разработанной программы велась обработка изображений по выделению дефектных областей (рис. 3).

В ходе работы с программой указывается путь к папке с некондиционными клубнями картофеля (Open Dir) и папку сохранения обработанных изображений (Change Save Dir). При помощи инструмента Create/nRectBox выделяли каждый дефект отдельно

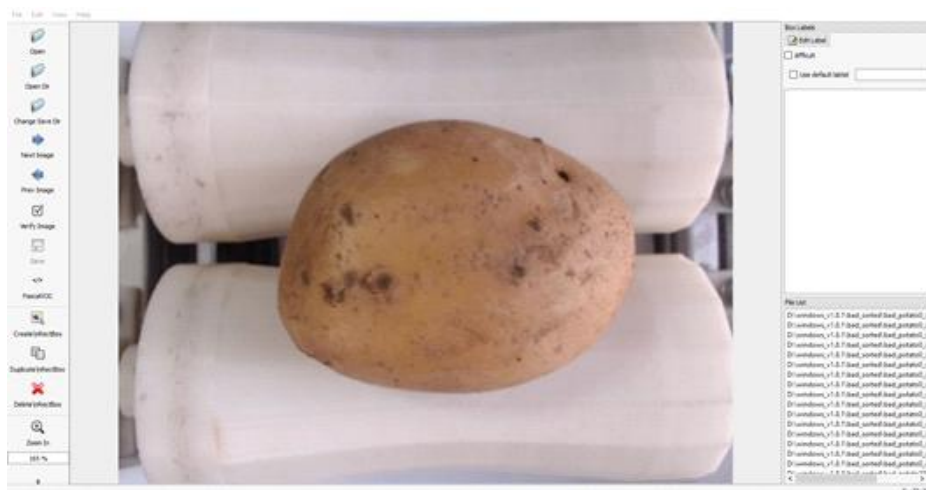


Рисунок 3 – Общий вид интерфейса программы для создания электронной базы данных некондиционных клубней картофеля

прямоугольником и из списка присваивали название нужного дефекта (рис. 4). Дефекты классифицированы по 4 группам: механические, физиологические, микробиологические и повреждения сельскохозяйственными вредителями.

Разрабатываемый макетный образец автоматической сортировальной машины должен отделять некондиционные клубни картофеля по следующим дефектам (ГОСТ 26832-86 [2], ГОСТ Р 51808-2013 (ЕЭК ООН FFFV-52:2010) [3]:

- 1) клубни с механическими повреждениями глубиной более 3 мм и длиной более 10 мм (порезы, вырывы, трещины, вмятины) – их наличие в отсортированной массе допускается не более 2 %;
- 2) раздавленные клубни, половинки и части клубней;
- 3) клубни, пораженные болезнями: железистой пятнистостью (их наличие вообще не допускается); паршой, ооспорозом при поражении свыше $\frac{1}{4}$ поверхности клубня; мокрой, сухой, пуговичной, кольцевой гнилью и фитофторой;

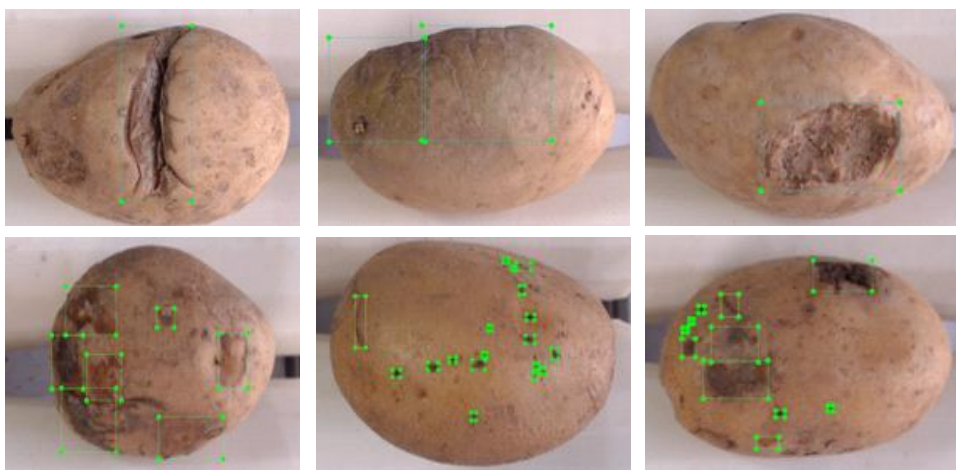


Рисунок 4 – Обработанные изображения дефектов клубней картофеля

4) клубни, поврежденные сельскохозяйственными вредителями, в том числе грызунами;

5) клубни подмороженные, с признаками «удушья», позеленевшие (допускается легкий зеленый налет, не превышающий $\frac{1}{8}$ площади поверхности, который может быть удален при обычной очистке);

6) клубни с израстаниями и наростами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для того чтобы обучить искусственную нейронную сеть распознавать повреждения клубней картофеля, необходимо иметь достаточно большой набор базы данных. Общий объем обработанных клубней составил порядка 7000 фотографий.

На этапе проектирования совместно с Государственным научным учреждением «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» была уточнена функциональная спецификация системы: проработана архитектура системы, определены требования к аппаратному обеспечению, разработана архитектура и алгоритм функционирования ПО. Также был определен алгоритм набора организационных мероприятий, необходимых для внедрения системы, и перечень документов, регламентирующих ее использование.

В рамках разработки программного обеспечения создана база данных некондиционных клубней, включающая порядка 7000 клубней и направленная на обучение алгоритмов системы распознавания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданная база данных некондиционных клубней картофеля послужит основой для создания автоматических сортировальных машин и позволит свести затраты ручного труда на сортирование картофеля к минимуму.

Список литературы

1. Зейрук, В. Н. Как снизить потери картофеля при уборке и хранении / В. Н. Зейрук, К. А. Пшеченков // Картофель и овощи. – 2001. – № 4. – С. 6–9.
2. Картофель свежий для переработки на продукты питания. Технические условия: ГОСТ 26832-86-2010. – Введ. 06.01.1987. – М. : Стандартинформ, 2010. – 5 с.
3. Картофель продовольственный. Технические условия: ГОСТ Р 51808-2013. – Введ. 07.01.2014. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 13 с.

Поступила в редакцию 22.11.2019 г.

V. V. GOLDBAN, M. I. KURILOVICH

CREATION OF CLASSIFICATOR FOR SEPARATION OF NONCONFORMING POTATOES TUBERS

SUMMARY

The main requirements to be met by the systems of identification and inspection of nonconforming potatoes tubers are considered. The methodology for creating a database of nonconforming potatoes tubers is proposed in the article. The analysis of their external defects is given.

Key words: potatoes tuber, defect, sorting, nonconforming, database.

УДК 633.49.1:631.5

А. И. Карпеш

РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция

Национальной академии наук Беларуси»,

г. Пружаны, Брестская область

E-mail: intpech@tut.by

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
И ГУСТОТЫ СТЕБЛЕСТОЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ
КАРТОФЕЛЯ В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
ЮГО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ****РЕЗЮМЕ**

Представленными исследованиями обозначена возможность повышения продуктивности картофеля и эффективности использования питательных веществ из минеральных удобрений. Показана реакция сортов различных групп спелости на внесение минеральных удобрений при изменяющейся густоте посадки картофеля.

Установлено, что повышение густоты посадки привело к увеличению урожайности картофеля до 18 %. Применение максимальных доз минеральных удобрений способствовало увеличению товарности клубней картофеля на 2–13 %. Использование дозы удобрений $N_{120}P_{60}K_{180}$ содействовало получению наибольшего показателя по окупаемости, рентабельности и продуктивности.

Ключевые слова: картофель, минеральные удобрения, густота посадки, продуктивность, сорт, урожайность, товарность клубней, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – культура, требовательная к наличию в почве в доступной форме достаточного количества питательных веществ, что во многом обуславливается его биологическими особенностями. Он имеет слаборазвитую корневую систему, которая охватывает небольшой, преимущественно поверхностный слой почвы. Однако несмотря на это, картофель обладает способностью потреблять и накапливать большое количество питательных веществ [1]. Кроме того, эта культура отличается высокой продуктивностью, в основе которой лежит генетический потенциал сорта картофеля.

Одним из резервов повышения продуктивности и качества картофеля является выведение и внедрение в производство новых интенсивных сортов. В связи с этим важная роль принадлежит разработке и применению новой, более прогрессивной агротехнике выращивания картофеля с учетом его биологических (сортовых) особенностей [2, 3]. Только имея информацию о потенциальной продуктивности, адаптивности и стабильности сорта, его способности реагировать на улучшение условий выращивания, можно эффективно использовать сорт при разных уровнях энергозатрат [4].

Из элементов сортовой агротехники наиболее сильное влияние на урожайность и качество клубней оказывают органические и минеральные удобрения. Эффективность минеральных удобрений зависит от многих условий, в том числе почвенного плодородия, количества вносимых органических удобрений, уровня агротехники, биологических особенностей сорта [5–7].

Не менее важным фактором, влияющим на продуктивность сортов, является изменение площади питания. Густота размещения растений на площади – одно из основных

условий, определяющих полноту использования природных факторов растениями, один из резервов, способствующих усилению фотосинтезирующей деятельности, повышению их урожайности. При определении густоты посадки необходимо учитывать влияние как внешних (обеспеченность влагой и светом), так и внутренних факторов (изучаемый сорт, размер клубня, его физиологическое состояние) [2, 8, 9].

Исследования по подбору сортов, оптимизации питания, густоте посадки, применению некорневых подкормок микроэлементами являются необходимыми научными предпосылками для увеличения урожайности и качества картофеля, в связи с чем они остаются востребованными и не теряют своей актуальности для картофелеводческой отрасли Республики Беларусь.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в семеноводческом севообороте опытного поля РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в 2018 и 2019 гг. Почва дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 25 см рыхлыми водно-ледниковыми песками. Пахотный горизонт характеризуется следующими показателями: гумус (по Тюрину) – 2,2 %, pH (KCl) – 5,8, содержание подвижных форм фосфора (по Кирсанову) – 328 мг/кг почвы, калия (по Кирсанову) – 304, бора – 0,47, меди – 3,9, марганца – 15,2 мг/кг. Предшественник – озимые зерновые.

Закладка полевого опыта осуществлялась на раннем сорте Зорачка, среднеспелом сорте Скарб и среднепозднем Вектар. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки – 25,0 м². Схема посадки – 70×30 и 70×25 см. Размещение вариантов систематическое.

Уход за картофелем в период вегетации осуществляли согласно отраслевому регламенту по возделыванию семенного картофеля [10].

В качестве минеральных удобрений использованы: хлористый калий (K₆₀), суперфосфат (P₃₃), карбамид (N₄₆). Для некорневых подкормок применены микроэлементы (медь и марганец – по 50 г/га, бор – 40 г/га действующего вещества), которые внесены двукратно в фазе бутонизации – цветения. Внесение удобрений производилось согласно схеме исследований:

Фактор А – сорт:

1. Зорачка;
2. Скарб;
3. Вектар.

Фактор В – густота посадки:

1. 45–50 тыс. клубней/га;
2. 55–60 тыс. клубней/га.

Фактор С – удобрения:

1. Контроль – без удобрений;
2. N₆₀P₄₀K₁₂₀ + подкормки микроэлементами;
3. N₁₂₀P₆₀K₁₈₀ + подкормки микроэлементами.

Учет урожая клубней картофеля производился со всей площади делянки. Статистическая обработка данных проведена по методике Б. А. Доспехова [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты проведенного анализа биометрических данных картофеля показали, что применение минеральных удобрений и изменение густоты посадки оказало существенное влияние на высоту растений картофеля. Так, высота растений в фазу цветения

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

в зависимости от варианта опыта варьировала от 41 до 60 см. Наиболее значительным изменением высоты стеблей в зависимости от варианта опыта за 2018–2019 гг. характеризовался раннеспелый сорт Зорачка (+22 %), наименьшим – среднеспелый сорт Скарб (+11 %).

Количество стеблей в кусте в первую очередь определялось условиями минерального питания и увеличивалось как при повышении доз минеральных удобрений, так и при увеличении густоты посадки. Увеличение количества стеблей при максимальной дозе удобрений по отношению к контролю и в зависимости от густоты посадки по сорту Зорачка составило 19 %, по сортам Скарб и Вектар – 27 и 19 % соответственно. Наибольшей густотой стеблестоя при максимальной дозе удобрений выделился сорт Зорачка – 270 тыс. продуктивных стеблей на 1 га, наименьшей – сорт Скарб – 173 тыс. продуктивных стеблей на 1 га. Увеличение доз минеральных удобрений и густоты посадки сопровождается четкой тенденцией как повышения высоты ботвы, так и густоты стеблестоя.

В результате проведенных исследований установлено, что в среднем в 2018–2019 гг. применение минеральных удобрений в сочетании с изменяющейся густотой посадки обеспечивало урожайность картофеля по сортам: Зорачка – 19,2–30,0 т/га (45–50 тыс. клубней/га) и 24,8–36,0 т/га (55–60 тыс. клубней/га); Скарб – 32,8–49,9 (45–50) и 35,1–50,9 (55–60); Вектар – 29,4–39,1 т/га (45–50 тыс. клубней/га) и 33,0–54,5 т/га (55–60 тыс. клубней/га) (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние густоты посадки и доз минеральных удобрений на урожайность картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве, 2018–2019 гг.

Вариант опыта	Урожай- ность, т/га	В том числе			Товар- ность, %
		< 40 мм	40–60 мм	> 60 мм	
Сорт Зорачка					
Контроль, 45–50 тыс. клубней/га	19,2	2,7	16,3	0,2	86
N ₆₀ P ₄₀ K ₁₂₀ + Cu, Mn, B, 45–50 тыс. клубней/га	20,9	3,0	16,3	1,6	86
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + Cu, Mn, B, 45–50 тыс. клубней/га	30,0	1,5	22,2	6,3	95
Контроль, 55–60 тыс. клубней/га	24,8	6,3	18,4	0,1	75
N ₆₀ P ₄₀ K ₁₂₀ + Cu, Mn, B, 55–60 тыс. клубней/га	29,4	3,5	24,4	1,5	88
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + Cu, Mn, B, 55–60 тыс. клубней/га	36,0	4,3	25,2	6,5	88
HCP ₀₅	0,9				
Сорт Скарб					
Контроль, 45–50 тыс. клубней/га	32,8	2,5	28,0	2,3	92
N ₆₀ P ₄₀ K ₁₂₀ + Cu, Mn, B, 45–50 тыс. клубней/га	41,7	2,3	28,5	10,9	94
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + Cu, Mn, B, 45–50 тыс. клубней/га	49,9	2,0	34,4	13,5	96
Контроль, 55–60 тыс. клубней/га	35,1	2,8	29,1	3,2	92
N ₆₀ P ₄₀ K ₁₂₀ + Cu, Mn, B, 55–60 тыс. клубней/га	40,2	3,8	27,6	8,8	91
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + Cu, Mn, B, 55–60 тыс. клубней/га	50,9	3,3	36,4	11,2	94
HCP ₀₅	1,5				
Сорт Вектар					
Контроль, 45–50 тыс. клубней/га	29,4	2,3	18,2	8,9	92
N ₆₀ P ₄₀ K ₁₂₀ + Cu, Mn, B, 45–50 тыс. клубней/га	34,4	2,1	22,3	10,0	94
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + Cu, Mn, B, 45–50 тыс. клубней/га	39,1	1,4	26,3	11,4	96
Контроль, 55–60 тыс. клубней/га	33,0	2,6	23,7	6,7	92
N ₆₀ P ₄₀ K ₁₂₀ + Cu, Mn, B, 55–60 тыс. клубней/га	45,7	1,9	26,2	17,6	96
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + Cu, Mn, B, 55–60 тыс. клубней/га	54,5	2,0	34,4	18,1	97
HCP ₀₅	1,1				

В среднем при внесении норм минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{60}K_{180}$ по отношению к $N_{60}P_{40}K_{120}$, независимо от густоты посадки, получены прибавки урожайности по сортам: Зорачка – 7,7 т/га; Скарб – 9,4; Вектар – 6,8 т/га. Урожайность картофеля при густоте посадки 55–60 тыс. клубней/га выше по всем исследуемым сортам независимо от норм удобрений. А именно по сорту Зорачка – на 6,7 т/га (29 %), Скарб – на 0,5 (1), Вектар – на 13,0 т/га (15 %).

С учетом изменения урожайности картофеля по вариантам с внесением минеральных удобрений при изменяющейся густоте посадки урожайность с показателем 55–60 тыс. клубней/га выше по сорту Зорачка (+7,3 т/га) и Вектар (+13,4 т/га). По сорту Скарб наблюдается небольшое снижение урожайности на 0,3 т/га при увеличении густоты посадки.

Благодаря внесению удобрений возрастает и товарность клубней. В среднем этот показатель возрос у сорта Зорачка на 8,5 т/га, Скарб – 11,5, Вектар – 11,6 т/га. В то же время увеличение густоты посадки не способствовало повышению урожайности товарных клубней по сорту Скарб. Повышение уровня товарности при увеличении густоты посадки по сортам Зорачка и Вектар составило соответственно 4,4 и 9,8 т/га.

Наибольшее количество товарных клубней в урожае получено в варианте с наибольшей дозой минеральных удобрений ($N_{120}P_{60}K_{180}$) независимо от густоты посадки. В среднем этот показатель составил для сорта Зорачка 92 %, Скарб – 95, Вектар – 97 %, что соответственно на 5; 2 и 2 % больше, чем в варианте с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{40}K_{120}$.

Обобщая результаты исследований, можно сделать вывод, что в среднем, независимо от сорта и дозы минеральных удобрений, разница в урожайности при сравнении густоты посадки равна 5,8 т/га, что составляет 18 %. Анализ окупаемости 1 кг NPK полученным урожаем клубней показал, что данный показатель составляет 35 кг в среднем независимо от варианта опыта. Эффективность минеральных удобрений возрастает с увеличением их дозировки. В варианте с внесением $N_{60}P_{40}K_{120}$ окупаемость в среднем, независимо от сорта и густоты посадки, составляет 29 кг, при внесении $N_{120}P_{60}K_{180}$ – 40 кг.

При проведении оценки результатов исследований установлено, что из всех вариантов опыта наибольшая рентабельность производства картофеля, так же как и урожайность, получена в вариантах с внесением максимальных доз минеральных удобрений по всем сортам. Наиболее высокая рентабельность достигнута при внесении $N_{120}P_{60}K_{180}$ для сортов Скарб – 346 % (45–50 тыс. клубней/га) и Вектар – 340 % (55–60 тыс. клубней/га) (табл. 2). В целом же полученная рентабельность отличается существенной изменчивостью в зависимости от вариантов опыта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований, увеличение густоты посадки с 45–50 до 55–60 тыс. клубней/га не оказывало значимого влияния на повышение продуктивности клубней по сорту Скарб. Существенная разница наблюдается по сортам Зорачка и Вектар.

В среднем, независимо от сорта и дозы минеральных удобрений, разница в урожайности при сравнении густоты посадки равна 5,8 т/га, что составляет 18 %. Урожайность при густоте посадки 55–60 тыс. клубней/га выше по сорту Зорачка (+7,3 т/га) и Вектар (+13,4 т/га) по отношению к густоте посадки 45–50 тыс. клубней/га. По сорту Скарб наблюдается небольшое снижение урожайности на 0,3 т/га при увеличении густоты посадки.

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от доз удобрений и густоты посадки, 2018–2019 гг.

Показатели	Контроль, 45–50 тыс. клубней/га	N ₆₀ P ₄₀ K ₁₂₀ , 45–50 тыс. клубней/га	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀ , 45–50 тыс. клубней/га	Контроль, 55–60 тыс. клубней/га	N ₆₀ P ₄₀ K ₁₂₀ , 55–60 тыс. клубней/га	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀ , 55–60 тыс. клубней/га
Сорт Зоранка						
Урожайность, ц/га	192	209	300	248	294	360
Прибавка урожая, ц/га	–	17	108	–	46	112
Уровень товарности, %	86	86	95	75	88	88
Товарная продукция, ц	165,1	179,7	285,0	186,0	258,7	316,8
Стоимость валовой продукции, руб.	5 283,2	5 750,4	9 120,0	5 952,0	8 278,4	10 138,0
Производственные затраты на 1 га, руб.	2 771,7	3 295,0	3 435,8	3 098,1	3 679,3	3 841,4
Себестоимость 1 ц, руб.	16,8	18,3	12,1	16,7	14,2	12,1
Прибыль на 1 га, руб.	2 511,5	2 455,4	5 684,2	2 853,9	4 599,1	6 296,6
Рентабельность, %	91	75	165	92	125	164
Сорт Скарб						
Урожайность, ц/га	328	417	499	351	402	509
Прибавка урожая, ц/га	–	89	171	–	51	158
Уровень товарности, %	92	94	96	92	91	94
Товарная продукция, ц	301,8	392,0	479,0	322,9	365,8	478,5
Стоимость валовой продукции, руб.	9 657,6	12 544,0	15 328,0	10 333,0	11 705,6	15 312,0
Производственные затраты на 1 га, руб.	2 771,7	3 295,0	3 435,8	3 098,1	3 679,3	3 841,4
Себестоимость 1 ц, руб.	9,2	8,4	7,2	9,6	10,1	8,0
Прибыль на 1 га, руб.	6 885,9	9 249,0	11 892,2	7 234,9	8 026,3	11 470,6
Рентабельность, %	248	281	346	234	218	299
Сорт Вектар						
Урожайность, ц/га	294	344	391	330	457	545
Прибавка урожая, ц/га	–	50	97	–	127	215
Уровень товарности, %	92	94	96	92	96	97
Товарная продукция, ц	270,5	323,4	375,4	303,6	438,7	528,7
Стоимость валовой продукции, руб.	8 656,0	10 349,0	12 013,0	9 715,2	14 038,0	16 918,0
Производственные затраты на 1 га, руб.	2 771,7	3 295,0	3 435,8	3 098,1	3 679,3	3 841,4
Себестоимость 1 ц, руб.	10,2	10,2	9,2	10,2	8,4	7,3
Прибыль на 1 га, руб.	5 884,3	7 054,0	8 577,2	6 617,1	10 358,7	13 076,6
Рентабельность, %	212	214	250	214	282	340

Применение максимальных доз минеральных удобрений способствовало увеличению товарности клубней картофеля по сортам в среднем на 2–13 %. Наибольший прирост товарных клубней в урожае получен в варианте с наибольшей дозой минеральных удобрений ($N_{120}P_{60}K_{180}$) независимо от густоты посадки. Исключение составил сорт Зорачка, у которого не прослеживается четкой тенденции.

Окупаемость в варианте с внесением $N_{60}P_{40}K_{120}$ в среднем, независимо от сорта и густоты посадки, составила 29 кг, при внесении $N_{120}P_{60}K_{180}$ – 40 кг.

Установлено, что в рамках проведенных исследований наибольшая рентабельность производства картофеля получена при максимальных нормах внесения минеральных удобрений по всем сортам. Увеличение рентабельности по отношению к контролю составляет 38–126 %. Наиболее высокая рентабельность получена в следующем варианте: Скарб – $N_{120}P_{60}K_{180}$ – 45–50 тыс. клубней/га (346 %).

Наиболее экономически выгодным является вариант с густотой посадки 45–50 тыс. клубней/га и максимальной дозой минеральных удобрений по сортам Зорачка и Скарб. Рентабельность данных сортов выше контроля на 74 и 98 % соответственно. Для сорта Вектар предпочтительнее густота посадки 55–60 тыс. клубней/га, при которой достигается рентабельность выше контроля на 126 %.

Список литературы

1. Босак, В. Н. Влияние удобрений на продуктивность картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2007. – Т. 13. – С. 120–126.
2. Пискун, Т. П. Влияние уровня минерального питания и густоты посадки на продуктивность и качество клубней новых сортов картофеля / Т. П. Пискун // Картофелеводство : сб. науч. тр. / БелНИИ картофелеводства. – Минск, 2000. – Вып. 10. – С. 257–266.
3. Богдановский, А. Ф. Удобрение и сорт картофеля / А. Ф. Богдановский, О. К. Володько // Картофелеводство : науч. тр. / БелНИИ картофелеводства. – Минск, 1997. – Вып. 9. – С. 90–100.
4. Влияние различных уровней питания на продуктивность сортов картофеля разных сроков спелости и целевого назначения и их устойчивость к клубневым гнилям во время хранения / Д. Д. Фицуру [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 436–473.
5. Подлужный, Г. И. Оценка новых сортов картофеля по отзывчивости на внесение удобрений / Г. И. Подлужный, А. В. Орехов, Г. Я. Андреев // Картофелеводство : сб. науч. тр. / БелНИИ картофелеводства. – Минск, 2000. – Вып. 10. – С. 267–272.
6. Фицуру, Д. Д. Продуктивность и качество сортов картофеля, пригодных для промышленной переработки, в зависимости от доз удобрений и гранулометрического состава почв : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Д. Д. Фицуру ; Бел. гос. с.-х. акад. – Горки, 2007. – 20 с.
7. Сидоренко, Т. Н. Влияние удобрений на урожайность, морфологические и биохимические показатели качества новых сортов картофеля при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Т. Н. Сидоренко ; Бел. гос. с.-х. акад. – Горки, 2006. – 20 с.
8. Мельничук, Д. И. Влияние густоты посадки и удобрения на продуктивность растений картофеля сорта Огонек, сформированных различным числом стеблей /

Д. И. Мельничук, М. Н. Старовойтов, П. И. Панасюга // Картофелеводство : науч. тр. / БелНИИ картофелеводства. – Минск, 1994. – Вып. 8. – С. 123–131.

9. Сидоренко, Т. Н. Влияние минеральных и органических удобрений на урожайность, фракционный состав и морфологические параметры клубней у различных сортов картофеля / Т. Н. Сидоренко // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1 (34). – С. 311–317.

10. Жукова, М. И. Картофельному полю – качественные семена / М. И. Жукова, Г. М. Середа, Л. В. Контор // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 24–26.

11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Поступила в редакцию 16.09.2019 г.

A. I. KARPESH

**LEVEL INFLUENCE OF MINERAL FOOD AND DENSITY
OF PLANT STAND ON POTATOES EFFICIENCY IN
AGROCLIMATIC CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST REGION
OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

SUMMARY

The presented researches designated the possibility of efficiency increase of potatoes and efficiency use of nutrients from mineral fertilizers. Reaction of varieties of various groups of ripeness to introduction of mineral fertilizers at the changing density of potatoes landing is shown.

The increase in planting density led to an increase in potatoes yield up to 18 %. The use of maximum doses of mineral fertilizers contributed to the marketability increase of potatoes tubers by 2–13 %. It was found that the use of fertilizers dose $N_{120}P_{60}K_{180}$ contributed to obtaining the highest rate of return on investment, profitability and productivity.

Key words: potatoes, mineral fertilizers, planting density, productivity, variety, yield, tuber marketability, Belarus.

УДК 635.21:631.531.02

В. А. Рылко, Д. И. Мельничук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Горки, Могилевская область

E-mail: vital_rylko@rambler.ru

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ МАССЫ ПОСАДОЧНЫХ КЛУБНЕЙ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ****РЕЗЮМЕ**

В статье рассматриваются особенности связи массы посадочных клубней (далее – МПК) картофеля, образованных в пределах клона, с элементами структуры урожайности формируемых растений. Установлено, что МПК влияет на урожай картофеля опосредованно, через число стеблей и число клубней растения. При этом наибольший эффект от увеличения МПК, сформированных внутри клона, достигается в относительно мелких фракциях (< 50 г), а семенной материал массой от 50 до 90 г меньше всего различается по своим продуктивным свойствам.

Ключевые слова: картофель, МПК, клон, потомство, урожайные свойства, продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Зависимость продуктивности растений картофеля от крупности посадочного материала – один из наиболее актуальных вопросов в практике возделывания культуры, который давно и весьма часто затрагивается в исследованиях. По основным аспектам этой проблемы исследователи достигли единой точки зрения, но по некоторым до сих пор существуют различные мнения. В целом установлено, что индивидуальная продуктивность растений картофеля возрастает с увеличением МПК [1, 2]. Но эта зависимость не является прямо пропорциональной, и простое увеличение крупности семенных клубней не обязательно приведет к повышению хозяйственной и экономической эффективности производства картофеля [3]. Поэтому постоянно остается открытым вопрос о преимуществе той или иной фракции. Отсутствие единого мнения также связано с тем, что исследования проводятся в различных почвенно-климатических условиях и с семенным материалом различного происхождения и качества. Исходя из этого, нами была определена цель – уточнить закономерности изменения индивидуальной продуктивности растений картофеля при равномерном увеличении МПК, сформированных внутри клона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились со среднеспелым сортом Скарб в 2001–2002 гг., затем были повторены в 2016 г. в учебно-научном центре «Опытные поля БГСХА». Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лесовидных суглинках, подстилаемых с глубины 1 м моренным суглинком. Содержание гумуса в пахотном слое – 1,2–1,4 %, подвижного фосфора – 192–223 мг на 1 кг почвы, обменного калия – 173–241 мг на 1 кг почвы. Реакция почвенного раствора рН в KCl – 5,8–5,9. В качестве органического удобрения использовался сидерат (редька масличная), а норма минерального питания составляла $N_{120} P_{160} K_{160}$.

Температурный режим вегетационных периодов 2001 и 2002 гг. несколько превышал норму, особенно в июле – августе. При этом годы проведения опытов существенно различались характером распределения осадков. В 2001 г. количество выпавших осадков за все месяцы (за исключением августа) было несколько ниже среднегогодовой нормы. Вегетационный период 2002 г. вообще отличался засушливостью, причем на фоне повышенных температур, что неблагоприятно сказалось на накоплении урожая. Вегетационный период 2016 г. характеризовался теплыми условиями и повышенным количеством осадков. Таким образом, самым благоприятным для культуры картофеля по погодным условиям оказался 2001 г., а самым неблагоприятным – 2002 г.

В годы, предшествующие закладке опытов, отбирался урожай 60 наиболее типичных по сортовым признакам кустов (семьи). Семьи хранились изолированно друг от друга. Их клубни на следующий год индивидуально взвешивались и высаживались по ранжиру (с изменением порядка размещения клубней у смежных клонов), каждый клон в отдельный рядок. Густота посадки фиксированная – из расчета 50 тыс. клубней на гектар. При уборке урожая проводился повторный отбор клонов. Учет урожая производился покустно, и растения группировались по МПК с интервалом 10 г. Полученные данные подвергались математической обработке.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Клоновый отбор предполагает работу с материалом общего происхождения, что позволяет уменьшить влияние посторонних факторов и получить более точные результаты.

Основные показатели продуктивности растений при увеличении МПК представлены в таблице 1. Количество стеблей в расчете на одно растение четко увеличивалось с увеличением МПК примерно до 80 г. В интервале МПК 80–120 г этот показатель практически не изменялся, а после рубежа в 120 г он снова несколько вырос.

Количество клубней куста также стабильно возрастало с увеличением крупности посадочного материала только примерно до 40–50 г. Затем оно увеличивалось неравномерно, особенно в интервале МПК 50–90 г.

Основной показатель индивидуальной продуктивности растений картофеля – масса клубней куста. Этот признак на увеличение крупности посадочных клубней неизменно реагировал увеличением. Но динамика этого увеличения также имела тенденцию,

Таблица 1 – Показатели продуктивности растений картофеля в зависимости от МПК (средние данные за 3 года)

МПК, г	Число стеблей, шт/куст	Число клубней, шт/куст	Масса клубней, г/куст		
			средняя	на 1 г МПК	чистый урожай
10–20	1,5	6,7	580,9	38,7	565,9
21–30	1,9	7,5	723,5	28,9	698,5
31–40	2,2	8,7	774,1	22,1	739,1
41–50	2,3	9,5	828,0	18,4	783,0
51–60	2,4	9,5	850,4	15,5	795,4
61–70	3,0	10,4	872,0	13,4	807,0
71–80	3,2	11,4	909,9	12,1	834,9
81–90	3,1	11,4	949,4	11,2	864,4
91–100	3,2	12,0	1036,0	10,9	941,0
101–110	3,3	12,7	1082,0	10,3	977,0
111–120	3,2	13,5	1153,0	10,0	1038,0
121–130	3,5	14,1	1200,6	9,6	1075,6

подобную описанной выше по другим элементам структуры урожая. С увеличением уровня изучаемого фактора до 50 г масса дочерних клубней существенно возрастала с каждым шагом в 10 г. Далее, с увеличением МПК до 80–90 г, она изменялась заметно слабее. Затем увеличение продуктивности растений происходило с большим или меньшим шагом. Таким образом, с увеличением крупности семенных клубней изменение элементов структуры урожайности растений картофеля происходило не только не прямо пропорционально, но и неравномерно, в зависимости от интервала МПК. При увеличении крупности посадочного материала до 50 г шаг в 10 г обеспечивал по годам достоверную прибавку урожая. Меньше всего продуктивность растений изменялась в интервале МПК 50–90 г – здесь получение существенной прибавки обеспечивало увеличение крупности посадочного материала на 20–30 г. После увеличения массы высаживаемого клубня свыше 90–100 г необходимый для повышения отдачи шаг снова составлял 10–20 г.

С увеличением абсолютного значения исследуемого фактора также уменьшалась масса дочерних клубней, приходящаяся на 1 г МПК, то есть уменьшалась относительная продуктивность, особенно резко это происходило в начале изучаемого интервала. Чем крупнее посадочные клубни, тем меньше были различия по данному показателю между соседними фракциями. Таким образом, мелкие посадочные клубни окупали себя лучше, эффективнее, чем крупные. Вместе с тем преимущество в чистом урожае оставалось за крупными клубнями – данный показатель закономерно увеличивался с увеличением МПК.

В то же время необходимо отметить, что отзывчивость растений на увеличение крупности посадочного материала зависела от погодных условий вегетационного периода: в благоприятных условиях эффект был выше. На рисунке для сравнения представлена продуктивность растений картофеля по годам. В наиболее благоприятном по погодным условиям 2001 г. растения проявили максимальную отзывчивость на увеличение МПК. В засушливом 2002 г., наоборот, этот прием был наименее эффективным. На основании приведенных данных можно предположить, что эффективность укрупнения посадочного материала снижается с ухудшением условий выращивания.

Элементы структуры урожайности растений характеризовались значительной степенью изменчивости (табл. 2). В целом более неустойчивым показателем оказалось количество стеблей, а самым стабильным – масса клубней куста. Особенно четко это прослеживается в интервале МПК 20–100 г. При МПК 10–20 г соотношение по данному признаку обратное, а при значении изучаемого фактора > 100 г закономерность различий теряется. Следует также отметить, что с увеличением крупности посадочных клубней коэффициенты вариации числа и общей массы дочерних клубней не обнаружили какой-либо тенденции к изменению и отличались мало. Следовательно, клубни одного куста, независимо от их крупности (за исключением самых мелких – 10–20 г, но это вполне логично), формируют одинаково стабильный урожай.

Размах варьирования абсолютных значений отдельных элементов структуры урожая определяет и параметры корреляционной связи между ними (табл. 3).

Коэффициенты корреляции по фракциям подтверждают закономерность реакции элементов продуктивности растений на изменение крупности семенного материала. С увеличением МПК зависимость от нее числа стеблей, числа клубней и массы клубней теряет силу. Самые высокие значения коэффициентов корреляции проявились в первых двух фракциях (< 50 г и 50–80 г) и особенно резко они снизились при переходе от данных фракций к последующим. Четкой закономерности изменения корреляционной

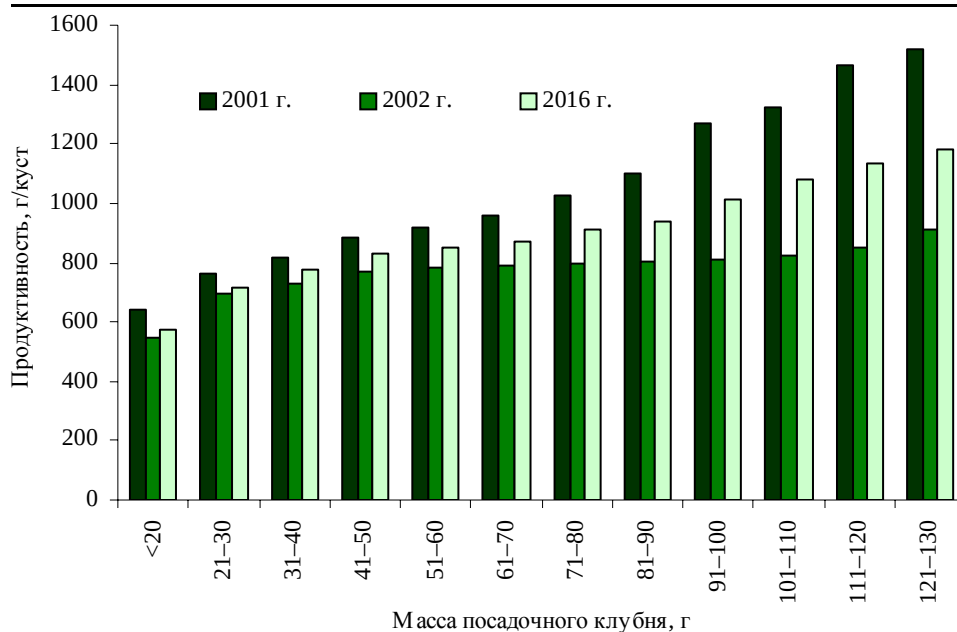


Рисунок 1 – Изменение продуктивности растений картофеля в зависимости от МПК и вегетационного периода

Таблица 2 – Варьирование показателей продуктивности растений картофеля

МПК, г	Коэффициенты вариации		
	числа стеблей	числа клубней	массы клубней
10–20	43,4	46,8	54,0
21–30	47,1	39,8	35,1
31–40	47,0	36,4	32,2
41–50	45,2	32,5	30,4
51–60	52,7	37,9	37,0
61–70	43,1	40,6	37,8
71–80	51,8	31,4	33,8
81–90	45,9	39,9	36,4
91–100	42,4	33,9	34,4
101–110	32,7	34,8	40,8
111–120	31,5	29,5	41,7
121–130	32,2	32,8	36,8

связи зависимых от МПК элементов структуры урожая между собой не обнаружено, но по фракциям также наблюдались некоторые различия.

Анализируя показатели общей корреляции, можно отметить, что наиболее зависимым от МПК элементом является число стеблей куста, в меньшей степени – число клубней и еще меньше – масса клубней куста. В свою очередь, корреляционная связь средней силы обнаружена в парах число стеблей : число клубней и число клубней : масса клубней. Зависимость между числом стеблей и массой клубней была слабой.

Таким образом, корреляционный анализ указывает на опосредованную зависимость: на увеличение МПК растение реагирует увеличением количества стеблей, на увеличение числа стеблей – увеличением числа клубней, а на увеличение числа

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 3 – Корреляционная зависимость между МПК и элементами продуктивности растений картофеля

Фракция посадочного материала, г	МПК : ЧС	МПК : ЧК	МПК : МК	ЧС : ЧК	ЧС : МК	ЧК : МК
По фракциям						
< 50	+0,323	+0,319	+0,300	+0,486	+0,140	+0,534
50–80	+0,248	+0,216	+0,081	+0,536	+0,051	+0,505
81–100	+0,092	+0,070	+0,062	+0,428	–0,171	+0,451
101–130	+0,194	+0,109	+0,016	+0,234	–0,164	+0,637
Общая						
До 130	+0,558	+0,441	+0,319	+0,568	+0,166	+0,588

Примечание. ЧС – число стеблей; ЧК – число клубней; МК – масса клубней.

клубней – увеличением их общей массы. Но, учитывая изменение коэффициентов корреляции по фракциям изучаемых семенных клубней, можно также заключить, что такая зависимость сохраняется до определенного уровня МПК, который может быть разным в зависимости от условий выращивания.

Нами также была произведена сравнительная оценка продуктивности растений, полученных из клубней разной крупности, но образовавших одинаковое количество стеблей (табл. 4).

Число и масса клубней растений с одинаковым числом стеблей возрастали с увеличением массы их материнского клубня. Эти же показатели возрастали также и с увеличением количества основных побегов куста при фиксированной крупности посадочного материала. При этом данная зависимость прослеживается по всем фракциям МПК. Следовательно, крупные клубни формируют более урожайные растения как за счет большего запаса питательных веществ, так и за счет образования большего числа стеблей. Таким образом, анализ данных таблицы 4 позволяет рассматривать оба фактора – МПК и количество стеблей куста – как в определенной степени независимые резервы повышения индивидуальной продуктивности растения. При этом необходимо отметить, что растения, выращенные из относительно мелких клубней и образовавшие большее число стеблей, дают такой же или даже более высокий урожай по сравнению с растениями от более крупных клубней, но с меньшим количеством

Таблица 4 – Показатели продуктивности растений с одинаковым числом стеблей, полученных из посадочных клубней различной массы (средние данные за 3 года)

МПК, г	Число стеблей, шт/куст				
	1	2	3	4	≥ 5
Число клубней, шт/куст					
< 30	5,3	7,8	9,5	10,0	–
30–50	6,4	8,1	10,2	10,8	13,0
51–80	–	8,1	10,1	11,9	13,6
80–100	–	8,6	10,2	11,9	14,0
> 100	–	9,9	10,8	12,4	14,0
Масса клубней, г/куст					
< 30	521,4	673,8	696,0	740,0	–
30–50	634,3	681,5	761,1	765,6	786,7
51–80	–	729,2	770,0	818,3	849,7
80–100	–	737,3	782,5	828,3	873,2
> 100	–	784,0	819,7	918,0	947,5

побегов. Следовательно, для увеличения продуктивности растений рациональнее более полно использовать потенциал материнских клубней и получать многостебельные растения без увеличения МПК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, МПК картофеля определяет продуктивность растения опосредованно, через количество основных побегов и число клубней в урожае. Растения картофеля сорта Скарб на увеличение МПК, сформированных внутри клона, реагируют увеличением индивидуальной продуктивности, но степень проявления этой реакции неодинакова в различных интервалах массы семенных клубней. Меньше всего продуктивность растений изменяется при увеличении МПК в интервале 50–90 г.

Список литературы

1. Анципович, Н. А. Влияние размера посадочного клубня на качество оригинального семенного материала картофеля / Н. А. Анципович, В. Л. Маханько, В. В. Анципович // 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. – С. 333–339.
2. Ильчук, Ю. Р. Повышение урожайности раннеспелого сорта картофеля при комплексном применении агротехнологических факторов выращивания / Ю. Р. Ильчук, О. И. Рудник-Ивашенко // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 26. – С. 214–220.
3. Писарев, Б. А. Реакция разных сортов картофеля на густоту посадки, размер семенных клубней и удобрения / Б. А. Писарев, И. И. Казначеев, А. Ф. Мельник // Научные труды НИИКХ. Семеноводство картофеля. – М., 1986. – С. 111–115.

Поступила в редакцию 22.11.2019 г.

V. A. RYLKO, D. I. MELNICHUK

INFLUENCE TRAITS OF SEED TUBERS MASS ON POTATOES PLANTS PERFORMANCE

SUMMARY

The traits of the connection of potatoes seed tubers mass formed within the clone, with the elements of yield structure of plants which were in the stage of forming are discussed in the article. It was determined that the planting tubers mass influences the potatoes yield indirectly, through the number of stems and tubers. The highest effect from the increase of seed tubers mass, formed within the clone, is achieved in relatively small fractions (< 50 g), and seed material with the mass from 50 to 90 g differs in its productive properties insignificantly.

Key words: potatoes, seed tubers mass, clone, offspring, yielding properties, productivity.

**В. А. Сердюков, В. Л. Маханько, И. А. Родькина,
Д. Д. Фицура, С. Н. Мартыненко**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: vitaliy.sva.1992@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ МЕЖДУРЯДИЙ И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ КЛУБНЕЙ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований по определению влияния ширины междурядий (75 и 90 см) и условий хранения (с использованием систем активного вентилирования третьего–четвертого и пятого технологического уклада) на лежкоспособность клубней семенного картофеля различных групп спелости в период длительного хранения (5 месяцев). Установлено, что изменение ширины междурядий до 90 см и использование систем вентиляции пятого технологического уклада позволяют снизить естественную убыль, количество проросших клубней и, как следствие, повысить сохранность картофеля.

Ключевые слова: картофель, сорт, условия хранения, активное вентилирование, ширина междурядий, лежкоспособность, пригодность к хранению.

ВВЕДЕНИЕ

Во время хранения в клубнях картофеля продолжают сложные физиолого-биохимические процессы: дыхание, раневые реакции, период покоя, прорастание, которые, в свою очередь, определяют сохранность конкретного сорта [1–5].

Одним из важных показателей характеристики сортов картофеля является их лежкоспособность, то есть способность клубней сохранять длительное время товарные, пищевые и семенные качества без значительной потери, которая обусловлена метеорологическими условиями, агротехникой выращивания и условиями хранения. Как биологическое свойство эта способность закреплена генетически и является одним из сортовых признаков, который изменяется под действием внешних факторов. Этот показатель включает в себя естественную убыль при хранении, потери за счет ростков, гнилей (абсолютный отход), а также технического брака, которые составляют общие потери за период длительного хранения клубней. На сохранность влияют такие биологические особенности, как устойчивость к механическим повреждениям, физиологический период покоя, а также степень поражения мокрыми гнилями [6–8].

Исходное качество клубней формируется в процессе выращивания (защита от фитофтороза, бактериальных гнилей, удушья); при уборке (способ уборки – комбайном или с применением копателя, температура воздуха, влажность и тип почвы); при послеуборочной доработке и загрузке в хранилище [1].

Основной проблемой в период хранения является изменение температурного режима в насыпи, что приводит к изменениям различного рода физиолого-биохимических процессов в клубне картофеля [9]. Естественно, при повышенных температурах

клубни сортов картофеля, у которых физиологический период покоя непродолжительный, рано начинают прорастать, что увеличивает потери и снижает качество картофеля [1].

Сохранение высокого качества семенных клубней и обеспечение минимально допустимых неизбежных потерь возможно лишь при эффективном регулировании температурно-влажностных режимов, соответствующих каждому периоду хранения. Алгоритм управления микроклиматом достаточно сложный, зависит от особенностей партий картофеля, предназначенных для длительного хранения, и его полное и качественное выполнение возможно лишь при использовании автоматизированной системы управления [1]. В связи с этим основная задача при хранении заключается в создании оптимальных условий, обеспечивающих лучшую сохранность клубней картофеля в течение длительного периода по всем уровням насыпи [4, 10].

В литературе редко встречаются данные по влиянию ширины междурядий на сохранность клубней картофеля, тем более с использованием систем вентиляции пятого технологического уклада. Таким образом, целью исследований являлось определение влияния ширины междурядий и условий хранения на сохранность клубней семенного картофеля в условиях активного вентилирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по определению влияния ширины междурядий и условий хранения на лежкоспособность клубней картофеля проведены в осенне-зимний период 2017–2018 и 2018–2019 гг. Опытные образцы хранились в картофелехранилищах, оснащенных оборудованием активного вентилирования пятого и третьего–четвертого технологических укладов.

В качестве объектов исследований использовались сорта картофеля белорусской селекции различных групп спелости: среднеранний – Бриз, среднеспелый – Скарб, среднепоздние – Рагнеда и Вектар. Предметом исследования была лежкоспособность (сохранность) клубней картофеля.

Проведен трехфакторный технологический опыт: **фактор А** – сорт, **фактор В** – ширина междурядий 75 и 90 см при возделывании, **фактор С** – применяемая система активного вентилирования третьего–четвертого (ТХ-2) и пятого (ТХ-1) технологических укладов.

Клубневой материал для проведения исследований был выращен на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в условиях центрального региона страны.

В качестве предшествующей культуры в технологическом севообороте использовали озимый рапс на зерно с последующей запашкой пожнивных остатков в почву. Минеральные удобрения вносились из расчета 90 кг/га д. в. азота (сульфат аммония), 60 – фосфора (аммофос) и 150 кг/га д. в. калия (хлористый калий).

За 14–16 дней до уборки было проведено удаление ботвы механическим (при ширине междурядий 75 см) и химическим (при ширине междурядий 90 см) методами. Уборка картофеля осуществлялась картофелекопателем КСТ-1,4 с отбором опытного материала в синтетические сетки по 5–7 кг и дальнейшей закладкой их на длительное хранение.

Закладка на хранение – 1-я декада ноября, снятие с хранения – 3-я декада марта, срок хранения – пять месяцев. Способ хранения – контейнерный.

Погодные условия вегетационных периодов отличались нестабильностью и контрастностью по годам. Вегетационный период 2017 г. был более сухим, нежели условия 2018 г., которые характеризовались регулярными проливными дождями в период

роста и развития растений. Однако следует отметить, что важными являются условия в период уборки и закладки материала на хранение. Так, уборочный период 2017 г. был дождливым, что непосредственно сказалось на количестве клубней, пораженных мокрой гнилью, а в период уборки 2018 г. стояла теплая и сухая погода. В начале вегетационного периода и периода клубнеобразования в 2019 г. отмечались засушливые условия. В уборочный период стояла теплая и сухая погода.

Различия систем активного вентилирования заключаются в том, что оборудование третьего–четвертого технологических укладов оснащено осевыми вентиляторами. Производительность таких вентиляторов по воздуху составляет 25000–43000 м³/ч при давлении 150 Па. Система активного вентилирования с использованием оборудования пятого технологического уклада оснащена центробежным вентилятором, давление которого в два-три раза выше, чем у осевого вентилятора. В период хранения температура в насыпи составляла 3–4 °С, а подаваемого воздуха – была на 2–3 °С ниже, с продолжительностью вентилирования 15–20 мин/сутки при использовании оборудования пятого технологического уклада и до 90 мин/сутки при использовании систем вентилирования третьего–четвертого технологических укладов с температурой хранения 4–5 °С. Продолжительность вентилирования и удельная подача воздуха непосредственно в насыпь зависела от состояния хранящегося картофеля и наружной температуры. Удельная подача воздуха в основной период хранения составляла 82,5 м³/ч на 1 т картофеля при использовании систем вентилирования пятого технологического уклада, а при традиционной технологии хранения (ТХ-2) данный показатель был равен 120,0 м³/ч на 1 т картофеля. Относительная влажность воздуха в период хранения составляла 85–95 %.

Наблюдения, учет и анализ опытного материала выполняли согласно Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля, Методике исследований по культуре картофеля и методическим указаниям «Проведение исследований по хранению картофеля» [11–13]. Экспериментальные данные статистически обработаны программой Statistica 10.

Исходное качество картофеля, закладываемого на хранение, определяли клубневым анализом, который проводили в процессе уборки для оценки лежкости картофеля и выбора соответственно этому режима хранения и интенсивности вентилирования [12].

Для определения пригодности партий (клубней) к хранению после уборки отбирали по 300 клубней каждого сорта (три повторности по 100 клубней). Затем помещали клубни в полиэтиленовые пакеты, плотно завязывали и выдерживали при комнатной температуре (+15...+20 °С) в течение двух недель. По истечении срока осуществляли учет клубней, пораженных гнилями. Сравнение проводили между сортами и технологией возделывания с учетом направления использования.

Партии, пригодные к длительному хранению, в которых поражение гнилями не превышает 5 %, при соблюдении температурно-влажностного режима хранятся хорошо без дополнительной переборки. Партии, условно пригодные (5–10 % клубней пораженных мокрыми гнилями) к длительному хранению, требуют дополнительной переборки клубней. Партии считаются непригодными к длительному хранению и требуют быстрого использования при проявлении и развитии мокрых гнилей более 10 % [12].

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 – четырехкратная.

Образцы картофеля закладывали в контейнеры емкостью 400–420 кг с использованием систем вентилирования третьего–четвертого и пятого технологических укладов при

относительной влажности воздуха 85–95 %. Качество и количество сохранившегося картофеля устанавливали на основании анализа учетных образцов, заложенных с осени. Количественные потери определяли после пяти месяцев хранения по показателям выхода полноценных клубней и потерь после хранения.

Потери клубней оценивали по следующим показателям:

- убыль массы (естественная) – потери массы клубней за счет испарения влаги и расходования запасных питательных веществ на дыхание;
- ростки – масса ростков при прорастании клубней (непригодная для использования часть продукта);
- абсолютная гниль – клубни, полностью пораженные гнилями, другими болезнями, непригодные к какому-либо использованию;
- технический отход – клубни с механическими повреждениями, поврежденные вредителями или болезнями, пригодные к использованию на корм или переработку (крахмал) [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пригодность клубней картофеля к длительному хранению конкретной партии зависит не только от режима и способа хранения, но также и от сорта, условий выращивания и уборки, послеуборочной доработки (табл. 1).

По данным учета определения пригодности семенного картофеля к длительному хранению установлено, что клубни всех изучаемых сортов были условно пригодны к длительному хранению в 2017 г. и пригодны в 2018 г. независимо от технологии возделывания.

В 2017 г. для анализируемых образцов клубней сортов Бриз и Скарб при увеличении ширины междурядий было отмечено увеличение количества больных клубней на 1,1 и 1,3 % соответственно. Для клубней сортов Рагнеда и Вектар характерна обратная тенденция: снижение заболевших клубней на 0,3 и 1,0 % соответственно. В период уборки стояла дождливая погода, что в значительной степени повлияло на долю содержания клубней, пораженных мокрыми гнилями.

Анализ партии показал, что изменение ширины междурядий ведет как к повышению, так и к снижению процентного содержания клубней, пораженных мокрыми гнилями. В урожае 2018 г. отсутствие клубней, пораженных гнилями, отмечено у сорта Скарб, выращенного по обеим технологиям возделывания, у сортов Вектар и Рагнеда, выращенных при ширине междурядий 75 см, с увеличением ширины междурядий отмечается поражение на 0,33 и 1,0 % соответственно. У сорта Бриз количество больных клубней, пораженных гнилями, при технологии возделывания с шириной междурядий 75 и 90 см составляло 0,33 %.

Дисперсионный анализ показал, что основным фактором, влияющим на пригодность клубней картофеля к длительному хранению, является сортовая особенность, доля влияния которого составляла от 33,33 % в 2018 г. до 54,98 % в 2017 г. (рис. 1). Статистически достоверное влияние фактора В (ширина междурядий) отмечено в 2018 г. (26,67 %), в 2017 г. данный фактор никакого влияния не оказал (2,89 %). Взаимодействие факторов в годы исследований находится на одном уровне – 42,13 % в 2017 г. и 40,00 % в 2018 г.

Данные по лежкоспособности клубней картофеля по сортам с учетом ширины междурядий и условий хранения за 2017–2018 гг. и 2018–2019 гг. представлены в таблицах 2, 3.

По данным, полученным в период хранения в 2017–2018 гг., установлено, что увеличение ширины междурядий с 75 до 90 см обеспечило снижение естественной убыли

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Пригодность партии семенного картофеля к длительному хранению в зависимости от ширины междурядий, 2017–2018 гг.

Сорт	Год	Ширина междурядий, см	Степень поражения клубней мокрой гнилью, %	Заключение о пригодности партии картофеля к хранению
Бриз	2017	75	8,60	Условно пригодная
		90	9,70	Условно пригодная
	2018	75	0,33	Пригодная
		90	0,33	Пригодная
	Среднее за 2 года	75	4,47	Пригодная
		90	5,02	Условно пригодная
Скарб	2017	75	7,00	Условно пригодная
		90	8,30	Условно пригодная
	2018	75	0,00	Пригодная
		90	0,00	Пригодная
	Среднее за 2 года	75	3,50	Пригодная
		90	4,15	Пригодная
Рагнеда	2017	75	8,30	Условно пригодная
		90	8,00	Условно пригодная
	2018	75	0,00	Пригодная
		90	1,00	Пригодная
	Среднее за 2 года	75	4,15	Пригодная
		90	4,50	Пригодная
Вектар	2017	75	8,70	Условно пригодная
		90	7,70	Условно пригодная
	2018	75	0,00	Пригодная
		90	0,33	Пригодная
	Среднее за 2 года	75	4,35	Пригодная
		90	4,02	Пригодная
НСР _{0,05} – фактор А		2017	2,08	
		2018	0,51	
НСР _{0,05} – фактор В		2017	1,48	
		2018	0,35	
НСР _{0,05} – взаимодействие А : В		2017	3,18	
		2018	0,61	

Примечание. Фактор А – сорт, фактор В – технология возделывания с шириной междурядий 75 и 90 см.

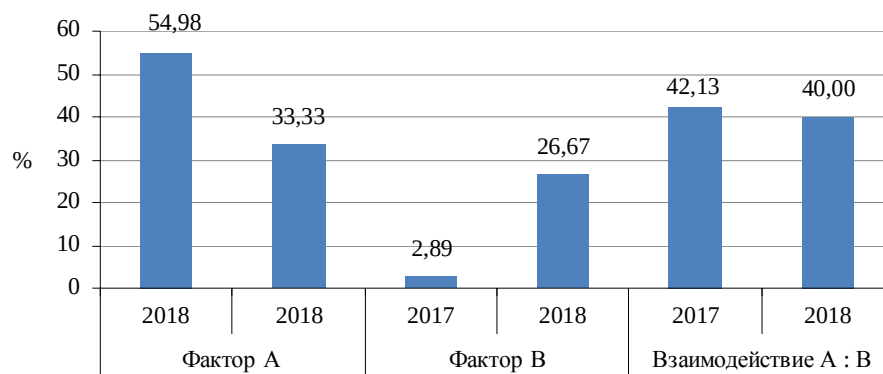


Рисунок 1 – Доля влияния изучаемых факторов на пригодность партий семенного картофеля к длительному хранению в 2017–2018 гг., %

Таблица 2 – Лежкоспособность клубней картофеля в зависимости от ширины междурядий и систем вентилирования, 2017–2018 гг.

Сорт	Ширина междурядий, см	Технология хранения	Убыль массы, %	Масса ростков, %	Абсолютная гниль, %	Технические отходы, %	Общие потери, %	Сохранность, %	Оценка, балл	Лежкоспособность
Бриз	75	ТХ-1	4,38	0,00	2,28	0,00	6,66	93,35	6,50	Хорошая
		ТХ-2	4,74	0,00	0,78	0,00	5,52	94,49	7,50	Хорошая
	90	ТХ-1	3,00	0,00	0,88	0,00	3,88	96,12	8,00	Хорошая
		ТХ-2	3,86	0,00	1,47	0,00	5,33	94,67	7,25	Хорошая
Скарб	75	ТХ-1	3,15	0,00	0,53	0,00	3,68	96,32	8,00	Хорошая
		ТХ-2	2,91	0,00	0,00	0,00	2,91	97,09	8,75	Отличная
	90	ТХ-1	2,22	0,00	0,45	0,00	2,67	97,33	8,50	Отличная
		ТХ-2	2,80	0,00	0,10	0,00	2,90	97,10	8,75	Отличная
Ратнеда	75	ТХ-1	3,97	0,00	0,00	0,00	3,97	96,03	8,00	Хорошая
		ТХ-2	2,96	0,00	0,61	0,00	3,56	96,44	8,50	Отличная
	90	ТХ-1	4,13	0,00	0,31	0,00	4,44	95,56	8,00	Хорошая
		ТХ-2	3,01	0,00	0,67	0,00	3,67	96,33	8,25	Отличная
Вектар	75	ТХ-1	3,00	0,00	0,31	0,00	3,31	96,70	8,25	Отличная
		ТХ-2	3,74	0,37	0,00	0,00	4,11	95,90	7,75	Хорошая
	90	ТХ-1	3,12	0,00	0,00	0,00	3,12	96,88	8,25	Отличная
		ТХ-2	2,65	0,15	0,00	0,00	2,80	97,20	8,75	Отличная
НСР _{0,05} : фактор А										
фактор В										
фактор С										
взаимодействие А : В : С										

Примечание. Фактор А – сорт, фактор В – технология возделывания с шириной междурядий 75 и 90 см, фактор С – технология хранения с использованием систем вентилирования пятого (1) и третьего–четвертого (2) технологических укладов.

Таблица 3 – Лежкоспособность клубней картофеля в зависимости от ширины междурядий и систем вентилирования, 2018–2019 гг.

Сорт	Ширина междурядий, см	Технология хранения	Убыль массы, %	Масса ростков, %	Абсолютная гниль, %	Технические отходы, %	Общие потери, %	Сохранность, %	Оценка, балл	Лежкоспособность
Бриз	75	TX-1	2,98	0,00	0,00	0,00	2,98	97,02	8,75	Отличная
		TX-2	3,21	0,00	0,00	0,00	3,21	96,79	8,25	Отличная
		TX-1	2,66	0,00	0,00	0,00	2,66	97,34	9,00	Отличная
Скарб	90	TX-2	3,05	0,00	0,00	0,00	3,05	96,95	8,50	Отличная
		TX-1	2,09	0,00	0,00	0,00	2,09	97,91	9,00	Отличная
	75	TX-2	3,31	0,00	0,00	0,00	3,31	96,69	8,25	Отличная
		TX-1	2,36	0,00	0,00	0,00	2,36	97,64	9,00	Отличная
Ратнеда	90	TX-2	3,64	0,00	0,00	0,00	3,64	96,36	8,25	Отличная
		TX-1	3,79	0,00	0,00	0,00	3,79	96,21	8,00	Хорошая
	75	TX-2	4,10	0,09	0,00	0,00	4,18	95,81	8,00	Хорошая
		TX-1	3,31	0,00	0,00	0,00	3,31	96,69	8,25	Отличная
Вектар	90	TX-2	3,86	0,00	0,41	0,00	4,28	95,72	7,75	Хорошая
		TX-1	3,22	0,00	0,00	0,00	3,22	96,78	8,25	Отличная
	75	TX-2	3,73	0,23	0,00	0,00	3,96	96,04	8,00	Хорошая
		TX-1	3,26	0,00	0,00	0,00	3,26	96,74	8,50	Отличная
НСР _{0,05} : фактор А фактор В фактор С взаимодействие А : В : С	90	TX-2	3,19	0,17	0,16	0,00	3,52	96,47	8,00	Хорошая
							0,41			
							0,35			
							0,31			
							0,63			

Примечание. Фактор А – сорт, фактор В – технология возделывания с шириной междурядий 75 и 90 см, фактор С – технология хранения с использованием систем вентилирования пятого (1) и третьего-четвертого (2) технологических укладов.

для изучаемых сортов, за исключением клубней сорта Рагнеда. Применение систем вентиляции пятого технологического уклада позволило снизить естественную убыль от 0,36 до 0,86 % у сорта Бриз при технологиях возделывания с шириной междурядий 75 и 90 см соответственно. Потери за счет ростков непосредственно зависят от продолжительности периода покоя клубней и условий хранения. Ростки были отмечены только у клубней картофеля сорта Вектар: с увеличением ширины междурядий данный показатель снизился на 0,22 % и составил 0,15 %. Абсолютный отход присущ всем сортам, наибольшие потери установлены у клубней сорта Бриз. Технического отхода не было установлено ни у одного из сортов. Все эти показатели составляют общие потери, которые варьируют от 2,67 % у сорта Скарб (ширина междурядий 90 см, хранение в условиях ТХ-1) до 6,66 % у сорта Бриз (ширина междурядий 75 см, хранение в условиях ТХ-1). Применение систем активного вентилирования пятого технологического уклада позволило сократить общие потери до 1,65 %. Статистически достоверное влияние отмечено у клубней сорта Бриз, выращенных при ширине междурядий 90 см, хранящихся в условиях ТХ-1. Закономерности в различии между вариантами и сортами в опыте определения влияния ширины междурядий и условий хранения на сохранность клубней картофеля не прослеживалось.

Результат хранения в 2018–2019 гг. показал, что применение систем вентиляции пятого технологического уклада позволило сократить естественную убыль всех изучаемых сортов картофеля от 0,23 до 1,28 %. Потери за счет ростков варьируют от 0,09 до 0,23 % у клубней сортов Рагнеда и Вектар соответственно, хранящихся в условиях ТХ-2. Абсолютный отход установлен у клубней сортов Рагнеда и Вектар, выращенных при ширине междурядий 90 см, хранящихся с использованием систем вентиляции третьего–четвертого технологических укладов. Технического брака при анализе образцов не установлено. Применение систем активного вентилирования пятого технологического уклада позволило сократить общие потери клубней семенного картофеля, хранящихся в условиях активного вентилирования, на 0,23–1,28 %.

В таблице 4 отражены результаты оценки лежкоспособности клубней картофеля различных групп спелости, выращенных при ширине междурядий 75 и 90 см и хранящихся с использованием систем вентилирования третьего–четвертого и пятого технологических укладов, в среднем за два года.

Таким образом, в среднем за два года исследований увеличение ширины междурядий позволило снизить общие потери за период длительного хранения на 0,05–0,88 %. У сортов Рагнеда и Вектар клубни выходят из состояния покоя в условиях ТХ-2, потери за счет ростков варьируют от 0,05 до 0,30 %. Почти все сорта имеют лучшую сохранность в условиях активного вентилирования с применением оборудования пятого технологического уклада. Общие потери снизились от 0,05 % у клубней сорта Рагнеда (ширина междурядий 75 см) до 0,91 % у сорта Бриз (ширина междурядий 90 см). Клубни сорта Скарб характеризуются отличной сохранностью в период длительного хранения независимо от технологии возделывания и условий хранения. Клубни сортов Бриз, Рагнеда и Вектар характеризуются хорошей и отличной сохранностью.

Дисперсионный анализ (рис. 2) показал, что определяющее влияние на общие потери (сохранность) клубней картофеля в период длительного хранения оказывает взаимодействие факторов «сорт» – А и «год» – D с долей влияния 31,63 %. Сортная особенность оказывает влияние на 25,35 %, год – 10,98 %. Статистически достоверное влияние также оказали ширина междурядий, технология хранения и взаимодействие технологии хранения с годом, доля влияния которых составила 3,62, 2,45 и 4,69 % соответственно.

Таблица 4 – Лежкоспособность клубней картофеля в зависимости от ширины междурядий и систем вентилирования, в среднем за 2017–2019 гг.

Сорт	Ширина междурядий, см	Технология хранения	Убыль массы, %	Масса ростков, %	Абсолютная гниль, %	Технические отходы, %	Общие потери, %	Сохранность, %	Оценка, балл	Лежкоспособность
Бриз	75	TX-1	3,36	0,00	1,14	0,00	4,50	95,50	7,62	Хорошая
		TX-2	3,84	0,00	0,39	0,00	4,23	95,77	7,87	Хорошая
	90	TX-1	2,83	0,00	0,44	0,00	3,27	96,73	8,50	Отличная
Скарб		TX-2	3,45	0,00	0,73	0,00	4,18	95,82	7,87	Хорошая
		TX-1	2,62	0,00	0,26	0,00	2,88	97,12	8,50	Отличная
	75	TX-2	3,11	0,00	0,00	0,00	3,11	96,89	8,50	Отличная
	90	TX-1	2,29	0,00	0,22	0,00	2,51	97,49	8,75	Отличная
Рагнеда		TX-2	3,22	0,00	0,05	0,00	3,27	96,73	8,50	Отличная
		TX-1	3,84	0,00	0,00	0,00	3,84	96,16	8,00	Хорошая
	75	TX-2	3,53	0,05	0,31	0,00	3,89	96,11	8,25	Отличная
	90	TX-1	3,72	0,00	0,16	0,00	3,88	96,12	8,13	Отличная
Вектар		TX-2	3,44	0,00	0,54	0,00	3,98	96,02	8,00	Хорошая
		TX-1	3,11	0,00	0,16	0,00	3,27	96,73	8,25	Отличная
	75	TX-2	3,74	0,30	0,00	0,00	4,04	95,96	7,88	Хорошая
	90	TX-1	3,19	0,00	0,00	0,00	3,19	96,81	8,38	Отличная
НСР _{0,05} : фактор А фактор В фактор С взаимодействие А : В : С фактор D взаимодействие А : В : С : D		TX-2	2,92	0,16	0,08	0,00	3,16	96,84	8,38	Отличная
							0,52			
							0,40			
							0,40			
							1,05			
							0,39			

Примечание. Фактор А – сорт, фактор В – технология возделывания с шириной междурядий 75 и 90 см, фактор С – технология хранения с использованием систем вентилирования пятого (1) и третьего–четвертого (2) технологических укладов, D – год.

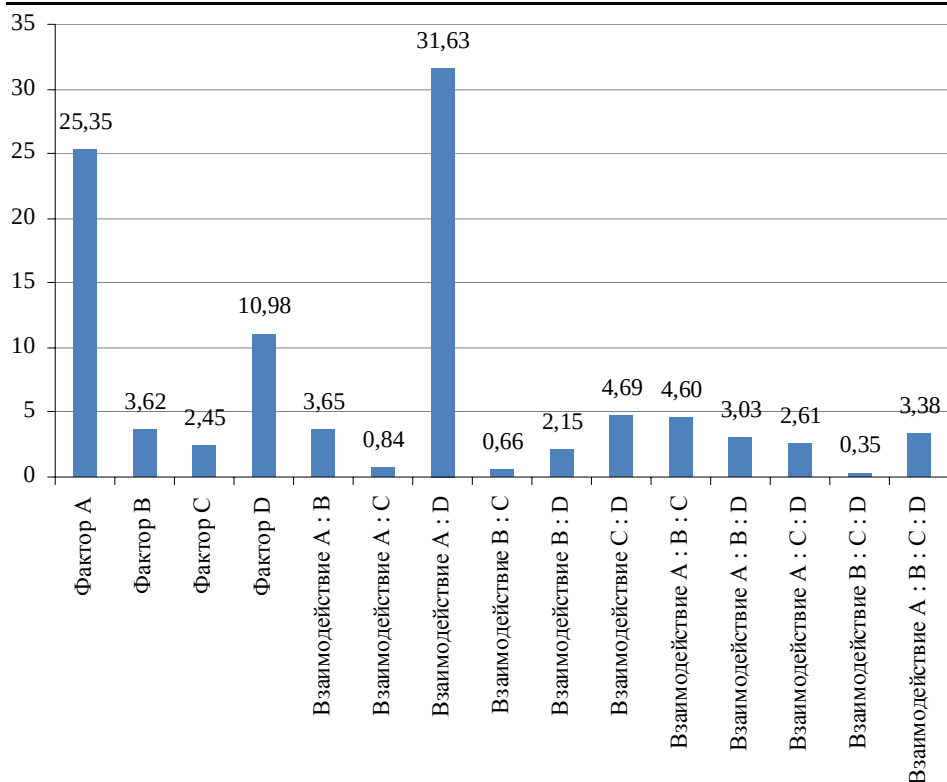


Рисунок 2 – Доля влияния изучаемых факторов на общие потери клубней семенного картофеля за период длительного хранения в 2017–2019 гг., %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований оценки сохранности клубней семенного картофеля в условиях активного вентилирования, выращенных с увеличением ширины междурядий с 75 до 90 см, была установлена более высокая общая сохранность клубней исследуемых сортов картофеля, что закономерно обеспечивало применение систем вентилирования пятого технологического уклада. За счет уменьшения естественной убыли (0,05–0,91 %), потерь из-за прорастания (0,05–0,88 %) закономерности в потерях за счет абсолютного отхода не установлено. Влияние ширины междурядий не оказало существенного влияния на степень проявления и развития мокрых гнилей.

Список литературы

1. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – [б. м.] : Картофелевод, 2007. – 191 с.
2. Антонов, М. В. Перевозка и хранение картофеля / М. В. Антонов. – М. : Экономика, 1965. – 207 с.
3. Гусев, С. А. Хранение картофеля / С. А. Гусев, Л. В. Метлицкий. – М. : Колос, 1982. – 221 с.
4. Картофель / под ред. Н. А. Дорожкина. – Минск : Ураджай, 1972. – 448 с.
5. Картофель: возделывание, уборка, хранение / Д. Шпаар [и др.] ; ред. Д. Шпаар. – 4-е изд., дораб. и доп. – М. : Агродело, 2007. – 457 с.

6. Будкевич, А. А. Период покоя клубней сортов картофеля белорусской селекции / А. А. Будкевич // Пути интенсификации картофелеводства в БССР : сб. науч. тр. – Минск, 1983. – С. 181–184.
7. Забара, М. Г. Влияние различных приемов агротехники и биологических особенностей сорта на лежкость клубней картофеля / М. Г. Забара, В. А. Борисенко // Картофелеводство : науч. тр. / БелНИИ картофелеводства ; гл. ред. А. Ф. Богдевич. – Минск, 1994. – Вып. 8. – С. 192–199.
8. Физиология картофеля / П. И. Альсмик [и др.] ; ред. Б. А. Рубин. – М. : Колос, 1979. – 272 с.
9. Зиновьев, Ю. И. Хранение картофеля в помещениях с принудительной вентиляцией : обзор зарубеж. и отечеств. лит. / Ю. И. Зиновьев. – М. : [б. и.], 1967. – 112 с.
10. Пугачев, А. Н. Технология возделывания и поточной уборки картофеля / А. Н. Пугачев, К. А. Пшеченков. – М. : [б. и.], 1965. – 110 с.
11. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.] ; М-во с. х. и прод. Респ. Беларусь. – Минск : [б. и.], 2003. – 71 с.
12. Методика исследований по культуре картофеля // НИИ картофельного хозяйства ; редкол. : Н. С. Бацанов [и др.]. – М., 1967. – 265 с.
13. Проведение исследований по хранению картофеля. Методические указания / под ред. П. Ф. Сокола. – М., 1988. – 20 с.

Поступила в редакцию 24.10.2019 г.

V. A. SERDYUKOV, V. L. MAHANKO, I. A. RODKINA,
D. D. FITSURO, S. N. MARTYNENKO

INFLUENCE OF PLANTING WIDTH AND STORAGE CONDITIONS ON THE KEEPING QUALITY OF SEED POTATOES TUBERS UNDER CONDITIONS OF FORCED BLOWING

SUMMARY

The research results to determine the influence of planting width (75 and 90 cm) and storage conditions (using forced blowing systems of the third, the fourth and the fifth technological order) on the shelf life of seed potatoes of various ripeness groups during long-term storage (5 months) are presented in the article. It has been established that changing the planting width up to 90 cm and using forced blowing systems of the fifth technological structure can reduce the natural loss of sprouted tubers, and as a result to increase the potatoes storability.

Key words: potatoes, variety, storage conditions, forced blowing, planting width, keeping quality, storability.

УДК 635.21:631.81.095.337(476)

Д. Д. Фицуру, Д. С. Гасило, В. А. Сердюков, С. Н. Мартыненко

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: d.fitsuro@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований по применению гуминовых, комплексных микроудобрений в хелатированной форме (Биовермтехно, Экогум, Поликом-Картофель) при выращивании картофеля на дерново-подзолистой средне-суглинистой почве.

Ключевые слова: картофель, Биовермтехно, Экогум, Поликом-Картофель, технология, сорт, удобрения, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Для получения 30 т/га урожая клубней картофеля в среднем потребляет следующие основные элементы: макро- – 120–150 кг азота, 90–120 фосфора, 160–200 кг калия; мезо- – 80–120 кг кальция, 12–30 серы, 9–30 кг магния; микро- – 4–20 г бора, 6–30 марганца, 6–15 меди, 12–30 г цинка [1].

Дефицит микроэлементов в почве и недостаточное поступление доступных форм микроэлементов (бора, марганца, цинка, меди, молибдена и др.) вследствие неблагоприятных погодных и почвенных условий приводят к несбалансированности корневого питания картофеля макро- и микроэлементами и, как правило, являются причиной того, что картофель не реализует свой генетический потенциал и дает урожай невысокого качества.

В настоящее время для достижения максимальной биологической и хозяйственной эффективности производства картофеля приобретают особое значение полифункциональные препараты, сочетающие питательные, защитные и регуляторные свойства – комплексные хелатированные, гуминовые микроудобрения. Использование подобных удобрений для некорневой обработки вегетирующих растений и предпосевной обработки клубней картофеля позволяет увеличить урожай и его качество.

Важными характеристиками хелатов микроэлементов, обуславливающими их высокую биологическую активность и физиологическую эффективность применения, являются высокая устойчивость молекул к диссоциации и микробному разложению. Микроэлементы, внесенные в виде хелатов, гуминов, не осаждаются, остаются мобильными в почвенном растворе корневой зоны и растворе, нанесенном на листья и стебли, откуда активно поглощаются и передвигаются по сосудистой системе растений, то есть действуют *системно*. Особенность их действия состоит в том, что, обладая фунгицидной и регуляторной активностью, они активизируют деятельность ферментов, воздействуют на биохимические процессы, происходящие в клетках, стимулируют рост и развитие растений и подавляют развитие фитопатогенов [2–6].

В республике появились новые гуминовые, комплексные микроудобрения в хелатированной форме, которые рекомендуются при выращивании многих сельскохозяйственных культур. Исходя из вышесказанного, целью нашей работы явилось испытание гуминовых, комплексных микроудобрений в хелатированной форме, содержащих комплексный набор микроэлементов, а также их композиций с макро- и мезоэлементами и отвечающих физиологическим потребностям картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по применению гуминовых, комплексных микроудобрений в хелатированной форме при выращивании картофеля проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2016–2017 гг.

В исследованиях использовали следующие удобрения:

гуминовое натуральное Биовермтехно, ж. (изготовитель ООО «Биовермтехно», Беларусь), ТУ ВУ191742174.001-2014. Состав действующих веществ согласно ТУ: гуминовых кислот – не более 80,0 г/л, азота – 26,0, фосфора – 22,0, калия – не более 22,0 г/л; микроэлементов – бора – не более 15,0 %, кальция – 2,0, цинка – 15,0, железа – 15,0, молибдена – 2,6, натрия – 18,0, кобальта – 0,2, магния – 6,0, меди – 15,0, марганца – 15,0, серы – не более 2,5 %;

Экогум, ВР. Состав действующих веществ согласно ТУ: гуминовых веществ – не более 40 г/л, азота – 120, бора – 110, цинка – 75, молибдена – 1, кобальта – 8, меди – 75, марганца – не более 50 г/л;

Поликом-Картофель, ВР (разработчик ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси») – комплексное микроудобрение в хелатированной форме, в состав которого входят следующие микроэлементы: Mn – 20,0–33,4 г/л, Cu – 19,0–31,6, Zn – 11,0–18,4, Co – 1,0–1,7, Mo – 1,2–2,1, Mg – 2,8–4,8 г/л в растворе лигносульфатов 150–300 г/л.

Предшественник – озимый рапс на зерно. Пахотный горизонт опытного участка поля характеризуется следующими агрохимическими показателями: гумус – 1,99–2,07 %, pH (KCl) – 3,4–3,8, содержание подвижных форм фосфора и калия – 230,8–249,4 и 405,6–445,9 мг на 1 кг почвы соответственно, а также меди – 4,3–4,7 мг/кг, бора – 2,3–3,1, цинка – 1,4–4,2, марганца – 14,4–16,2, магния – 32,1–34,4 мг/кг. Следует отметить достаточно кислую реакцию pH почвы, довольно высокое содержание калия и фосфора в почве, среднее и высокое содержание меди (2–3-я группа), высокое и избыточное – бора (3–4-я группа), низкое и среднее – цинка (1–2-я группа), среднее – марганца (2-я группа) и очень низкое – магния в почве (1-я группа).

Исследуемые удобрения Биовермтехно + В, Экогум + В и Поликом-Картофель + В вносили двукратно в дозе 3 л/га в фазу начала бутонизации и цветения на посадках картофеля сортов Талачынски и Янка.

Схема полевого технологического опыта включала: 1. Контроль – без внесения удобрений; 2. Биовермтехно + В, ж., 3 л/га; 3. Экогум + В, 3 л/га; 4. Поликом-Картофель, 3 л/га; 5. 40 т/га органических удобрений – фон; 6. Фон + Биовермтехно + В, ж., 3 л/га; 7. Фон + Экогум + В, 3 л/га; 8. Фон + Поликом-Картофель, 3 л/га; 9. 40 т/га органических удобрений + N₉₀P₆₀K₁₅₀ – фон; 10. Фон + Биовермтехно + В, ж., 3 л/га; 11. Фон + Экогум + В, 3 л/га; 12. Фон + Поликом-Картофель, 3 л/га.

Органические удобрения в дозе 40 т/га и минеральные (N₉₀P₆₀K₁₅₀) вносили согласно схеме опыта. Подготовка почвы к посадке включала: закрытие почвенной влаги

культиватором КПС-4, вспашку ПЛН-3-35, чизелевание АЧУ-2,8 и предпосадочную культивацию, нарезку гребней культиватором КРН-4,2 с междурядьями 70 см. Посадка сортов картофеля выполнена сажалкой Л-202 – 70 см в первой декаде мая. В период вегетации картофеля проводили междурядные обработки по формированию гребней КОР-4 и АК-2,8 – 70 см. После формирования гребней вносили гербицид Соил в дозе 0,90 кг/га до всходов. Площадь опытной делянки при выращивании картофеля с междурядьем 70 см составляла 50 м². Общая площадь под опытом – 1,5 га.

В период вегетации картофеля проводили следующие наблюдения и учеты: наступление фенологических фаз развития растений, густота стеблестоя. В уборку выполняли учет урожайности и его структуры по фракциям, а после уборки – биохимические показатели клубней (содержание сухих веществ, белка, витамина С, нитратов).

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 [7]. Учет урожая определяли путем взвешивания клубней, полученных с делянки при уборке, а структуру урожая – по вариантам с учетом массы каждой клубневой фракции в % [8].

В лаборатории биохимии и агрохимического анализа РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» определяли биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества – весовым методом, витамина С – по Мурри, белка, содержание нитратов – потенциометрически с использованием ионоселективного электрода, согласно практикума по агрохимии [9]. Агрохимическая характеристика почвы: содержание подвижных форм фосфора и обменного калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическую кислотность – по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [9].

Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б. А. Доспехова [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных наблюдений и учетов установлено увеличение высоты растений куста по сорту Талачынски от 3,0 см (+3,6 % к контролю) до 8,0 см (+9,9 %), а по сорту Янка – от 5,2 см (+5,6 %) до 10,0 см (11,8 %) (табл. 1). При внесении Экогум + В, 3,0 л/га увеличение высоты растений по сорту Талачынски составило от 1,5 см (+1,8 % к контролю) до 7,5 см (+9,3 %), а по сорту Янка – от 1,0 см (+1,1 %) до 12,0 см (14,2 %); внесение Поликом-Картофель + В обеспечило увеличение высоты растений у сорта Талачынски только в варианте «без удобрений» – 9,0 см (+10,7 %), а по сорту Янка – от 1,5 см (+1,6 %) до 9,8 см (+11,6 %).

Урожайность картофеля сортов Талачынски и Янка в полевом опыте при внесении гуминового удобрения в период вегетации (Биовермтехно + В, 3 л/га) превысила контрольный вариант (без внесения удобрений) на 8,1 т/га (21,5 %) и 3,7 т/га (8,8 %) соответственно, на фоне с внесением 40 т/га органических удобрений прибавка составила 2,2 т/га (4,9 %) и 7,1 т/га (16,2 %) соответственно (табл. 2).

В варианте с минеральными удобрениями (Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀) исследуемое удобрение Биовермтехно + В обеспечило рост урожайности на 5,0 т/га (10,5 %) у среднеспелого сорта Янка, а у сорта Талачынски не установлено увеличения урожайности. Разница показателей урожайности между вариантами с исследуемым удобрением составляет от 2,2 до 8,1 т/га. Достоверной прибавкой урожая клубней у сорта Талачынски является вариант

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Влияние некорневых подкормок микроудобрениями на биометрические показатели картофеля, 2016–2017 гг.

Вариант опыта	Биометрические показатели		Изменение высоты куста от удобрений, ± см	Прибавка от удобрений, %
	высота куста, см	количество стеблей на куст, шт.		
Сорт Талачынски				
Контроль – без удобрений	84,0	4,0	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	87,0	4,1	3,0	3,6
Экогум + В, 3 л/га	85,5	4,4	1,5	1,8
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	93,0	3,6	9,0	10,7
40 т/га органических удобрений – фон – без обработки	80,5	4,2	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	88,5	4,3	8,0	9,9
Экогум + В, 3 л/га	88,0	4,0	7,5	9,3
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	86,5	4,2	–2,0	–
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ – без обработки	86,0	4,1	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	86,0	4,5	–	–
Экогум + В, 3 л/га	91,5	4,0	5,5	6,4
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	84,5	3,7	–1,5	–
Сорт Янка				
Контроль – без удобрений	84,5	4,1	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	94,5	4,5	10,0	11,8
Экогум + В, 3 л/га	96,5	4,5	12,0	14,2
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	94,3	4,5	9,8	11,6
40 т/га органических удобрений – фон – без обработки	89,0	4,1	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	99,3	4,0	10,3	11,6
Экогум + В, 3 л/га	90,0	4,4	1,0	1,1
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	95,0	4,2	6,0	6,7
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ – без обработки	92,0	4,1	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	97,2	4,0	5,2	5,6
Экогум + В, 3 л/га	95,8	4,1	3,8	4,1
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	93,5	4,4	1,5	1,6

«без удобрений», у сорта Янка – в варианте органических и минеральных удобрений, так как превышает НСР₀₅ (наименьшую существенную разность – 7,5 и 4,9 т/га).

При внесении Экогум + В в период вегетации отмечен рост урожайности по отдельным вариантам у сорта Талачински на 3,5 т/га (+9,3 % – вариант «без удобрений») и у сорта Янка – на 3,0 т/га (+6,8 % – вариант «40 т/га органических удобрений»).

При обработках посадок картофеля Поликом-Картофель + В в период вегетации отмечен рост урожайности у сорта Талачински на 0,3–2,2 т/га (+5,8 % – вариант «без удобрений») и у сорта Янка – на 0,3 т/га (+1,4 % – вариант «контроль»).

В целом при внесении Биовермтехно урожайность картофеля у сорта Талачински составила 45,7–48,1 т/га (товарная урожайность 37,9–41,8 т/га, 83,0–86,9 %), сорта Янка – 45,7–52,8 (38,8–45,6, 84,7–86,3); при внесении Экогум + В у сорта Талачински – 41,1–43,8 (34,9–36,3, 83,0–85,0), у сорта Янка – 34,1–46,9 (27,7–40,3, 81,2–85,9); при внесении Поликом-Картофель + В во время вегетации у сорта Талачински – 39,8–50,4 (33,8–40,6, 80,5–85,0), у сорта Янка – 42,7–45,7 т/га (товарная урожайность 37,3–40,1 т/га, 87,3–87,6 %) (табл. 3).

Таблица 2 – Влияние внесения микроудобрений в период вегетации картофеля на урожайность сортов за 2016–2017 гг., т/га

Вариант опыта	Урожайность	Общая прибавка урожайности	Прибавка урожая от органических удобрений	Прибавка урожая от NPK	Прибавка урожая от микроудобрений	Прибавка урожая от микроудобрений, %
Сорт Талачински						
Контроль – без удобрений	37,6	–	–	–	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	45,7	8,1	–	–	8,1	21,5
Экогум + В, 3 л/га	41,1	3,5	–	–	3,5	9,3
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	39,8	2,2	–	–	2,2	5,8
40 т/га органических удобрений – фон – без обработки	44,5	6,9	6,9	–	–	18,3
Биовермтехно + В, 3 л/га	46,7	9,1	6,9	–	2,2	4,9
Экогум + В, 3 л/га	42,4	–	–	–	–	–
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	50,3	5,8	–	–	–	13,1
Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ – без обработки	50,1	12,5	–	5,6	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	48,1	10,5	6,9	–	–	–
Экогум + В, 3 л/га	43,8	–	–	–	–	–
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	50,4	12,8	6,9	5,6	0,3	0,5
НСР ₀₅	7,5	–	–?	–	–	–
Сорт Янка						
Контроль – без удобрений	42,1	–	–	–	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	45,8	3,7	–	–	3,7	8,8
Экогум + В, 3 л/га	34,1	–	–	–	–	–
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	42,7	0,6	–	–	0,6	1,4
40 т/га органических удобрений – фон – без обработки	43,8	1,7	1,7	–	1,7	4,1
Биовермтехно + В, 3 л/га	50,9	8,8	1,7	–	7,1	16,2
Экогум + В, 3 л/га	46,8	4,7	1,7	–	3,0	6,8
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	42,9	0,8	–	–	–	–
Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ – без обработки	47,8	5,7	1,7	4,0	–	–
Биовермтехно + В, 3 л/га	52,8	10,7	1,7	4,0	5,0	10,5
Экогум + В, 3 л/га	46,9	4,8	1,7	–	–	–
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	45,7	3,6	1,7	–	–	–
НСР ₀₅	4,9	–	–	–	–	–

Таблица 3 – Влияние некорневых подкормок микроудобрениями на урожайность картофеля, структуру и товарность, 2016–2017 гг.

Вариант опыта	Урожайность т/га	Структура по фракциям, %			% товарности	Товарная уро- жайность, т/га
		> 50 мм	30–50 мм	< 30 мм		
Сорт Талачински						
Контроль – без удобрений	37,6	60,2	24,0	16,8	84,2	31,6
Биовермтехно + В, 3 л/га	45,7	34,2	48,8	17,0	83,0	37,9
Экогум + В, 3 л/га	41,1	59,9	25,1	15,0	85,0	34,9
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	39,8	39,4	45,6	15,0	85,0	33,8
40 т/га органических удобрений – фон – без обработки	44,5	45,7	41,3	13,0	87,0	38,7
Биовермтехно + В, 3 л/га	46,7	38,8	42,0	19,2	80,8	37,7
Экогум + В, 3 л/га	42,4	40,1	40,0	19,9	80,1	34,0
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	50,3	45,4	35,1	19,5	80,5	40,5
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ – без обработки	50,1	32,7	50,1	16,2	83,8	42,0
Биовермтехно + В, 3л/га	48,1	43,0	43,9	13,1	86,9	41,8
Экогум + В, 3л/га	43,8	46,5	36,5	17,0	83,0	36,3
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	50,4	45,4	35,1	19,5	80,5	40,6
НСР ₀₅	7,5	–	–	–	–	–
Сорт Янка						
Контроль – без удобрений	42,1	59,2	26,7	13,1	86,9	36,6
Биовермтехно + В, 3л/га	45,8	65,8	18,9	15,3	84,7	38,8
Экогум + В, 3л/га	34,1	46,2	35,0	18,8	81,2	27,7
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	42,7	47,3	40,0	12,7	87,3	37,3
40 т/га органических удобрений – фон – без обработки	43,8	53,7	30,5	15,8	84,2	36,9
Биовермтехно + В, 3 л/га	50,9	62,7	22,6	14,7	85,3	43,4
Экогум + В, 3л/га	46,8	46,8	34,3	18,9	81,1	37,9
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	42,9	50,1	32,6	17,1	82,9	35,6
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀ – без обработки	47,8	61,2	23,4	14,4	85,6	40,9
Биовермтехно + В, 3 л/га	52,8	63,5	22,8	13,7	86,3	45,6
Экогум + В, 3л/га	46,9	55,3	29,6	14,1	85,9	40,3
Поликом-Картофель + В, 3 л/га	45,7	46,3	41,3	12,4	87,6	40,1
НСР ₀₅	4,9	–	–	–	–	–

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено увеличение высоты растений куста по сорту Талачынски от 3,0 см (+3,6 % к контролю) до 8,0 см (+9,9 %), а по сорту Янка от 5,2 см (+5,6 %) до 10,0 см (11,8 % к контролю). При внесении Экогум + В, 3,0 л/га увеличение высоты растений у сорта Талачынски составило от 1,5 см (+1,8 % к контролю) до 7,5 см (+9,3 %), а по сорту Янка от 1,0 см (+1,1 %) до 12,0 см (14,2 % к контролю); внесение Поликом-Картофель + В обеспечило увеличение высоты растений у сорта Талачынски только в варианте «без удобрений» – 9,0 см (+10,7 % к контролю), а по сорту Янка от 1,5 см (+1,6 %) до 9,8 см (+11,6 % к контролю).

Урожайность картофеля сортов Талачынски и Янка в полевом опыте при внесении гуминового удобрения в период вегетации (Биовермтехно + В, 3 л/га) превысила вариант «без удобрений» на 8,1 т/га (21,5 %) и 3,7 т/га (8,8 %) соответственно, вариант «40 т/га органических удобрений» – на 2,2 т/га (4,9 %) и 7,1 т/га (16,2 %) соответственно. В варианте с минеральными удобрениями (Фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$) исследуемое удобрение Биовермтехно + В обеспечило рост урожайности на 5,0 т/га (10,5 %) у среднеспелого сорта Янка, а у сорта Талачынски не установлено повышение продуктивности. Разница показателей урожайности между вариантами с исследуемым удобрением составляет от 2,2 т/га до 8,1 т/га. При внесении Экогум + В в период вегетации отмечен рост урожайности по отдельным вариантам у сорта Талачынски на 3,5 т/га (+9,3 % – вариант «без удобрений») и у сорта Янка 3,0 т/га (+6,8 % – вариант «40 т/га органических удобрений»). При обработках посадок картофеля Поликом-Картофель + В в период вегетации отмечен рост урожайности у сорта Талачынски на 0,3–2,2 т/га (+5,8 % – вариант «без удобрений») и у сорта Янка 0,3 т/га (+1,4 % – вариант «контроль»).

Список литературы

1. Продуктивность картофеля и применение различных систем удобрений в сберегающем и биологизированном земледелии / Л. С. Федотова [и др.] // Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства : материалы науч.-практ. конф. и координац. совещ. / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва ; под ред. Е. А. Симакова. – М., 2008. – Т. 2. – С. 143–150.
2. Сургучева, М. П. Комплексоны и комплексонаты микроэлементов и их применение в земледелии / М. П. Сургучева, А. Ю. Киреева, З. К. Благовещенская. – М. : ВНИИТЭИагропром, 1993. – 44 [1] с. – (Земледелие, агрохимия, растениеводство, защита с.-х. растений : обзор. информ. ВНИИТЭИагропром. комплекса). – Библиогр. : С. 38–44.
3. Надежкин, С. М. Урожайность и качество картофеля при использовании комплексонатов металлов в сочетании с другими агроприемами на торфяных почвах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / С. М. Надежкин ; Рос. акад. с.-х. наук. НПО по картофелеводству. – М., 1992. – 23 с.
4. Комплексоны металлов как прием повышения урожайности и улучшения качества картофеля (рекомендации) / М-во с.х. и прод. Рос. Федерации. – М. : Центр науч.-техн. информ., пропаганды и рекламы, 1995. – 31 с.
5. Лапа, В. В. Применение жидких удобрений Адоб, Басфолиар и Солибор ДФ в посевах сахарной свеклы, картофеля и кукурузы / В. В. Лапа, М. В. Рак // Белорус. сельское хоз-во. – 2007. – № 6. – С. 52.
6. Трипольская, Л. Применение органических стимуляторов для ускорения клубнеобразования картофеля / Л. Трипольская, Г. Стаугайтис, Р. Петраускас // Картофелеводство : сб. науч. тр. – Минск, 2007. – Т. 13. – С. 170–175.

7. Росс, В. Биометрические измерения в посевах сельскохозяйственных культур / В. Росс, Ю. Росс. – М. : ВАСНИИ, 1969. – 25 с.
8. Методика исследований по культуре картофеля // НИИ картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. С. Бацанов [и др.]. – М., 1967. – 265 с.
9. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – М. : Колос, 1981. – 495 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 416 с.

Поступила в редакцию 11.11.2019 г.

D. D. FITSURO, D. S. GASTILO, V. A. SERDYUKOV,
S. N. MARTYNENKO

NEW COMPLEX HUMOUS FERTILIZERS USE IN THE CULTIVATION OF WARE POTATOES

SUMMARY

The research results on the use of humous, complex micronutrients in chelated form (Biovermteho, Ecogum, Polikom-Potato) in the cultivation of potatoes on sod-podzolic medium loamy soil are presented in the article.

Key words: potatoes, Biovermteho, Ecogum, Polikom-Potato technology, variety, fertilizer, Belarus.

Н. А. Хох, Л. С. Рутковская

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства Национальной академии наук Беларуси», г. Щучин, Гродненская область

E-mail: nina.xox@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАННИХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ
В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ****РЕЗЮМЕ**

В статье представлены результаты исследований эффективности применения макро- и микроудобрений при возделывании ранних сортов картофеля.

Максимальную продуктивность ранних сортов картофеля (53,7–58,3 т/га) обеспечило внесение минеральных туков в дозах, рассчитанных на получение урожая клубней картофеля 60,0 т/га, в сочетании с двукратной некорневой подкормкой микроудобрением КомплеМет-Картофель. Рентабельность производства продовольственного картофеля независимо от сорта была максимальной и составила 102,0–105,7 %.

Ключевые слова: картофель, урожайность общая и товарная, некорневые подкормки, прибавка, эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Влияние удобрений на урожайность и качество картофеля имеет первостепенное значение. Для получения высоких урожаев клубней хорошего качества питательные вещества должны быть доступны растениям вовремя, в необходимом количестве и нужной форме [1, 2].

Увеличение доз минеральных удобрений в большинстве случаев повышает урожайность культуры, но может негативно отразиться на качестве клубней. Так, по данным Г. И. Подлужного и А. И. Кукова, применение повышенных доз минеральных удобрений способствовало увеличению количества нитратов в клубнях в 2,5–4,3 раза [3].

Кроме основных элементов питания для полноценного развития растений и получения высоких урожаев, они должны быть обеспечены в достаточном количестве микроэлементами, потребность в которых в условиях интенсификации земледелия возрастает. Некорневые подкормки микроэлементами позволяют на 20 % повысить окупаемость минеральных удобрений, а также способствуют снижению стрессового действия пестицидов и улучшению качества клубней картофеля [4].

Из всех сельскохозяйственных культур некорневые подкормки особенно эффективны на картофеле. Использование микроудобрений в посадках даже при достаточной обеспеченности почвы элементами питания положительно влияет на урожайность и качество культуры. По результатам исследований отечественных ученых рост продуктивности от совместного применения таких удобрений, как Поликом-картофель и Полибор в зависимости от сорта составлял 1,3–8,0 т/га [5], а применение Микростима В, Си и Нутриванта Плюс – 3,3–4,5 т/га соответственно [6]. По данным российских ученых, двукратная foliarная обработка растений картофеля микроудобрением Грин Лифт обеспечила увеличение урожайности на 11,4–15,2 %, кроме того, улучшила качество урожая [7].

По данным Д. Д. Фицура и других исследователей, при внесении сбалансированных доз минеральных удобрений на фоне органических урожайность в зависимости от сорта варьировала от 41,4 до 62,7 т/га. Применение некорневых подкормок микроэлементами в фазе бутонизации обеспечило увеличение урожайности до 3,6 т/га в зависимости от сорта [8].

При двукратной подкормке удобрениями Кристалон желтый и Кристалон коричневый прибавка урожая в исследованиях А. И. Немкович составила 9,3 и 3,7 т/га соответственно, при этом посадки в меньшей степени поражались болезнями и вредителями [4].

Результаты исследований РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» показали, что некорневая подкормка картофеля в фазу бутонизации микроудобрением МикроСил-Бор (в дозе 0,66 и 1,00 л/га) обеспечила прибавку урожая клубней 2,0–3,9 т/га, МикроСил-Бор, Медь (в дозе 1,0 и 2,0 л/га) – 3,1–3,5 т/га [9].

Несмотря на то что данные агроприемы исследовались многими учеными, недостаточно изученным является вопрос их эффективности при выращивании сортов на продовольственные цели в конкретных почвенно-климатических условиях.

Цель исследований – установить влияние минеральных удобрений и некорневых подкормок микроэлементами на урожайность и качество ранних сортов картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Место проведения исследований – опытное поле РУП «Гродненский зональный институт растениеводства Национальной академии наук Беларуси» 2012–2013 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7 м моренным суглинком. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы следующие: содержание гумуса – 1,0–1,1 %, подвижного фосфора – 282–296 мг/кг, обменного калия – 136–157 мг/кг почвы, рН – 5,2–5,6. Предшественник – озимые зерновые.

Объект исследований: макроудобрения, микроудобрение КомплеМет-Картофель, ранние сорта Лилея, Уладар, Зорачка. Некорневые подкормки микроудобрением проводились двукратно: первая – фаза бутонизации, вторая – через 7–10 дней после первой. Их эффективность изучалась на двух минеральных фонах: фон 1 – дозы минеральных удобрений (сульфат аммония, суперфосфат, хлористый калий) рассчитаны, исходя из содержания элементов питания в почве на планируемый урожай клубней картофеля 50,0 т/га; фон 2 – на планируемый урожай клубней картофеля 60,0 т/га.

Схема опыта:

1. Фон 1 – NPK (с учетом плодородия почвы и программируемой урожайности 50 т/га);
2. Фон 1 + некорневые подкормки КомплеМет-Картофель;
3. Фон 2 – NPK (с учетом плодородия почвы и программируемой урожайности 60 т/га);
4. Фон 2 + некорневые подкормки КомплеМет-Картофель.

Густота посадки 48,0 тыс. шт/га. Общая площадь делянки 30 м², учетная – 10 м².

Обработка почвы и уход за посадками картофеля осуществлялись в соответствии с отраслевым регламентом.

Метеорологические условия в годы исследований отличались от среднеежегодных крайне неравномерным выпадением осадков и частыми засухами. Однако для ранних сортов 2012 г. был более благоприятным, наибольший дефицит осадков пришелся на конец июля, когда ранние сорта практически сформировали урожай. В 2013 г. недостатком влаги в большей степени характеризовались июнь и начало июля, когда у ранних сортов формируется основная доля урожая, что привело к значительному недобору урожая.

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе исследований определялись биометрические показатели растений картофеля (количество стеблей, высота растений). По количеству стеблей на одно растение рассчитывалось их количество на гектаре. Анализ полученных данных показал, что в среднем за два года количество стеблей на гектаре в варианте с внесением минеральных туков в дозах, рассчитанных на получение урожайности клубней 50 т/га, находилось в интервале от 180 шт/га у сорта Уладар до 301 шт/га у сорта Зорачка (табл. 1). Некорневые подкормки на данном минеральном фоне значительного влияния на стеблеобразовательную способность сортов не оказали.

Повышение уровня минерального питания способствовало существенному росту количества стеблей на гектаре (+21–23 тыс. шт.). Применение микроэлементов на фоне 2 только у сорта Зорачка значительно повышало стеблеобразовательную способность (+15 тыс. шт/га), что способствовало созданию стеблестоя максимальной густоты 337 тыс. шт/га.

Высота растений в варианте с применением НРК в меньших дозах (фон 1) варьировала от 36 см у сорта Лилея до 61 см у сорта Зорачка. Подкормка микроудобрением КомплеМет-Картофель на более низком минеральном фоне, независимо от сорта, положительно сказалась на росте, увеличив высоту растений на 7–9 см.

Повышение доз минеральных удобрений (фон 2), за исключением сорта Зорачка, положительно повлияло на рост растений, их высота в зависимости от сорта достигала 41–67 см. Некорневая подкормка КомплеМет-Картофель на повышенном фоне минерального питания привела к значительному увеличению высоты растений только у сортов Лилея и Уладар (+7 и +11 см соответственно).

Для учета как общего, так и товарного урожая клубней при уборке урожай разбивали на фракции. Учеты показали, что как повышение доз минеральных туков, так и двукратные некорневые подкормки микроудобрением КомплеМет-Картофель способствовали росту продуктивности изучаемых сортов. Общая урожайность в варианте, где минеральные туки рассчитывались на урожай клубней 50 т/га (фон 1) в зависимости

Таблица 1 – Влияние удобрений на стеблеобразовательную способность и высоту растений ранних сортов картофеля, среднее за 2012–2013 гг.

Вариант	Количество стеблей, тыс. шт/га	Высота растений, см
Сорт Лилея		
Фон 1	182	36
Фон 1 + КомплеМет-Картофель	188	45
Фон 2	205	41
Фон 2+ КомплеМет-Картофель	212	48
Сорт Уладар		
Фон 1	180	58
Фон 1 + КомплеМет-Картофель	181	67
Фон 2	202	67
Фон 2+ КомплеМет-Картофель	210	78
Сорт Зорачка		
Фон 1	301	61
Фон 1+ КомплеМет-Картофель	308	68
Фон 2	322	58
Фон 2+ КомплеМет-Картофель	337	62
НСР ₀₅	11,2	4,5

от сорта составила 48,9–53,1 т/га, товарная – 42,8–46,7 т/га (табл. 2). Некорневые подкормки КомплеМет-Картофель на данном фоне способствовали росту общего урожая на 1,9–2,1 т/га (3,8–4,3 %), товарного – на 2,4–2,5 т/га (5,1–5,8 %).

Повышение доз минеральных туков (фон 2) привело к росту общей урожайности на 2,9–3,1 т/га, или 5,5–6,3 %, товарной – на 4,3–4,7 т/га, или 9,8–10,1 %. Фолиарная подкормка микроэлементами на данном фоне благоприятствовала дальнейшему увеличению продуктивности изучаемых сортов. В зависимости от сорта общая урожайность выросла на 1,7–2,3 т/га (3,3–4,1 %), товарная – на 3,0–3,4 т/га (6,4–6,6 %).

Анализ биохимических показателей за годы исследований свидетельствует, что содержание сухого вещества и нитратов в клубнях картофеля в некоторой степени зависело от применяемой системы удобрений и биологических особенностей сорта. В варианте с применением только NPK в дозах, рассчитанных на получение урожая клубней 50 т/га (фон 1), содержание сухого вещества варьировало в пределах от 16,7 до 18,3 %. При повышении уровня минерального питания (фон 2) данный показатель вырос на 0,2–2,1 % и составил 16,9–20,4 % в зависимости от сорта.

На некорневую обработку микроудобрением КомплеМет-Картофель, независимо от фона минеральных туков, сорта также отреагировали увеличением содержания сухого вещества в клубнях (+0,2–1,1 %).

Установлено, что содержание нитратов в полученной продукции не превышало предельно допустимую концентрацию и колебалось по вариантам опыта от 76,9 до 122,6 мг/кг сырой массы. При повышении доз минеральных туков наблюдалась тенденция роста данного показателя на 1,1–1,7 мг/кг. Некорневые подкормки микроудобрением практически не повлияли на накопление нитратов в клубнях.

Сорт Уладар среди изучаемых сортов характеризовался более высоким содержанием сухого вещества по всем вариантам опыта (18,3–21,5 %) и минимальным накоплением нитратов в урожае (76,9–78,5 мг/кг).

Таблица 2 – Влияние удобрений на продуктивность и качество ранних сортов картофеля, среднее за 2012–2013 гг.

Вариант	Урожайность, т/га		Содержание	
	общая	товарная	сухое вещество, %	нитраты, мг/кг
Сорт Лилея				
Фон 1	48,9	42,8	17,8	117,9
Фон 1 + КомплеМет-Картофель	51,0	45,3	18,5	118,1
Фон 2	52,0	47,1	18,4	119,0
Фон 2+ КомплеМет-Картофель	53,7	50,1	19,0	119,1
Сорт Уладар				
Фон 1	53,1	46,7	18,3	76,9
Фон 1 + КомплеМет-Картофель	55,2	49,1	18,8	77,8
Фон 2	56,0	51,4	20,4	78,5
Фон 2+ КомплеМет-Картофель	58,3	54,8	21,5	78,2
Сорт Зорачка				
Фон 1	50,0	45,0	16,7	120,4
Фон 1+ КомплеМет-Картофель	51,9	47,4	16,9	119,5
Фон 2	53,1	49,4	16,9	122,1
Фон 2+ КомплеМет-Картофель	55,3	52,6	17,2	122,6
НСР ₀₅	0,96			

Расчет экономической эффективности проводился с учетом урожайности товарной фракции. Оценка полученных данных показала, что рентабельность производства продовольственного картофеля при урожайности товарной фракции 42,8–54,8 т/га составила 83,0–105,7 % (рис.).

Внесение только минеральных удобрений в дозах, рассчитанных на получение 50 т/га клубней картофеля (фон 1), независимо от сорта обеспечило рентабельность производства картофеля на уровне 83,0–94,4 %. Рост урожая товарной фракции, связанный с увеличением доз минеральных удобрений, положительно сказался на рентабельности производства, которая выросла до 96,0–98,3 %. Экономически оправдано и включение в технологию производства продовольственного картофеля двукратной некорневой подкормки микроудобрением КомплеМет-Картофель, которая независимо от фона повысила рентабельность производства картофеля на 1,8–11,0 %. Исключение составил сорт Уладар, у которого некорневые подкормки на фоне 1 не повлияли на данный показатель.

Максимальный уровень рентабельности на всех сортах 102,0–105,7 % обеспечило внесение минеральных туков в дозах, рассчитанных на получение урожайности 60 т/га, с дополнительным внесением микроэлементов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в условиях западной части Республики Беларусь при возделывании ранних сортов на продовольственные цели эффективной системой удобрений является внесение минеральных туков в дозах, рассчитанных на получение урожайности 60 т/га, в сочетании с двукратными некорневыми подкормками микроудобрением КомплеМет-Картофель (2,5 л/га). Данная система обеспечила получение 50,1–54,8 т/га товарного картофеля при рентабельности его производства 102,0–105,7 %.

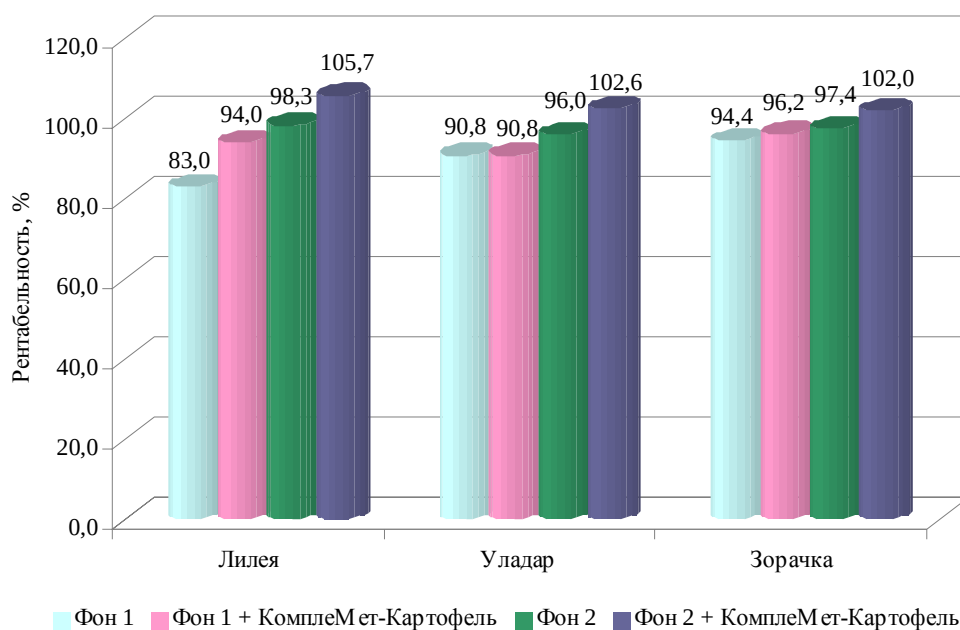


Рисунок – Рентабельность производства ранних сортов картофеля при различных системах удобрений, %

Список литературы

1. Картофель / Д. Шпаар [и др.] // ООО «ДЛВ Агродело», 2007. – С. 177–213.
2. Мартинчик, Т. Н. Влияние регуляторов роста на продуктивность картофеля на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / Т. Н. Мартинчик // Картофелеводство : сб. науч. тр.: в 2 ч. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 2. – С. 100–109.
3. Подлужный, Г. И. Удобрения, сорт и качество клубней картофеля / Г. И. Подлужный, А. И. Куксов // Почвоведение и агрохимия: науч. журнал. – 2005. – № 1 (34). – С. 284–288.
4. Немкович, А. И. Влияние комплексных минеральных удобрений Дисолвил АБЦ, Тенсо коктейль, Кристалон коричневый и Кристалон желтый на продуктивность и технологические качества картофеля / А. И. Немкович // Белорус. сельское хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 69.
5. Поликом-картофель – новое комплексное хелатированное микроудобрение для некорневой подкормки картофеля / Д. Д. Фицура [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр.: в 2 ч. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 2. – С. 199.
6. Ионас, Е. Л. Применение новых форм удобрений при возделывании среднепозднего сорта картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Е. Л. Ионас, И. Р. Вильдфлуш, Г. В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия : науч. журн. – 2012. – № 2 (49). – С. 143–149.
7. Грин Лифт – новейшее средство регулирования продукционного процесса раннего картофеля / А. Д. Андрианов [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 176–201.
8. Влияние различных уровней питания на продуктивность сортов картофеля разных сроков спелости и целевого назначения и их устойчивость к клубневым гнилям во время хранения / Д. Д. Фицура [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 456–473.
9. Эффективность микроудобрения МикроСил при возделывании зерновых, зернобобовых и пропашных культур на дерново-подзолистых почвах / М. В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия : науч. журн. – 2012. – № 2 (49). – С. 159–165.

Поступила в редакцию 22.10.2019 г.

N. A. KHOH, L. S. RUTKOVSKAYA

INFLUENCE OF MACRO- AND MICRO-FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF EARLY POTATOES VARIETIES

SUMMARY

The research results on the effectiveness of macro- and micro-fertilizers on early varieties of potatoes are presented in the article.

The maximum productivity of early potatoes varieties of 53.7–58.3 t/ha was ensured by the application of mineral tuks in doses aimed to potatoes tubers crop yield of 60.0 t/ha, in combination with double foliage spraying with micro-fertilizers of KompleMet-Potato. The profitability of production of ware potatoes, regardless of the variety was maximum and amounted to 102.0–105.7 %.

Key words: potatoes, general and marketable yield, foliage spraying, increase, efficiency.

РАЗДЕЛ 5

СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

УДК 635.21:581.14:631.8

**В. В. Анципович, А. И. Адамова, Е. В. Радкович,
Г. Н. Гуца, О. И. Бобкова**

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

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОУДОБРЕНИЯ «НАНОПЛАНТ – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

РЕЗЮМЕ

*В статье приведены результаты исследований влияния наноудобрения «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» на приживаемость, а также регенерацию эксплантов в растении *in vitro* сорта Юлия. Установлено, что концентрация наноудобрения 0,200 мл/л в качестве добавки к питательным средам увеличивает приживаемость эксплантов на 12,8 %, а также на 21,6 % повышает коэффициент размножения растений *in vitro* и способна заменить микросоли в питательной среде.*

Ключевые слова: картофель, эксплант, культура *in vitro*, наноудобрение «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se», питательная среда, микросоли.

ВВЕДЕНИЕ

Перевод в культуру ткани здоровых клонов картофеля, отбор которых осуществляется по схеме, принятой в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», проводится с помощью эксплантов, величина которых не превышает 1 мм. При использовании таких небольших участков ткани наблюдается невысокий процент приживаемости выделенных эксплантов на искусственной питательной среде.

Культивирование эксплантов проходит на различных питательных средах, соответствующих каждому этапу развития. В связи с этим к среде предъявляются очень высокие требования.

В состав питательных сред входят органические вещества, витамины, ростовые вещества, аминокислоты и агар. В качестве источника углеводного питания используется сахароза, концентрация которой меняется в зависимости от этапа развития экспланта.

Среди компонентов питательной среды обязательными являются регуляторы роста. Для стимуляции биохимических реакций в клетке используют биологические катализаторы – витамины B₁ и B₆. Положительное влияние на рост эксплантов оказывает добавление в питательную среду источников аминокислот, например гидролизата казеина.

Минеральный состав питательных сред должен обеспечить сбалансированное и достаточное питание эксплантов и растений *in vitro*, поэтому в качестве основных ингредиентов находятся макро- и микросоли. Макроэлементы снабжают растения

основными питательными элементами: N, P, K, Ca, Mg, Na. Из микроэлементов, необходимых для регенерации эксплантов в растения, как правило, используют B, Mn, Zn, J, Mo, Cu, Co, Fe.

Получение полноценных материнских растений проходит в несколько этапов:

начальный, при котором в первые несколько дней эксплантам приходится преодолевать посттравматический период и адаптироваться к питательной среде, после чего экспланты трогаются в рост. На 8–10 день наблюдается позеленение и увеличение экспланта. Рост и развитие экспланта длится примерно 3–4 недели, а затем рост замедляется;

стимуляция ризогенеза и роста стебля. На этом этапе проростки пересаживают на свежую питательную среду, имеющую в своем составе набор компонентов, при этом удаляя образовавшуюся у основания проростка каллусную ткань, лишенную проводящей системы;

заключительный – получение полноценных материнских растений *in vitro*: образовавшиеся микрорастения пересаживают на соответствующую данному этапу питательную среду. Таким образом, полученные из эксплантов материнские растения *in vitro* завершают цикл перевода здоровых клонов в культуру ткани [1].

Как правило, за период регенерации эксплантов последовательные пересадки на вышеуказанные среды проводят 2–3 раза.

Питательные среды для разных этапов регенерации отличаются комбинациями ростовых веществ, витаминов и аминокислот, количественным содержанием сахарозы.

Для работы в культуре *in vitro* в Центре подобраны модификации питательных сред на основе Мурасиге-Скуга, разработанные в институтах картофелеводства Украины, России и Беларуси, для всех этапов микроклонального развития растений.

Однако и на сегодняшний день исследования по разработке оптимальных вариантов питательных сред, способных обеспечить максимальную приживаемость и развитие регенерантов, являются актуальными.

В последние годы в сельском хозяйстве широко применяются наноудобрения. Преимущества их по сравнению с традиционными солевыми и хелатными формами удобрений заключаются в том, что благодаря своим размерам и покрытию специальным биогенным полимером при проникании в клетку они не вызывают сильных стрессов и постепенно используются растительным организмом. Растения получают оптимальное питание, которое активизирует ферментативную активность на клеточном уровне, нормализует и интенсифицирует обменные процессы. В свою очередь, укрепляется иммунная система, увеличивается урожайность и происходит общее оздоровление самих растений [2–4].

Исследованиями, проведенными в Центре в 2014–2015 гг., доказано положительное влияние наноудобрения «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe» на рост и развитие эксплантов в культуре картофеля *in vitro*, применяемого в качестве добавки к питательным средам [5, 6].

Учитывая положительный результат применения вышеназванного удобрения, было принято решение об испытаниях его усовершенствованного аналога Наноплант, имеющего в своем расширенном составе Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo и Se. Возможно, новейшая модификация в составе питательных сред при работе с культурой ткани также окажет положительное действие на приживаемость, рост и развитие эксплантов и позволит исключить добавление сложных и трудоемких в приготовлении микросолей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования выполнялись в 2017–2018 гг. в лаборатории микрклонального размножения картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». В качестве используемых материалов использовали нанодобрение «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se», которое было предоставлено ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси».

Объектом исследования служил новый сорт картофеля белорусской селекции ранней группы спелости Юлия.

Согласно схеме опыта экспланты, выделенные из здоровых клонов, высаживали на питательные среды для начального роста в пяти вариантах. При проведении опыта осуществлялись необходимые для успешного роста регенерантов пересадки на свежие питательные среды согласно схеме опыта. В ходе исследований были проведены биометрические измерения растений *in vitro*.

Схема опыта:

- 1.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов – контроль.
- 2.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов с микроэлементами + 0,200 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 3.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов с микроэлементами + 0,300 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 4.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов без микроэлементов + 0,200 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 5.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов без микроэлементов + 0,300 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 1.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения – контроль.
- 2.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения с микроэлементами + 0,200 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 3.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения с микроэлементами + 0,300 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 4.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения без микроэлементов + 0,200 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 5.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения без микроэлементов + 0,300 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 1.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования – контроль.
- 2.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования с микроэлементами + 0,200 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 3.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования с микроэлементами + 0,300 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 4.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования без микроэлементов + 0,200 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.
- 5.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования без микроэлементов + 0,300 мл/л Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С помощью последовательной комплексной диагностики методами иммуноферментного анализа и полимеразной цепной реакции (ИФА и ПЦР) были протестированы клоны сорта Юлия на наличие вирусов (X, S, M, Y, L, A) и бактериальных болезней (бурая бактериальная и кольцевая гнили). В результате диагностики, которая проводилась

на растениях-индексах, были выделены здоровые клоны, шесть из них использовали для закладки данного опыта. В культуру ткани было введено 120 эксплантов, по 24 на каждый вариант питательной среды согласно схеме опыта.

Пересадка эксплантов, успешно преодолевших посттравматический период и тронувшихся в рост на начальной питательной среде, проводилась через 1 месяц на измененную по составу среду, предназначенную для дальнейшего роста и образования корней, с добавкой Наноплант согласно условиям опыта (табл. 1).

По результатам исследований было установлено, что максимальное количество микрорастений получено в вариантах 2 и 4 при добавлении в состав питательной среды для укоренения по 0,200 мл/л Наноплант. Приживаемость растений в этих вариантах составила 92 %. При увеличении концентрации Наноплант до 0,300 мл/л она снизилась в вариантах 3 и 5 соответственно до 67 и 79,8 %. В итоге после пересадки на питательную среду для укоренения из 120 эксплантов было получено 98 микрорастений *in vitro*.

Исходя из результатов исследований следует отметить, что добавка наноудобрения «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» в дозе 0,200 мл/л с микросолями и без них оказывает положительное действие на приживаемость, а также дальнейшее развитие эксплантов в микрорастения. По отношению к контролю разница в процентном отношении по приживаемости составляет 12,8 %. Добавка наноудобрения в концентрации 0,300 мл/л в присутствии микросолей в питательной среде угнетает приживаемость и развитие микрорастений. Такая же добавка, но без микросолей обеспечивает приживаемость с последующим образованием микрорастений на уровне контроля.

У микрорастений, которые в результате пересадок регенерировали из эксплантов, были выделены апикальные черенки, которые затем высаживали на питательную среду для черенкования по вариантам с добавками Наноплант согласно схеме опыта. Данная среда упрощена по своему составу и предназначена для завершающего цикла развития и роста растений *in vitro*, а также используется для микрклонального размножения. Применение такой упрощенной среды позволяет провести закалку растений к неблагоприятным условиям внешней среды и способствует в дальнейшем их нормальному росту в условиях защищенного грунта. В результате проведенных исследований были получены растения, для которых был выполнен биометрический учет (табл. 2).

Таблица 1 – Результаты пересадки эксплантов сорта Юлия на питательную среду для укоренения и получения микрорастений *in vitro*

Вариант опыта	Количество, шт.			Приживаемость, %
	эксплантов <i>in vitro</i>	микрорастений	погибших эксплантов	
1. Питательная среда для укоренения – контроль	24	19	5	79,2
2. Питательная среда для укоренения с микросолями + 0,200 мл/л Наноплант	24	22	2	92,0
3. Питательная среда для укоренения с микросолями + 0,300 мл/л Наноплант	24	16	8	67,0
4. Питательная среда для укоренения без микросолей + 0,200 мл/л Наноплант	24	22	2	92,0
5. Питательная среда для укоренения без микросолей + 0,300 мл/л Наноплант	24	19	5	79,2
Итого	120	98	18	–

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Биометрические показатели растений *in vitro* сорта Юлия, полученные в процессе их регенерации из эксплантов на питательной среде для черенкования с использованием удобрения Наноплант

Вариант опыта	Количество растений <i>in vitro</i> , шт.	Средняя высота растений, см	Средняя длина корней, см	Среднее количество корней, шт.	Коэффициент размножения, шт.
1. Питательная среда для черенкования – контроль	19	11,9	12,9	13,7	7,4
2. Питательная среда для черенкования с микроэлементами + 0,200 мл/л Наноплант	22	13,1	16,7	13,5	8,8
3. Питательная среда для черенкования с микроэлементами + 0,300мл/л Наноплант	16	12,3	15,8	10,6	8,1
4. Питательная среда для черенкования без микроэлементов + 0,200 мл/л Наноплант	22	13,8	17,5	12,2	9,0
5. Питательная среда для черенкования без микроэлементов + 0,300 мл/л Наноплант	19	11,9	15,2	10,4	8,2
Итого	98				

Все показатели, которые учитывали при биометрических измерениях, кроме количества корней, свидетельствуют о том, что добавка наноудобрения «Наноплант – Со, Мп, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» в дозе 0,200 мл/л в присутствии микроэлементов в питательной среде и без них является наиболее оптимальной. Так, на питательной среде без микроэлементов средняя высота растений достигает 13,8 см, а на среде с микроэлементами – 13,1 см. Разница в высоте растений в процентном отношении к контролю составляет 15,9 и 10,1 % соответственно. Длина корней в этих вариантах также является преобладающей – 17,5 см на питательной среде без микроэлементов и 16,7 см на среде с микроэлементами, в то же время в контрольном варианте она составила всего 12,9 см. Разница в длине корней в процентном отношении составляет 35,6 и 29,5 % соответственно. Что касается такого показателя, как среднее количество корней, то во всех вариантах при двух концентрациях (0,200 и 0,300 мл/л) добавок Наноплант он ниже, чем в контроле.

Основным показателем продуктивности размножения растений в культуре *in vitro* является коэффициент размножения. В варианте с добавкой Наноплант в дозе 0,200 мл/л при отсутствии микроэлементов наблюдается самый высокий коэффициент размножения – 9,0, что на 21,6 % выше, чем в контроле. При добавке такого же количества Наноплант в сочетании с микроэлементами коэффициент размножения растений составляет 8,8, что выше контрольного варианта на 18,9 %.

Добавка наноудобрения в концентрации 0,300 мл/л к питательной среде также оказывает положительное влияние на развитие растений по отношению к контрольному варианту по тем же параметрам, что и при добавке 0,200 мл/л Наноплант.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно результатам исследований выявлено, что добавление наноудобрения «Наноплант – Со, Мп, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» в концентрации 0,200 мл/л к питательным средам Мурасиге-Скуга является наиболее эффективным. Полученные результаты свидетельствуют о том, что данная концентрация положительно влияет на приживаемость эксплантов в стадии начального роста, которая в данном варианте была на 12,8 % выше, чем в контроле, а также на их дальнейшую регенерацию в растения *in vitro*.

Добавка Наноплант в дозе 0,300 мл/л оказывает положительное влияние на рост и развитие растений только на заключительной стадии роста при применении среды для черенкования, о чем свидетельствуют данные биометрических измерений.

Концентрация Наноплант 0,200 мл/л для питательных сред Мурасиге-Скуга с микроэлементами и без них увеличивает коэффициент размножения с 18,9 до 21,6 % по отношению к контролю, что является существенным показателем при работе с культурой *in vitro*. Полученные данные свидетельствуют о том, что наноудобрение «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» при добавлении к питательной среде Мурасиге-Скуга в концентрации 0,200 мл/л успешно заменяет необходимые микроэлементами в культуре *in vitro*.

Список литературы

1. Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля: рекомендации / Л. Н. Трофимец [и др.]. – М. : ВО Агропромиздат, 1988. – С. 4–12.
2. Алфимова, М. М. Занимательные нанотехнологии / М. М. Алфимова. – М. : Бинум, 2011. – С. 96.
3. Эрлих, Г. С. Малые объекты – большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г. С. Эрлих. – М. : Бинум, 2011. – 254 с.
4. Азизбеян, С. Г. Наноплант – новое отечественное микроудобрение / С. Г. Азизбеян, В. И. Домаш // Наше сельское хозяйство. Агрономия. – 2015. – № 7. – С. 7.
5. Анципович, В. В. Влияние наноудобрения (Наноплант Co, Mn, Cu, Fe) на рост и развитие эксплантов картофеля в культуре *in vitro* / В. В. Анципович, А. И. Адамова, А. И. Попкович // 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, 2015. – Т. 23. – С. 143–147.
6. Применение наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» в культуре *in vitro* картофеля / В. В. Анципович [и др.] // 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. – С. 327–332.

Поступила в редакцию 22.10.2019 г.

V. V. ANTSEPOVICH, A. I. ADAMOVA, E. V. RADKOVICH,
G. N. GUSCHA, O. I. BOBKOVA

NANOFERTILIZER «NANOPLANT – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» USE FOR POTENTIAL INCREASE OF POTATOES PLANTS IN THE CULTURE *IN VITRO*

SUMMARY

The research results of positive influence of nanofertilizer «Nanoplant – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» on survival and also regeneration of microplant in culture in vitro are presented in the article. It is established that concentration of nanofertilizer of 0,200 ml/l as additive to growing medium increases survival of microplant by 12.8 % and also increases net reproduction of plants in vitro by 21.6 %. It is capable to replace microsalts in a growing medium.

Key words: potatoes, culture in vitro, nanofertilizer «Nanoplant – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se», growing medium, microsalts.

УДК [635.21:631.532.2]:632.38:632.9

Н. А. Анципович, 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

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕМЕННОГО
КАРТОФЕЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ****РЕЗЮМЕ**

Приведены результаты оценки эффективности применения микроудобрений Нутривант Плюс, Лифдрил рост, Лифдрил универсал, Лифдрил В и Экогум комплекс В, Cu, Zn.

Результаты исследований показали, что отдавать предпочтение тому или иному препарату необходимо учитывая отзывчивость сорта на состав предлагаемого микроудобрения, а также на целевое выращивание картофеля.

Ключевые слова: микроудобрения, Нутривант Плюс, Лифдрил рост, Лифдрил универсал, Лифдрил В, Экогум комплекс В, Cu, Zn, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Урожайность картофеля формируют два ключевых компонента – количество клубней на единицу площади и размер клубней. Повышение урожайности достигается оптимальным количеством высаженных клубней на 1 га (густота посадки), сохранением зеленого листового покрова (защита в период вегетации) и увеличением размера клубней и их веса (питание). Для управления некоторыми из этих составляющих разрабатываются сбалансированные программы питания растений, которые включают использование не только макро-, но и микроэлементов [1–4].

При хорошей агротехнике на формирование 10 т клубней расходуется: N – 40–60 кг, P_2O_5 – 15–20 и K_2O – 70–90 кг. Кроме макроэлементов растения картофеля в значительных количествах потребляют кальций, магний и серу, которые по размерам потребления и по роли в формировании урожая относятся к группе мезофильных элементов.

Микроэлементы – это необходимые элементы питания, без которых растения не могут полноценно развиваться. Они входят в состав важнейших физиологически активных веществ и участвуют в процессе синтеза белков, углеводов, витаминов и т. д. Под влиянием микроэлементов растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным условиям: атмосферной и почвенной засухе, пониженным и повышенным температурам, поражению болезнями и повреждению вредителями [5].

Недостаток любого микроэлемента приводит к снижению урожайности картофеля, ухудшает потребительские и технологические свойства клубней. В первую очередь физиологические признаки дефицита микроэлементов появляются на молодых листьях верхних ярусов, вследствие чего нарушаются некоторые их функции, снижается фотосинтетическая активность и потенциал посадок в целом. В результате производители теряют часть прибыли [6]. Для корректировки минерального питания используется некорневая подкормка растений растворами микроэлементов [7, 8].

В настоящее время листовые подкормки картофеля стали общепринятыми в мировой сельскохозяйственной практике. Главное преимущество некорневой подкормки – быстрая доставка питательных элементов к растущим органам в критические периоды развития растений картофеля, такие как начало клубнеобразования и накопление урожая клубней [9, 10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2017–2019 гг. на дерново-подзолистых почвах севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Агрохимические показатели почвы: 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 – ячмень.

Объектами исследований служили сорта Лилея, Скарб и Вектар репродукции супер-суперэлита. Повторность опытов четырехкратная, делянка четырехрядковая по 30 клубней в рядке, размещение делянок рендомизированное.

Норма внесения минеральных удобрений на 1 га составляла $N_{70-75} \cdot P_{80-82} \cdot K_{110-120}$. Предпосевная обработка почвы включала культивацию, чизелевание на глубину 18 см в 2 следа, нарезку борозд. До появления всходов проводилось два рыхления междурядий, после чего вносились почвенные гербициды. Было выполнено пять обработок против фитофтороза: две – системно-контактными фунгицидами и три – контактными, две из них баковой смесью с инсектицидными препаратами против колорадского жука и тлей (в период массового лета).

Исследования проводились согласно представленной схеме:

1. Контроль – без обработки;
2. Двукратная обработка посадок микроудобрением Нутривант Плюс (2 кг/га);
3. Двукратная обработка посадок микроудобрением Лифдрип рост (3,5 кг/га);
4. Первая обработка посадок микроудобрением Лифдрип универсал (4 кг/га), вторая – Лифдрип В (3 кг/га);
5. Двукратная обработка посадок Экогум комплекс (2 л/га).

Обработка растений изучаемыми препаратами проводилась ручным опрыскивателем в фазу начала бутонизации и полного цветения. За две недели до уборки картофеля проводилась десикация ботвы и удаление ее механическим способом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка урожайности в послеуборочный период показала, что некорневые обработки растений картофеля в период вегетации микроудобрением Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га) способствовали повышению урожайности картофеля на 11,7 %, Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га) – на 16,1, Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га) – на 11,4, Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га) – на 10,3 %.

Однако анализ полученных данных в разрезе сортов показал значительную дифференциацию показателя. Так, двукратная обработка микроудобрением Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га) растений картофеля сорта Лилея способствовала увеличению урожайности на 8,9 % (4,2 т/га) по отношению к контролю при окупаемости 1 кг микроудобрения 1,05 т картофеля, Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га) – на 23,8 % (11,2 т/га) при окупаемости 1 кг микроудобрения 1,6 т картофеля. Комплексное применение в среднем за три года исследований Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га) привело к росту данного показателя на 12,3 % (5,8 т/га) по отношению к контрольному варианту при окупаемости

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

1 кг микроудобрений 0,83 т картофеля, а Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га) – 18,1 % (8,5 т/га) при окупаемости 1 кг микроудобрения 2,13 т картофеля.

Двукратная подкормка растений сорта Скарб препаратом Нутривант Плюс позволила получить прибавку урожайности 9,0 % (4,2 т/га) к контролю при окупаемости 1 кг удобрения 1,05 т клубней в среднем за три года. Применение Лифдрип рост обеспечило прибавку 8,6 % (4,0 т/га) при окупаемости 1 кг удобрения 0,57 т картофеля. В варианте, в котором для первой подкормки использовали Лифдрип универсал (4 кг), для второй Лифдрип В (3 кг/га), была получена прибавка 12,0 % (5,6 т/га) при окупаемости 1 кг удобрений 0,8 т картофеля. Обработка растений картофеля препаратом Экогум комплекс В, Cu, Zn (2+2 л/га) увеличила урожайность на 3,0 % (1,4 т/га) при окупаемости 1 кг удобрения 0,35 т картофеля.

У растений сорта Вектар в среднем за три года исследований подкормка препаратом Нутривант Плюс способствовала формированию урожая, превышающего контроль на 13,4 % (5,5 т/га), при окупаемости 1 кг микроудобрения 1,37,5 т картофеля; Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га) – на 13,7 % (5,6 т/га) при окупаемости 1 кг удобрения 0,8 т картофеля; Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га) – на 8,3 % (3,4 т/га) при окупаемости 1 кг микроудобрений 0,49 т картофеля; Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га) – на 9,5 % (9,5 т/га) при окупаемости 1 кг удобрения 0,98 т картофеля (табл. 1).

По результатам анализа структуры урожая повышение общего количества клубней на куст, в зависимости от внекорневых подкормок микроудобрениями, отмечено у сортов Лилея (на 0,5–1,4 шт.) и Скарб (на 0,3–1,1 шт.). У сорта Вектар разница между контролем и вариантами с обработками была незначительной.

Таблица 1 – Влияние обработок микроудобрениями на прибавку урожая сортов Лилея, Скарб, Вектар, 2017–2019 гг.

Вариант	Урожай- ность, т/га	Прибавка урожая		Окупаемость 1 кг микроудоб- рений, т
		т/га	% к кон- тролю	
Лилея				
Контроль	47,0	–	–	–
Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га)	51,2	4,2	8,9	1,05
Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га)	58,2	11,2	23,8	1,60
Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га)	52,8	5,8	12,3	0,83
Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га)	55,5	8,5	18,1	2,13
Скарб				
Контроль	46,5	–	–	–
Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га)	50,7	4,2	9,0	1,05
Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га)	50,5	4,0	8,6	0,57
Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га)	52,1	5,6	12,0	0,80
Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га)	47,9	1,4	3,0	0,35
Вектар				
Контроль	40,9	–	–	–
Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га)	46,4	5,5	13,4	1,38
Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га)	46,4	5,6	13,7	0,80
Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га)	44,3	3,4	8,3	0,49
Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га)	44,8	3,9	9,5	0,98

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Применение микроудобрений, кроме прочих показателей, оказало влияние и на долю семенной и продовольственной фракции в структуре урожая (табл. 2). Так, у сорта Лилея на фоне роста общего количества клубней на куст снизилась доля мелкой и семенной фракции. Прибавка урожая картофеля этого сорта формировалась за счет увеличения клубней размером от 60 мм и более. В зависимости от примененного микроудобрения разница с контролем составляла от 3,3 до 6,6 %.

На подкормку микроэлементами растения сорта Скарб отреагировали снижением доли клубней менее 30 мм на 1,3–3,9 % и ростом выхода крупной фракции (60 мм). Количество семенных клубней осталось на уровне контрольного варианта.

У сорта Вектар при равном общем количестве клубней с куста отмечено снижение доли мелких клубней независимо от использованных микроудобрений. Уменьшение выхода семенной фракции на 1,0 и 4,6 % отмечено в вариантах с двукратной подкормкой Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га), Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га) с одновременным увеличением количества крупных клубней на 4,6 и 6,7 % соответственно.

По результатам оценки влияния микроудобрений на коэффициент размножения было установлено, что эффективность их применения зависела от сорта. Так, на двукратную подкормку Нутривант Плюс растения сортов Скарб и Вектар отреагировали увеличением коэффициента размножения на 0,5 и 0,4 соответственно, а также отзывались на применение Лифдрип универсал для первой подкормки и Лифдрип В для второй подкормки. Обработка растений картофеля сорта Скарб микроудобрением Лифдрип рост увеличила коэффициент размножения на 0,3, у сорта Вектар показатель остался без изменений. В варианте с Экогум комплекс В, Cu, Zn также отмечено превышение контроля на 0,4 и 0,5 у сортов Скарб и Вектар.

Таблица 2 – Структура урожая сортов Лилея, Скарб, Вектар в зависимости от обработок микроудобрениями, 2017–2019 гг.

Вариант	Всего клубней, шт/куст	В том числе, % по счету		
		< 30 мм	30–60 мм	> 60 мм
Лилея				
Контроль	9,5	14,4	51,2	34,3
Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га)	10,2	14,1	47,1	38,8
Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га)	10,6	11,1	48,0	40,9
Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га)	10,0	14,5	48,3	37,6
Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га)	10,9	13,7	45,7	40,6
Скарб				
Контроль	13,0	15,4	62,4	20,6
Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га)	13,8	14,9	62,1	23,0
Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га)	13,3	13,3	62,3	24,4
Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га)	14,1	13,8	60,7	25,4
Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га)	13,5	15,4	62,4	22,3
Вектар				
Контроль	11,3	17,2	62,8	20,0
Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га)	11,5	13,3	61,8	24,9
Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га)	11,3	14,1	59,2	26,7
Лифдрип универсал (4 кг) + Лифдрип В (3 кг/га)	11,5	13,5	62,0	24,5
Экогум комплекс В, Cu, Zn (2 + 2 л/га)	11,5	15,9	64,0	20,2

Использование перечисленных микроудобрений на растениях сорта Лилея не оказало значимого влияния на изучаемый показатель (рис.).

Для производителей картофеля различного целевого назначения большое значение имеет экономическая оценка применяемых удобрений. Для расчета экономической эффективности использованы цены на удобрения и картофель по состоянию на 2019 г.

В варианте с подкормкой растений сорта Скарб Экогум комплекс В, Cu, Zn отмечена наименьшая рентабельность производства 2,8 %. Наиболее прибыльным для применения на данном сорте оказался вариант с использованием Лифдрип универсал для первой подкормки и Лифдрип В для второй – 10,4 %.

У сорта Вектар наиболее эффективными показали себя микроудобрения Нутривант Плюс – 11,5 %. Менее эффективным для данного сорта оказалось использование Лифдрип универсал для первой подкормки и Лифдрип В для второй – 7,4 %.

Самая высокая рентабельность производства отмечена у сорта Лилея в варианте с применением Лифдрип рост – 19,0 % (табл. 3).

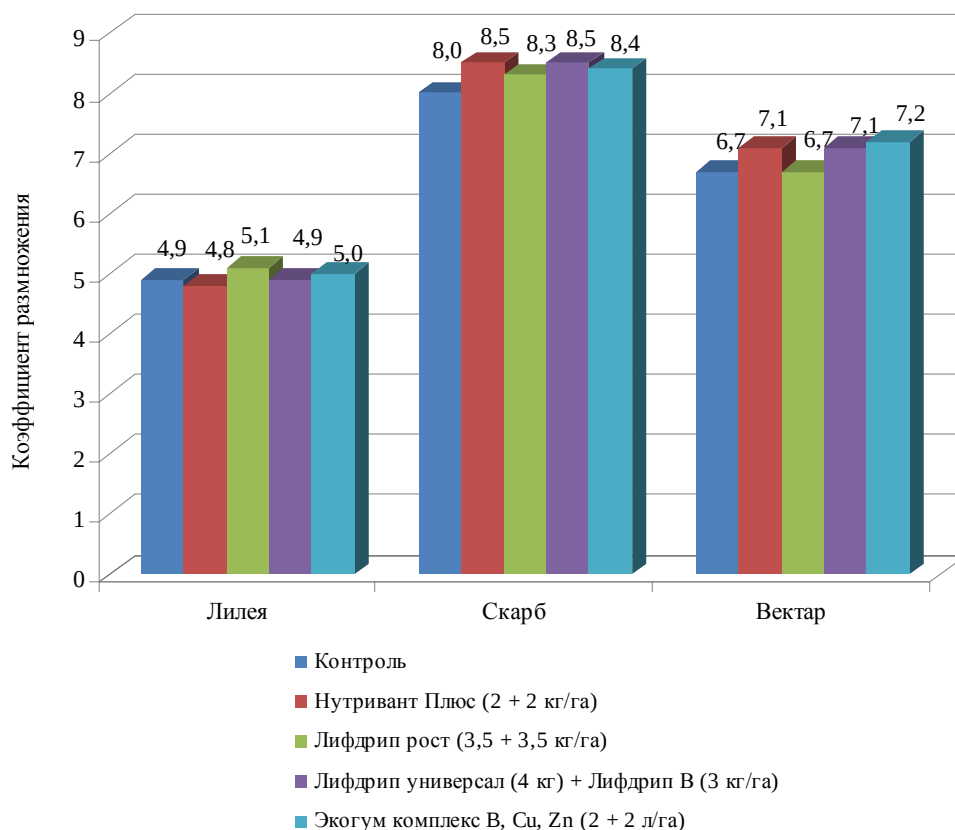


Рисунок – Коэффициент размножения сортов Лилея, Скарб, Вектар в зависимости от обработок микроудобрениями в период вегетации, 2017–2019 гг.

Таблица 3 – Рентабельность обработок микроудобрениями сортов Лилея, Скарб, Вектар, 2017–2019 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожай, т/га	Стоимость прибавки урожая, руб/т	Затраты, руб/га	Себестоимость продукции, руб/т	Снижение себестоимости, руб/т	Рентабельность, %
Лилея							
Контроль	47,0	–	–	11 190,0	238,1	–	–
Нутривант Плюс	51,2	4,2	921,4	11 231,9	219,4	18,7	7,9
Лифдрип рост	58,2	11,2	2 160,9	11 229,2	192,9	45,1	19,0
Лифдрип + Лифдрип В	52,8	5,8	1 233,4	11 228,0	212,7	25,4	10,7
Экогум комплекс	55,5	8,5	1 716,0	11 204,4	201,9	36,2	15,2
Скарб							
Контроль	46,5	–	–	11 190,0	240,6	–	–
Нутривант Плюс	50,7	4,2	930,5	11 231,9	221,5	19,1	7,9
Лифдрип рост	50,5	4,0	889,4	11 229,2	222,4	18,3	7,6
Лифдрип + Лифдрип В	52,1	5,6	1 206,8	11 228,0	215,5	25,1	10,4
Экогум комплекс	47,9	1,4	327,5	11 204,4	233,9	6,7	2,8
Вектар							
Контроль	40,9	–	–	11 190,0	273,6	–	–
Нутривант Плюс	46,4	5,5	1 331,4	11 231,9	242,1	31,5	11,5
Лифдрип рост	46,4	5,5	1 331,0	11 229,2	242,0	31,6	11,5
Лифдрип + Лифдрип В	44,3	3,4	861,7	11 228,0	253,5	20,1	7,4
Экогум комплекс	44,8	3,9	975,4	11 204,4	250,1	23,5	8,6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Двукратная подкормка растений картофеля сорта Лилея микроудобрением Лифд-рип рост (3,5 + 3,5 кг/га) способствовала увеличению урожайности на 23,8 % (11,2 т/га) в среднем за три года исследований.

Подкормка растений сорта Скарб Лифдрип универсал (4 кг) в первую обработку и Лифдрип В (3 кг/га) во вторую позволила получить прибавку урожайности на 12,0 % (5,6 т/га).

У растений сорта Вектар двукратная подкормка препаратом Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га) способствовала формированию урожая, превышающего контроль на 13,7 % (5,6 т/га), в среднем за три года исследований.

Максимальная рентабельность производства отмечена у сортов: Лилея в варианте с применением Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га) — 19,0 %; Скарб — 10,4 % в варианте с использованием Лифдрип универсал (4 кг) для первой подкормки и Лифдрип В (3 кг) для второй; Вектар — 11,5 % в вариантах с микроудобрениями Нутривант Плюс (2 + 2 кг/га) и Лифдрип рост (3,5 + 3,5 кг/га).

Таким образом, изучение влияния микроудобрений Нутривант Плюс, Лифдрип рост, Лифдрип универсал + Лифдрип В, Экогум комплекс В, Cu, Zn на урожайность и показатели структуры урожая выявило практическую эффективность данных препаратов.

Результаты исследований за три года показали, что отдавать предпочтение тому или иному препарату необходимо учитывая отзывчивость сорта на состав предлагаемого микроудобрения, а также на целевое выращивание картофеля. Следует отметить, что независимо от сорта и условий вегетационного периода применение заявленных микроудобрений приводит к увеличению средней массы семенного клубня и, как следствие, к росту продуктивности клубневого гнезда.

Список литературы

1. 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.
2. Технология производства клубней раннего картофеля / Д. А. Андрианов [и др.] // Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан / Россельхозакадемия, Акад. наук Респ. Башкортостан, МСХ Респ. Башкортостан, БГАУ, БНИИС ; гл. ред. У. Г. Гусманов. — Уфа : Акад. наук Респ. Башкортостан, Гилем, 2012. — С. 210–211.
3. Induced resistance in potato to *Phytophthora infestans* – effects of BABA in greenhouse and field tests with different potato varieties / E. Liljeroth [et al.] // European Journal of Plant Pathology. — 2010. — Vol. 127. — № 2. — P. 171–183.
4. Грин Лифт – новейшее средство регулирования продукционного процесса раннего картофеля / А. Д. Андрианов [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: С. А. Турко [и др.]. — Минск, 2016. — С. 176–202.
5. Вильдфлуш, И. Р. Агроэкономическая оценка применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании ячменя кормового назначения на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, Н. Г. Барбасов // Земледелие и защита растений. — 2019. — № 3 (124). — С. 8–12.
6. Некорневые подкормки микроэлементами при возделывании картофеля [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/574/6460.php>. — Дата доступа: 09.10.2019.

7. Комплексная система подкормок картофеля теория и практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.potatosystem.ru/kompleksnaya-sistema-podkormok-kartofelya-teoriya-i-praktika>. – Дата доступа: 09.10.2019.

8. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность картофеля в условиях колочной степи Алтайского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/vliyanie-makro-i-mikrودobrenii-na-urozhainost-kartofelya-v-usloviyakh-kolochnoi-stepi-altai>. – Дата доступа: 10.10.2019.

9. Эффективность некорневых подкормок удобрением Нутривант Плюс на картофеле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.potatosystem.ru/effektivnost-nekornevyh-podkormok-udobreniem-nutrivant-plyus-na-kartofele-1>. – Дата доступа: 10.10.2019.

10. Способы подкормки картофеля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-podkormki-kartofelya>. – Дата доступа: 10.10.2019.

Поступила в редакцию 17.10.2019 г.

N. A. ANTSEPOVICH, V. I. DUDAREVICH, A. I. POPKOVICH

MICROFERTILIZERS EFFECTIVENESS ASSESSMENT IN SEED POTATOES CULTIVATION OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

SUMMARY

The assessment effectiveness are results of microfertilizers Nutrivant Plus, Leafdrip Rost, Leafdrip universal, Leafdrip B, Ecogum complex B, Cu, Zn presented in the article.

The research results showed that it is necessary to take into account the responsiveness of the variety to the composition of the proposed micro-extraction as well as to the targeted cultivation of potatoes in order to give preference to a particular preparation.

Key words: microfertilizers, Nutrivant Plus, Leafdrip Rost, Leafdrip universal, Leafdrip B, Ecogum complex B, Cu, Zn, yield.

УДК 581.13:635.21:631.532(470.25)

Н. В. Лебедева, Ю. Н. Федорова

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Псковская область, Россия

E-mail: nadin_1_2009@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПОДБОРА СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПРОЦЕССА МОРФОГЕНЕЗА РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ И ТИПА ЭКСПЛАНТА**РЕЗЮМЕ**

В статье рассматривается современный биотехнологический метод, связанный с актуальной проблемой массового безвирусного размножения картофеля для Псковской области, с целью получения безвирусного посадочного материала отечественных сортов картофеля, свободных от заражения вирусной инфекцией на протяжении нескольких лет, а также для дальнейшего использования в семеноводстве картофеля на северо-западе России. Данная тематика является наиболее актуальной для Псковской области в связи с большим заражением посевного материала картофеля вирусной инфекцией, приводящей к значительным экономическим потерям.

Представлены результаты исследований по направлению «оригинальное семеноводство отечественных сортов картофеля с использованием биотехнологических методов в условиях in vitro». Разработана рецептура питательной среды для выращивания микрорастений и последующего размножения безвирусного семенного материала.

Ключевые слова: оригинальное семеноводство картофеля, микрклональное размножение, безвирусные микрорастения, оздоровление растений, in vitro, комплекс витаминов.

ВВЕДЕНИЕ

Корневая система культурных растений стимулируется тиамин (витамин B₁). Наиболее важной его функцией в этом процессе является стимулирование более полного использования полезных веществ, содержащихся в питательной среде, на которой культивируется картофель. Использование этого витамина обеспечивает быстрый рост растений.

Пиридоксин (витамин B₆) является необходимым веществом для полного расщепления таких органических веществ, как углеводы, белки и жиры. Важнейшей функцией пиридоксина является поддержание солевого баланса натрия и калия в организме растения [4, 2]. Питательная среда, содержащая витамин B₆, стимулирует увеличение количества междоузлий на микрорастении картофеля, выращиваемого в культуре меристем. Кроме того, в молекуле витамина B₆ содержится азот, который является одним из важнейших элементов минерального питания растений, повышение его концентрации в питательной среде приводит к формированию мощного ассимиляционного стебле-листового аппарата. Уровень азотного питания определяет размеры и интенсивность синтеза белка и других азотистых органических соединений в растениях и, следовательно, процессы роста.

Витамин С (аскорбиновая кислота) в растительном организме повышает морозостойкость растений и участвует в транспортировке водорода. Представленный комплекс витаминов будет способствовать белковому и аминокислотному метаболизму, так как производные витаминов катализируют превращения аминокислот. Витамин С также способен выступать как антиоксидант, который помогает растениям противостоять засухе, озону и активному ультрафиолетовому излучению.

Развитие микрорастений напрямую зависит от срока культивирования и питательной среды. Важным оценочным показателем при производстве пробирочного материала является высота полученных регенерантов. В среднем она достигает нормативных значений для высадки в грунт на 21-й день культивирования. Однако этот показатель находится в прямой зависимости от биологии исследуемых сортов. Пробирочные растения требовательны к продолжительности периода их культивирования (ГОСТ 33996-2016) [1, 2].

Целью исследования являлось изучение развития междоузлий растений картофеля в зависимости от места расположения исходного экспланта и состава питательной среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыты проводились в четырехкратной повторности (по 20 растений в каждом) согласно методике работы с культурой ткани (рис. 1). В ходе исследования измерялось число междоузлий и высота растений на 7, 14 и 21-й дни после пересадки на свежую питательную среду. Объектом исследований были сорта картофеля Лига, Загадка Питера, Наяда, Майский цветок, Чароит.

Микрочеренкование исходных растений проводили на апикальную (верхушечную – S_1), среднюю (S_2) и базальную (нижнюю – S_3) части. Основным критерием была оценка количества междоузлий, образующихся на среде с добавлением витаминов в концентрации 0,5...1,0 мл/л.

Схема оптимизации микрклонального размножения: 1. MS; 2. MS + вит. 0,5; 3. MS + вит. 1,0.



Рисунок 1 – Первое черенкование микрорастений в условиях ламинар-бокса

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Показателем, имеющим первостепенное значение для картофеля, выращиваемого в культуре ткани, является время выращивания: чем большее количество междоузлий растения способны сформировать, тем большее время растение должно находиться *in vitro*.

У исследуемых сортов наблюдается прямая зависимость от места взятия черенка: чем оно выше, тем большее количество междоузлий формирует растение. Так, эксплант сорта Майский цветок образовал из нижней части 2,0 S_1 ... 3,6 S_3 междоузлия; сорт Лига на такого же типа образцах – 1,7 S_1 ... 3,7 S_3 междоузлия на растение.

Сорта Чароит и Загадка Питера формируют от 1,68 междоузлия с S_1 до 3,6 междоузлия с S_3 . Наибольшее количество междоузлий растения-регенеранты ранних сортов картофеля формируют на питательной среде MS + вит. 0,5 на экспланте S_3 – 2,5...3,3 междоузлия на растение по представленным сортам соответственно.

К 14-му дню исследований наблюдается аналогичная тенденция: с увеличением высоты места взятия черенка увеличивается количество междоузлий. Сорт Наяда формирует 3,5 с S_1 , 3,4 с S_2 , 4,3 с S_3 междоузлия на растение на питательной среде MS; сорт Майский цветок – 3,2... 4,5 междоузлия, сорт Лига – 3,9...5,1 междоузлия в зависимости от места взятия черенка. Сорта Чароит и Загадка Питера на среде MS образовывали от 4,4...4,5 до 5,3 междоузлия соответственно (табл.).

К 21-му дню в нашем опыте четко прослеживается следующий характер роста регенеранта: чем большее количество междоузлий способен сформировать регенерант, тем выше должен быть взят черенок на материнском растении. У сорта Наяда на растении из верхушечной части было сформировано 5,2 междоузлия к последнему дню исследования, превышение стандарта составило +0,9. Сорт Майский цветок показал лучший результат с S_3 – 5,7 междоузлия, или +1,5 к стандарту; сорта Загадка Питера и Лига на S_3 образовывали до 6,1 междоузлия на растении, превышение стандарта составило +1,1...+1,7 мм для каждого сорта соответственно; максимальное число междоузлий на сорте Чароит получено на черенке из верхнего яруса – 5,3, или +1,9 к стандарту (рис. 2).

К 21-му дню в нашем опыте прослеживается следующая особенность роста регенеранта: чем выше был взят черенок на материнском растении, тем большее количество междоузлий способно сформировать растение. У сорта Наяда на растении из верхушечной части было сформировано 5,2 междоузлия к последнему дню исследования, превышение стандарта составило +0,9. Сорт Майский цветок показывает лучший результат с S_3 – 5,7 междоузлия, или +1,5 к стандарту; сорта Загадка Питера и Лига на S_3 образовывали до 6,1 междоузлия на растении, превышение стандарта составило +1,1...+1,7 мм для каждого сорта соответственно; максимальное число междоузлий на сорте Чароит получено на черенке из верхнего яруса – 5,3, или +1,9 к стандарту.

Растения картофеля на среде со смесью витаминов в концентрации 0,5 мл/л формируют до 3,3 междоузлия на 7-е сутки пассажа в зависимости от места взятия экспланта (рис. 3).

Сорта Майский цветок и Чароит с S_1 образовывали 1,8...2,1 междоузлия на растение, с S_2 число междоузлий на растение увеличилось до 2,2...2,5.

Экспланты картофеля из апикальной части у представленных сортов формировали различное число междоузлий. Так, сорт Майский цветок сформировал 3,3 междоузлия, а число междоузлий сорта Чароит на 7-е сутки на черенке из верхнего яруса оказалось меньше – 2,5. Это можно объяснить физиологическими особенностями черенка.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица – Число сформировавшихся междоузлий на растениях-регенерантах картофеля в зависимости от типа черенка и питательной среды

Сорт	Среда	Тип черенка	Число сформировавшихся междоузлий			Высота растений на 21-е сутки, мм
			7-е сутки	14-е сутки	21-е сутки	
Наяда	MS	S ₁ (St)	1,6	3,5	4,2	49,7
		S ₂	2,0	3,4	4,5	54,0
		S ₃	2,2	4,3	5,2	61,8
	MS + вит. 0,5	S ₁	1,7	2,8	4,4	53,2
		S ₂	2,1	3,6	4,7	59,1
		S ₃	2,6	4,7	5,7	67,3
	MS + вит. 1,0	S ₁	1,8	2,4	3,7	47,9
		S ₂	2,0	2,9	4,2	70,0
		S ₃	2,2	3,5	5,4	78,0
Майский цветок	MS	S ₁ (St)	2,0	3,2	4,2	57,3
		S ₂	2,3	3,5	4,8	66,8
		S ₃	2,4	4,5	5,7	78,8
	MS + вит. 0,5	S ₁	1,8	3,2	4,7	70,2
		S ₂	2,2	3,8	5,3	77,9
		S ₃	3,3	4,6	6,7	94,7
	MS + вит. 1,0	S ₁	1,9	2,9	4,7	66,8
		S ₂	2,1	3,1	5,1	78,8
		S ₃	3,6	4,0	6,3	70,0
Лига	MS	S ₁ (St)	1,7	3,9	4,5	71,7
		S ₂	1,8	3,4	5,0	76,9
		S ₃	1,9	5,1	6,1	83,1
	MS + вит. 0,5	S ₁	2,3	4,0	4,2	72,8
		S ₂	2,5	4,5	4,6	83,1
		S ₃	3,7	5,0	6,7	96,7
	MS + вит. 1,0	S ₁	1,8	2,2	3,5	39,0
		S ₂	1,9	2,6	3,8	53,4
		S ₃	2,4	3,1	5,8	72,6
Загадка Питера	MS	S ₁ (St)	2,3	4,5	5,0	62,2
		S ₂	2,3	3,9	5,3	76,3
		S ₃	2,6	4,3	6,1	91,7
	MS + вит. 0,5	S ₁	2,7	3,8	5,4	73,0
		S ₂	2,8	5,3	5,6	91,1
		S ₃	3,3	5,1	6,8	100,1
	MS + вит. 1,0	S ₁	2,0	2,9	3,8	58,6
		S ₂	2,1	3,4	4,5	63,4
		S ₃	3,6	3,8	6,5	95,0
Чароит	MS	S ₁ (St)	1,8	2,6	4,4	59,0
		S ₂	2,2	3,0	4,2	68,9
		S ₃	2,4	3,9	5,3	81,5
	MS + вит. 0,5	S ₁	1,9	2,9	4,1	70,7
		S ₂	2,3	3,4	4,8	77,4
		S ₃	2,5	4,5	5,9	87,6
	MS + вит. 1,0	S ₁	1,6	2,5	4,2	52,0
		S ₂	1,9	2,6	3,8	62,1
		S ₃	1,9	4,1	6,1	84,0
НСР ₀₅ для сорта					1,4	1,4
НСР ₀₅ для среды					0,92	0,92
НСР ₀₅ для яруса					0,95	0,95



Рисунок 2 – Морфогенез клонов растений картофеля сорта Чароит



Рисунок 3 – Микрорастения картофеля на агаризованной питательной среде

К 14-му дню опыта на картофеле сорта Наяда сформировано 4,7 междоузлия. Растения картофеля Майский цветок на аналогичной питательной среде сформировали 3,2...4,6 междоузлия.

Сорта Загадка Питера и Лига сформировали равное количество междоузлий в соответствии с ярусом черенка: S_1 – 3,8...4,0; S_2 – 4,3...4,5; S_3 – 5,1...5,0 междоузлия для каждого сорта соответственно.

Сорт Чароит формирует растение в прямой зависимости от повышения яруса взятия черенка – от 3,4 с S_1 до 3,9 с S_3 .

Растения картофеля исследуемых сортов сформировали от 4,2 до 5,4 междоузлия на растениях S_1 , от 4,3 до 5,6 – на S_2 и 5,3...6,8 междоузлия на черенке из верхнего яруса. Лучший результат у сорта Наяда получен на 21-й день: с S_3 – 5,7 междоузлия на растение, превышение стандарта составило +1,5. Число междоузлий сортов Майский цветок и Лига – 6,7 на растение, или +2,5 к стандартному варианту. Сорт Загадка Питера

сформировал на растении из верхнего черенка 6,8 междоузлия, превышение стандарта составило +2,6.

Совокупное действие факторов: состав питательной среды и период выращивания в условиях фитотрона оказывает положительное влияние на формирование растений.

В исследовании выявлено, что наибольшее количество междоузлий образуется с S_3 : у картофеля Наяда – 5,7, у Лиги и Майского цветка – 6,7 на развившемся растении, у сорта Загадка Питера – 6,8 междоузлия на растении.

Таким образом, изучение числа междоузлий, образующихся с разных ярусов материнского растения, позволит наиболее качественно проводить лабораторные опыты, уменьшить затраты на питательную среду для оптимального производства микро-растений картофеля в культуре ткани для лабораторных и производственных опытов.

Динамика роста и развития картофеля отчетливо видна в дни наблюдения.

На 21-й день высота растений картофеля сорта Наяда на питательной среде с витаминами в концентрации 1,0 мл/л достигла 78 мм, у сорта Майский цветок максимальное значение данного показателя было на среде с витаминами 0,5 мл/л – 94,7 мм, у сорта Лига – 96,7 мм, сорта Чароит – 86,7, Загадка Питера – 100,1 мм на среде с той же концентрацией.

Высота растений с S_1 колеблется от 57,3 мм у сорта Майский цветок до 71,7 мм у сорта Лига на питательной среде MS. Растения с S_3 достигают высоты 72,8...91,7 мм в зависимости от сорта.

Растения-регенеранты картофеля, выращиваемые на питательных средах MS + вит. 0,5 и MS + вит. 1,0, достигают высоты 39,0...73,0 мм на S_1 у сортов Лига и Загадка Питера; на S_2 картофель сортов Чароит и Загадка Питера – 62,1...91,1 мм; на S_3 растения картофеля сортов Майский цветок и Загадка Питера – 70,0...100,1 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Добавление в питательную среду смеси витаминов в концентрации 0,5 мл/л оказывает положительное влияние на формирование микро-растений с апикальной части растений у исследуемого картофеля. Майский цветок: +2,5 междоузлия и +45,0 мм к контролю; сорт Лига: +2,2 междоузлия и +25,0 мм; сорт Загадка Питера: +1,8 междоузлия и 37,9 мм; сорт Чароит: +2,5 междоузлия и +28,6 мм к контрольному варианту. Сорт Наяда положительно реагирует на повышение концентрации биоконцентрации витаминов в питательной среде до 1,0 мл/л.

Список литературы

1. Барсукова, Е. Н. Микрклональное размножение сортообразцов картофеля в оригинальном безвирусном семеноводстве Приморского края : метод. рекомендации / Е. Н. Барсукова ; под ред. А. К. Новоселова. – Уссурийск : ПГСХА, 2018. – 14 с.
2. Калашникова, Е. А. Практикум по сельскохозяйственной биотехнологии / Е. А. Калашникова, Е. З. Кочиева, О. Ю. Миронова. – М. : КолосС, 2006. – 144 с.
3. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества: ГОСТ 33996-2016. – Введ. 01.01.18. – М. : Стандартинформ, 2017. – 41 с.
4. Пути повышения эффективности производства картофеля / И. В. Ким [и др.] // Вестн. рос. с.-х. науки. – 2016. – № 5. – С. 11–13.
5. Результаты агроэкологического испытания сортов картофеля в условиях Приморского края / И. В. Ким [и др.] // Дальневосточный аграр. вестн. – 2017. – № 3 (43). – С. 44–49.

Поступила в редакцию 21.11.2019 г.

N. V. LEBEDEVA, Yu. N. FEDOROVA

RATIONALE FOR SELECTION OF GROWING MEDIUM FOR MORPHOGENESIS PROCESS OF POTATOES PLANT REGENERANTS DEPENDING ON GROWING MEDIUM COMPOSITION AND EXPLANT TYPE

SUMMARY

The modern biotechnological method related to the current problem of mass virus-free potatoes production for Pskov region in order to obtain virus-free planting material of domestic potatoes varieties free from infection with viral infection for several years, as well as for further use in seed potatoes production in the North-West of Russia is considered in the article. This topic is the most relevant for Pskov region due to the high infection of potatoes sowing material with viral infection, resulting in significant economic losses.

The research results in the direction «original seed production of domestic potatoes varieties using biotechnological methods in vitro» are presented. The formula of growing medium for microplant growth and subsequent propagation of a viral-free seed material has been developed.

Key words: original potatoes seed production, microclonal propagation, virus-free microplants, plant assanation, in vitro, vitamins complex.

УДК [635.21:631.532.2]:631.81.095.337

А. И. Попкович, Н. А. Анципович, В. А. Козлов

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: semena_bulba@tyt.by

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ
НА НАКОПЛЕНИЕ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ В ПРОЦЕССЕ
РЕПРОДУЦИРОВАНИЯ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ****РЕЗЮМЕ**

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния препаратов на основе минерального масла на накопление вирусной инфекции в процессе репродукции семенного картофеля.

Ключевые слова: семеноводство, картофель, выход семенной фракции, вирусы, урожайность, минеральное масло SunSpray 11E, инсектоакарицид Препарат 30 Плюс.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных причин ухудшения качества семенного картофеля является накопление фитопатогенных вирусов, как правило, прогрессирующее с увеличением числа полевых поколений в процессе оригинального и элитного семеноводства. Степень нарастания зараженности растений вирусной инфекцией и связанное с этим ухудшение качества во многом зависят от уровня инфицирующей нагрузки в местах выращивания семенного материала, системы защитных мероприятий, сортовых особенностей и других факторов [1].

Ф. Ф. Замалиева в своих исследованиях указывает на возрастание поражения вирусной инфекцией семенного материала картофеля на 7-й год в зависимости от устойчивости сорта в 2,0–7,6 раза. Автор рассчитала, что возможность визуально обнаружить зараженность вирусами появляется после превышения 1–2 % порога вредности, в результате чего может произойти лавинообразный рост количества инфицированного материала всего за три вегетационных периода [2].

Практика показала, что даже при строгом соблюдении технологического регламента выращивания семенного материала, основанного на комплексном применении наиболее эффективных агроприемов, позволяющих максимально ограничить распространение вирусной инфекции в полевых условиях, существует определенный риск возникновения случаев новых заражений растений [1].

Чтобы избежать заражений растений вирусной инфекцией и перехода ее в клубни нового урожая, необходима надежная система химической защиты посадок картофеля против тлей – переносчиков вирусов. Эффективным приемом снижения затрат при производстве семенного картофеля может стать применение баковых смесей инсектицидов и препаратов на основе минеральных масел. Такие смеси увеличивают пестицидную активность химических препаратов, так как препараты на основе минеральных масел могут выступать в качестве адъювантов (прилипатели и растекатели), что ведет к снижению норм расхода основных пестицидов и рабочей жидкости [1].

Использование минерального масла для обработки вегетирующих растений позволяет создавать механический барьер против укусов тли, переносящей вирусы. Действие минерального масла на насекомых заключается в закупорке дыхалец тонким слоем масла, за счет чего происходит их удушье и растворение хитина, а в смеси с инсектицидами эти свойства кратно увеличиваются. Минеральное масло растворяет и оболочку яиц насекомых, что немаловажно в борьбе с клещами, трипсами, где овицидные свойства препарата являются основным фактором [3].

В последние годы в защите растений активно применяют супростанты и адъюванты, которые повышают эффективность защитных мероприятий. Минерально-масляные эмульсии (далее – ММЭ) обладают этими свойствами, и к тому же отличаются инсектицидным действием [3].

В современной практике ряда зарубежных стран применение препаратов на основе минеральных и растительных масел является одним из важнейших элементов в системе защитных мероприятий для предупреждения распространения вирусных заболеваний при выращивании семенного картофеля [4, 5].

Целью исследования являлось определить влияние препаратов на основе минеральных масел на накопление вирусной инфекции в процессе репродукции семенного картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2017–2019 гг. на опытном поле отдела семеноводства картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Для получения качественного семенного картофеля отводятся средние по связности суглинки и хорошо окультуренные супесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком, способные достаточно хорошо удерживать влагу, имеющие меньшую амплитуду колебаний температуры в дневные и ночные часы. 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. Норма внесения минеральных удобрений на 1 га составляла $N_{70}P_{80}K_{120}$.

Объектами исследований являлись сорта картофеля: среднеранней группы спелости – Манифест, среднеспелой – Янка, среднепоздней – Вектар. Для объективной оценки накопления вирусной инфекции по годам репродукции в 2017 г. семенные клубни отбирали из питомника предварительного размножения, которые соответствовали требованиям нормативных документов для данной категории семян.

Повторность опыта четырехкратная, делянка четырехрядковая по 30 клубней в рядке, площадь опытной делянки 25 м², размещение делянок рендомизированное.

В схему опыта были включены следующие варианты:

1. Контроль – без обработки;
2. Обработка химическим препаратом Актара, ВДГ, 0,06 кг/га;
3. Обработка препаратом на основе минерального масла SunSpray 11E, 3,0 л/га;
4. Обработка инсектоакарицидом Препарат 30 Плюс, 30,0 л/га.

Учет больных растений методом ИФА проводили в период бутонизации – начала цветения согласно постановлению Минсельхозпрода от 29 октября 2015 г. № 37 «Об установлении требований к сортовым качествам семян сельскохозяйственных растений» (изменение от 04.10.2017 г. № 49). Отобранный листовой материал на наличие вирусной инфекции растения тестировали в лаборатории иммунодиагностики картофеля Центра.

Обработку растений препаратами проводили в течение вегетационного периода через каждые 7–10 дней, начиная с фазы полных всходов, с учетом векторной активности крылатых особей тлей, мигрирующих на посадках картофеля.

Статистическую обработку данных полученных результатов осуществляли методом дисперсионного анализа [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки влияния препаратов на основе ММЭ на численность крылатых особей тлей – переносчиков вирусной инфекции были проведены обработки вегетирующих растений согласно схеме опыта инсектицидом Актара (0,06 кг/га), а также препаратами на основе минерального масла – SunSprey 11E (3,0 л/га, Бельгия) и Препарат 30 Плюс (30 л/га, Россия).

Анализ данных в разрезе сортов за период исследований показал, что распространенность вирусной инфекции на растениях картофеля сорта Манифест в варианте с обработкой препаратом Актара выросла при полевом репродуцировании от 2,5 до 5,0 %. У сорта Янка в контрольном варианте наблюдалось распространение вирусной инфекции от 2,5 до 5,0 % и в варианте с обработкой препаратом Актара – до 5,0 %. У сорта Вектар количество больных растений в контрольном варианте составило 12,5 %, а в варианте с обработкой препаратом Актара – 2,5 %. В вариантах с обработками минеральным маслом SunSpray 11E и инсектоакарицидом Препарат 30 Плюс в процессе репродуцирования растений, инфицированных вирусами в скрытой форме, обнаружено не было (табл. 1).

В целом за 2017–2019 гг. количество инфицированных растений независимо от сорта в варианте без обработок (контроль) возросло от 0 до 12,5 %. В варианте с обработкой препаратом Актара распространенность вирусной инфекции также возросла от 0 до 5 %. Количество растений, инфицированных вирусами, в вариантах с обработкой препаратами на основе ММЭ не изменялось в течение трех лет наблюдений.

Таблица 1 – Влияние обработки посадок картофеля препаратами инсектицидного действия и минеральными маслами против тлей на поражение растений картофеля вирусной инфекцией, ИФА, 2017–2019 гг.

Вариант	Количество пораженных растений по годам, %		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Манифест			
Контроль – без обработки	0	0	0
Актара, ВДГ, 0,06 кг/га	0	2,5	5,0
SunSpray 11E, 3,0 л/га	0	0	0
Препарат 30 Плюс, 30,0 л/га	0	0	0
Янка			
Контроль – без обработки	2,5	2,5	5,0
Актара, ВДГ, 0,06 кг/га	0	2,5	5,0
SunSpray 11E, 3,0 л/га	5,0	5,0	5,0
Препарат 30 Плюс, 30,0 л/га	5,0	5,0	5,0
Вектар			
Контроль – без обработки	0	12,5	12,5
Актара, ВДГ, 0,06 кг/га	0	0	2,5
SunSpray 11E, 3,0 л/га	0	0	0
Препарат 30 Плюс, 30,0 л/га	0	0	0

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что препараты на основе ММЭ оказывают сдерживающий эффект на распространение вирусной инфекции.

Оценка урожайности картофеля за период исследований независимо от сорта составила в контрольном варианте 43,6–47,1 т/га, в варианте с применением Актара – 43,8–47,6, в варианте с применением SunSpray 11E – 45,1–48,1, в варианте с использованием Препарата 30 Плюс – 44,8–47,7 т/га (табл. 2). Анализ данных в разрезе сортов показал, что применение препаратов на основе ММЭ для защиты растений картофеля сортов Манифест, Янка, Вектар не привело к значимому изменению урожайности как по отношению к контролю, так и к варианту с применением Актара.

Одним из показателей эффективности семеноводства картофеля является выход семенной фракции и соответствие семенных клубней требованиям к качеству нормативных документов. За три года исследований оценка структуры урожая показала отсутствие прямой зависимости выхода семенной фракции от обработок препаратами. В зависимости от сорта количество семенных клубней составляло 68,3–71,7 %. Следовательно, применение препаратов на основе минеральных масел не оказывает угнетающего действия на рост и развитие растений картофеля, а также на формирование и накопление урожая картофеля.

Помимо доли семенных клубней в структуре урожая, важное значение имеет процент клубней, соответствующих требованиям нормативных документов к качеству семенного картофеля, регламентирующих количество растений (клубней), пораженных вирусной инфекцией.

Анализ полученных результатов показал, что вирусная инфекция распространилась на растениях контрольного варианта сорта Вектар, что привело к снижению объема

Таблица 2 – Урожайность и выход семенной фракции сортов картофеля в зависимости от обработок препаратами инсектицидного действия и минеральными маслами, 2017–2019 гг.

Вариант	Урожайность, т/га		Выход семенной фракции 30–60 мм, %	
	2019 г.	среднее за 3 года	2019 г.	среднее за 3 года
Манифест				
Контроль – без обработки	49,0	46,8	68,7	69,4
Актара, ВДГ, 0,06 кг/га	49,2	47,1	70,2	70,1
SunSpray 11E, 3,0 л/га	50,6	48,1	71,9	71,7
Препарат 30 Плюс, 30,0 л/га	49,3	47,6	71,6	71,1
НСР ₀₅	2,09			
Янка				
Контроль – без обработки	43,5	43,6	66,0	69,1
Актара, ВДГ, 0,06 кг/га	44,0	43,8	66,0	69,3
SunSpray 11E, 3,0 л/га	46,0	45,1	68,9	70,9
Препарат 30 Плюс, 30,0 л/га	45,6	44,8	66,8	70,2
НСР ₀₅	2,70			
Вектар				
Контроль – без обработки	48,7	47,1	65,0	68,3
Актара, ВДГ, 0,06 кг/га	50,1	47,6	69,3	69,3
SunSpray 11E, 3,0 л/га	49,8	47,9	72,0	71,7
Препарат 30 Плюс, 30,0 л/га	48,8	47,7	69,1	70,8
НСР ₀₅	1,81			

партии здоровых клубней на 12,5 %. В варианте с применением препарата Актара было заражено 2,5 % растений, в результате снизился объем партии семенных клубней на эквивалентную долю (рис.).

У растений сорта Янка, независимо от варианта опыта, количество растений, содержащих фитоинфекцию, составляло 5 %, что привело к потере соответствующего количества семенного картофеля. У сорта Манифест только в варианте с применением препарата Актара выявлено 5 % растений, пораженных вирусами, с эквивалентными потерями семенного картофеля. Причиной наличия инфицированных кустов могло стать заражение растений тлями до начала обработки либо контактный перенос вируса при проведении агротехнических мероприятий по уходу за посадками. Отсутствие инфекции в контрольном образце объясняется высокой устойчивостью сорта к вирусным патогенам.

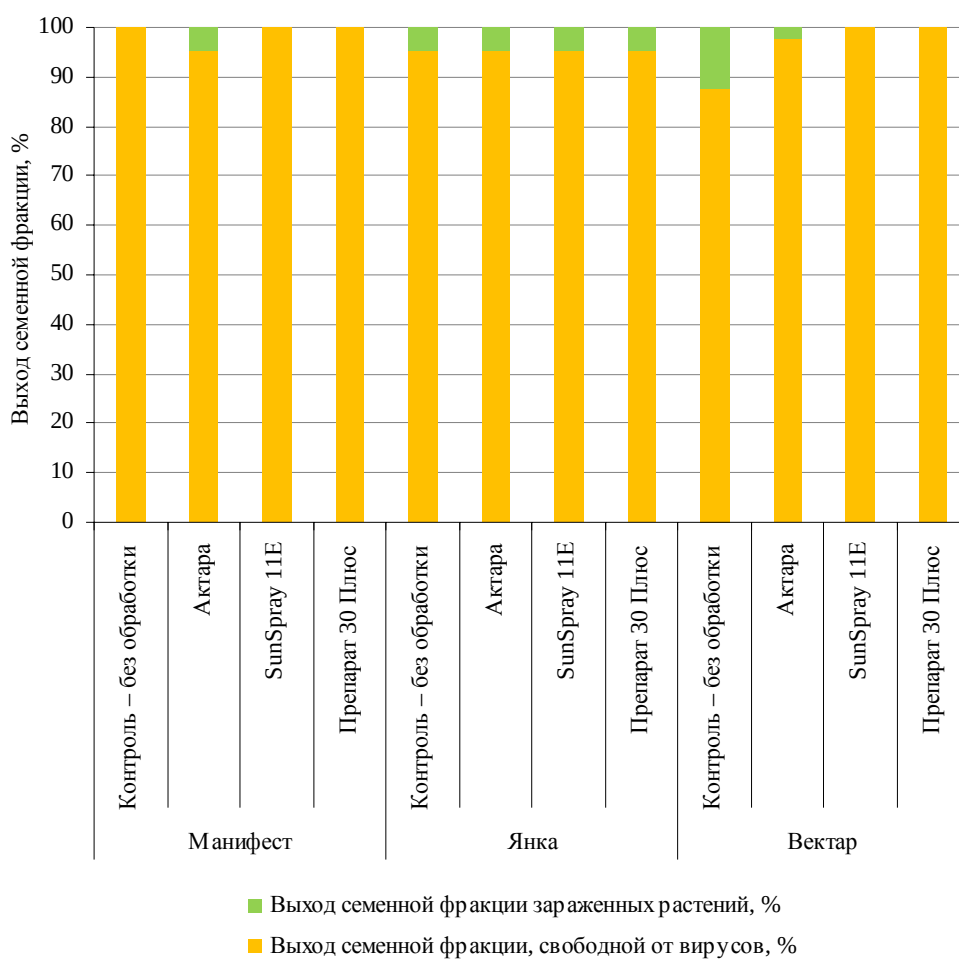


Рисунок – Выход семенной фракции в зависимости от поражения вирусной инфекцией растений картофеля, обработанных препаратами инсектицидного действия и минеральными маслами, 2017–2019 гг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Количество растений картофеля, инфицированных вирусами, в вариантах с обработкой препаратами на основе ММЭ не изменялось в течение трех лет наблюдений. Отсюда следует вывод, что препараты на основе минеральных масел оказывают сдерживающий эффект на распространение вирусной инфекции и позволяют снизить риск новых заражений растений вирусами, переносимыми крылатыми тлями.

Применение препаратов SunSpray 11E и Препарат 30 Плюс не оказывает угнетающего действия на рост и развитие растений картофеля, а также на формирование и накопление урожая картофеля.

Список литературы

1. Минимизация рисков распространения вирусных и бактериальных болезней при выращивании семенного картофеля (рекомендации) / Б. В. Анисимов [и др.]. – Чебоксары : ФГБНУ ВНИИКС, 2016. – 25 с.
2. Замалиева, Ф. Ф. Биологическое обоснование защиты от заражения вирусами оздоровленного семенного картофеля в Республике Татарстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://famous-scientists.ru/list/2078>. – Дата доступа: 12.11.2019.
3. Шишков, С. Н. ООО НПФ «Собер» Препарат 30 Плюс [Электронный ресурс] / С. Н. Шишков. – Режим доступа: <http://www.kaicc.ru/node/1911>. – Дата доступа: 12.11.2019.
4. Абрамова, Т. В. Эффективность применения минеральных масел в безвирусном семеноводстве картофеля / Т. В. Абрамова // Селекция и семеноводство картофеля : науч. тр. / НИИКС. – М., 1980. – Вып. 36. – С. 81–85.
5. Use of oils combined with low doses of insecticide for the control of *Myzus persicae* and PVY epidemics / B. Martin-Lopez [et al.] // Pest Management Science. – Spain, 2006. – P. 372–378.
6. Доспехов, Б. М. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 351 с.

Поступила в редакцию 18.11.2019 г.

A. I. POPKOVICH, N. A. ANTSEPOVICH, V. A. KOZLOV

**INFLUENCE OF MINERAL OIL BASE PREPARATIONS ON
THE ACCUMULATION OF VIRAL INFECTION IN SEED
POTATOES PRODUCTION**

SUMMARY

The results of influence of mineral oil base preparations on the accumulation of viral infection in seed potatoes production is represented in the article.

Key words: seed breeding potatoes, seed fraction, viruses, yield, mineral oil SunSpray 11E, insectoacaricide Preparation 30 Plus.

УДК 635.21:631.356.4

Ю. Н. Федорова, Л. Н. Федорова

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Псковская область, Россия

E-mail: nauka@vgsa.ru

**ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ
МОРФОГЕНЕЗА МИКРОРАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ
В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*****РЕЗЮМЕ**

*В статье приведены результаты исследований по влиянию регуляторов роста на морфогенез растения картофеля в культуре *in vitro*. В результате установлено, что на развитие морфогенеза у всех изучаемых нами сортов положительное действие было выявлено на питательной среде MS с добавлением Мивал-Агро, так как он улучшает транспорт питательных элементов и ускоряет обмен процессов внутри клетки.*

Ключевые слова: картофель, микроэлементы, морфогенез, клональное микроразмножение, сорт, питательная среда.

ВВЕДЕНИЕ

Роль микроэлементов в растениях заключается в том, что они входят в состав многих ферментов, играющих роль катализаторов биохимических процессов и повышают их активность. Микроэлементы стимулируют рост растений и ускоряют их развитие; оказывают положительное действие на устойчивость растений против неблагоприятных условий среды; играют важную роль в борьбе с некоторыми заболеваниями растений [1].

Условия *in vitro* представляют собой хорошую модельную систему для изучения действия регуляторов роста на растения картофеля. Кроме того, стимуляция ростовых процессов на стадии пробирочного растения может существенным образом повлиять на последующую продуктивность растений в открытом грунте [4].

Важным моментом при размножении растений в культуре *in vitro* является получение наибольшего числа междоузлий, так как чем больше их выход, тем больше растений мы получим в процессе размножения.

Существенное влияние на органогенез пробирочных растений оказывает питательная среда. Развитие микрорастений исследуемых сортов находилось в прямой зависимости от состава питательной среды [6].

Все семеноводческие мероприятия сводятся к максимальному получению здорового посадочного материала картофеля. Поэтому важным аспектом нашей работы было выявление влияния регуляторов роста на коэффициент размножения растений в культуре *in vitro* [3].

Целью наших исследований являлось изучение влияния модифицированной питательной среды с применением новых препаратов на культивирование *in vitro* микрорастений картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования осуществлялись согласно методикам по проведению работ с культурой ткани и клонального микроразмножения картофеля, методике по картофелю,

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

разработанным Всероссийским НИИ картофельного хозяйства им. Лорха и кафедрой биотехнологии МСХА им. К. А. Тимирязева.

Опыты проводились в четырехкратной повторности (по 20 растений) согласно методике работы с культурой ткани. В процессе изучения в разные стадии развития измерялись число междоузлий, высота растений [2, 5].

Для выращивания растений из черенков мы использовали среду Мурасиге-Скуга (MS) в модификации Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. Питательную среду разливали в пробирки, закрывали ватными пробками и стерилизовали в автоклаве при давлении 0,1 МПа в течение 25 минут.

Объектом исследований служили сорта картофеля среднеспелой группы спелости: Загадка Питера, Сиреневый туман, Майский цветок, Гусар.

Схема оптимизации микроклонального размножения:

1. MS + Контроль;
2. MS + Витанолл, 10 мг/л;
3. MS + Мивал-Агро, 10 мг/л;
4. MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л;
5. MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В таблице 1 представлены данные по развитию растений картофеля в культуре *in vitro*, полученные в результате проведенных экспериментов. Изучаемые нами сорта картофеля не одинаково проявили себя на изучаемых питательных средах.

Таблица 1 – Изучение процесса морфогенеза мини-растений картофеля в зависимости от состава питательной среды

Сорт	Питательная среда	Количество междоузлий, шт/растение			
		7 день	14 день	21 день	± St на 21 день
Загадка Питера	MS – контроль	1,9	4,3	5,7	–
	MS + Витанолл, 10 мг/л	2,0	3,7	4,9	–0,8
	MS + Мивал-Агро, 10 мг/л	1,9	4,7	7,1	+1,4
	MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л	2,1	4,6	6,6	+1,1
	MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л	1,3	4,0	6,0	+0,3
Гусар	MS – контроль	2,1	3,8	5,8	–
	MS + Витанолл, 10 мг/л	1,5	3,5	5,7	–0,1
	MS + Мивал-Агро, 10 мг/л	1,8	4,7	7,0	+1,2
	MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л	1,8	4,2	6,2	+0,4
	MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л	1,3	3,2	5,3	–0,5
Сиреневый туман	MS – контроль	1,6	3,2	4,0	–
	MS + Витанолл, 10 мг/л	1,2	2,6	3,6	–0,4
	MS + Мивал-Агро, 10 мг/л	2,4	4,3	6,9	+2,9
	MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л	2,2	4,1	5,6	+1,6
	MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л	1,8	2,3	4,5	+0,5
Майский цветок	MS – контроль	2,1	3,5	4,9	–
	MS + Витанолл, 10 мг/л	1,3	3,4	4,7	–0,2
	MS + Мивал-Агро, 10 мг/л	1,5	3,7	6,3	+1,4
	MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л	2,0	3,6	5,4	+0,5
	MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л	1,9	3,4	4,2	+0,2

Из таблицы видно, что на 7 день пассажа у сорта Загадка Питера лучший результат был отмечен на питательной среде MS + L-глутаминовая кислота в концентрации 10 мл/л – 2,1 шт/растение. В последующие дни культивирования (14 и 21 день) максимум междоузлий было получено на среде с добавлением биостимулятора Мивал-Агро – 4,7 и 7,1 шт/растение соответственно по дням, что превышало стандарт на 21 день 1,4 шт/растение.

У сорта Гусар наибольшее количество междоузлий было сформировано на стандартной питательной среде – 2,1 шт/растение. На 14 день положительное действие отмечено на средах MS + Мивал-Агро – 4,7 шт/растение и MS + L-глутаминовая кислота – 4,2 шт/растение. Наилучший результат был выявлен на 21 день пассажа на среде с Мивал-Агро – 7,0 шт/растение, который превысил стандарт на 1,2 шт/растение.

По количеству междоузлий у сорта Сиреневый туман максимальные результаты на всем периоде культивирования были отмечены также на среде MS + Мивал-Агро – 2,4 шт/растение (на 7 день), 4,3 (на 14), 6,9 шт/растение (на 21 день), что выше стандарта на 21 день на 2,9 шт/растение.

На 7 день культивирования положительное действие на формирование междоузлий оказала стандартная питательная среда у сорта Майский цветок и составила 2,1 шт/растение. На последующие дни подсчетов максимальные результаты были получены с применением Мивал-Агро на 21 день – контрольный результат был превышен на 1,4 шт/растение.

Рост определяют как процесс дифференцировки структуры организма за счет образования новых и увеличения старых его элементов, оказывающий решающее влияние на распределение, перераспределение и использование образующихся при фотосинтезе и метаболизме органических веществ, а также поглощенных минеральных солей и воды, которые участвуют в образовании новых органов, тканей и их регенерации, запасных отложений. Поэтому одной из важнейших задач является обеспечение такой интенсивности и направленности ростовых процессов в растениях, при которых достигалось бы наиболее рациональное с точки зрения потребностей производства распределение по органам растений продуктов фотосинтеза и метаболизма [3].

В задачи наших исследований входило ускорение роста и развития микрорастений. Важным составляющим при этом является включение в состав питательной среды регуляторов роста.

Из анализа данных таблицы 2 видно, что на 7 день культивирования самыми высокими были растения у сорта Гусар (28,3 мм) на питательной среде с добавлением Мивал-Агро. На остальных сортах максимальный результат также был отмечен на этой же питательной среде. Положительное влияние оказала на высоту растений среда MS + L-глутаминовая кислота, на всех сортах были получены хорошие результаты.

На 14 и 21 день контроля можно также отметить тот факт, что среда MS + Мивал-Агро оказала благоприятное воздействие на рост растений в высоту. Лучший показатель получен у сорта Гусар – 50,3 и 86,7 мм соответственно по дням, что превысило стандарт на 11,8 мм. Также благоприятное действие было отмечено на питательной среде с добавлением L-глутаминовой кислоты у всех изучаемых нами сортов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования свидетельствуют, что на развитие морфогенеза у всех изучаемых нами сортов положительное действие было выявлено на питательной среде MS с добавлением Мивал-Агро, так как он улучшает транспорт питательных элементов и ускоряет обменные процессы внутри клетки. В отличие от существующих стимуляторов

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Динамика роста мини-растений картофеля в зависимости от состава питательной среды

Сорт	Питательная среда	Высота растений, мм			
		7 день	14 день	21 день	± St на 21 день
Загадка Питера	MS – контроль	13,9	45,1	69,5	–
	MS + Витанолл, 10 мг/л	10,5	42,2	67,4	–2,1
	MS + Мивал-Агро, 10 мг/л	18,3	41,6	84,2	+14,7
	MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л	16,5	46,1	78,9	+9,4
	MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л	14,2	37,5	75,4	+5,9
Гусар	MS – контроль	18,4	48,3	74,9	–
	MS + Витанолл, 10 мг/л	17,4	34,7	62,6	–12,3
	MS + Мивал-Агро, 10 мг/л	28,3	50,3	86,7	+11,8
	MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л	27,8	52,1	82,6	+7,7
	MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л	25,1	57,4	64,6	–10,3
Сиреневый туман	MS – контроль	18,5	37,9	57,7	–
	MS + Витанолл, 10 мг/л	16,3	38,3	61,6	+3,9
	MS + Мивал-Агро, 10 мг/л	22,2	44,3	67,2	+9,5
	MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л	20,3	49,4	71,6	+13,9
	MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л	19,6	45,6	62,1	+4,4
Майский цветок	MS – контроль	18,3	32,9	50,3	–
	MS + Витанолл, 10 мг/л	16,8	33,2	49,3	–1,0
	MS + Мивал-Агро, 10 мг/л	17,8	43,5	61,7	+11,4
	MS + L-глутаминовая кислота, 10 мг/л	17,2	40,6	59,9	+9,6
	MS + L-аспарагиновая кислота, 10 мг/л	14,2	36,6	51,3	+1,0

роста растений Мивал-Агро обладает более широким спектром биологического действия, а по специфическому механизму действия не имеет аналогов; ускоряет рост и развитие растения, повышает продуктивность, формирует урожай более высокого качества.

Список литературы

1. Лобачев, Д. А. Применение регуляторов роста при ускоренном размножении оздоровленного картофеля в культуре *in vivo* / Д. А. Лобачев // Вестн. Саратовского госагроун-та им. Н. И. Вавилова. – 2010. – № 8. – С. 21–22.
2. Методические указания по использованию приемов ускоренного размножения картофеля / С. А. Банадысев [и др.]; БелНИИ картофелеводства. – Самохваловичи, 2002. – 14 с.
3. Мишуrow, В. П. Сортная реакция растений картофеля на условия *in vitro* и состав питательной среды / В. П. Мишуrow // Картофель и овощи. – 2009. – № 1. – С. 27.
4. Семенечин, С. А. Совершенствование состава питательной среды при ускоренном размножении оздоровленного материала картофеля *in vitro* / С. А. Семенечин // Актуальные проблемы биологии и экологии : тез. докл. 14-й Коми респ. молодеж. науч. конф. – Сыктывкар, 2000. – Т. 2. – С. 195–196.
5. Тимофеева, О. А. Клональное микроразмножение растений : учеб-метод. пособие / О. А. Тимофеева, Ю. Ю. Невмержицкая. – Казань : Казанский ун-т, 2012. – 56 с.
6. Шевелуха, В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. Избранные сочинения / В. С. Шевелуха. – М. : ИТРК, 2016. – Т. 1. – 594 с.

Поступила в редакцию 04.11.2019 г.

Yu. N. FEDOROVA, L. N. FEDOROVA

**GROWTH REGULATORS EFFECT ON DEVELOPMENT OF
POTATOES MICROPLANTS MORPHOGENESIS *IN VITRO***

SUMMARY

The research results of the influence of growth regulators on the morphogenesis of potatoes plants in culture in vitro are presented in the article. As a result, it was found that the development of morphogenesis in all varieties studied by us had a positive effect on the growing medium MS with the addition of Mival-Agro, as it improves the transport of nutrients and accelerates the exchange of processes within the cell.

Key words: potatoes, microelements, morphogenesis, clonal micro-reproduction, variety, growing medium.

УДК 635.21:631.816

Н. А. Хох, Л. С. Рутковская

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства

Национальной академии наук Беларуси», г. Щучин, Гродненская область

E-mail: nina.xox@mail.ru

ПРЕДПОСАДОЧНОЕ ПРОТРАВЛИВАНИЕ СЕМЕННЫХ КЛУБНЕЙ – ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ**РЕЗЮМЕ**

В статье представлены результаты исследований эффективности защитно-стимулирующих составов, созданных на основе протравителей инсектицидного и фунгицидного действия, микроудобрений, регуляторов роста растений.

Комплексная оценка эффективности показала, что лучшим вариантом для протравливания среднеспелого сорта картофеля Скарб является защитно-стимулирующий состав, созданный на основе протравителя инсектицидного действия Койот (0,25 л/т) и фунгицидного действия Максим (0,4 л/т) с введением в их состав регулятора роста Альбит (0,1 л/т). Его применение для предпосадочного протравливания клубней картофеля позволило получить урожайность на уровне эталонного протравителя Эместо Квантум и повысить рентабельность производства на 11,1 %.

Ключевые слова: картофель, протравливание, защитно-стимулирующий состав, болезни, интенсивность, ризоктониоз, эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из основных продовольственных культур, имеющих огромное значение в питании населения. Потенциальная продуктивность его при оптимальных условиях возделывания достигает 60–80 т/га [1]. Однако в республике ежегодно складывается ситуация, далекая от оптимума. Так, в 2018 г. урожайность по областям находилась на уровне 20,4–31,2 т/га, что значительно ниже потенциальной [2]. Одной из причин низкой реализации потенциала возделываемых в республике сортов картофеля является поражение болезнями. Ежегодные потери урожая картофеля от болезней, по данным российских ученых, составляют 40–50 % в период вегетации и до 30 % в процессе зимнего хранения клубней [3]. По мнению отечественных ученых, фитопатологическая ситуация в посадках картофеля в последнее время обостряется, чему способствует нарастающая вредоносность ризоктониоза, серебристой парши, антракноза, сухой фузариозной гнили, альтернариоза, фитофтороза и других болезней как во время вегетации, так и во время хранения [4].

Одним из эффективных, хотя и дорогостоящих приемов борьбы с болезнями является предпосадочное протравливание семенных клубней. Современные сажалки оборудованы специальными приспособлениями для проведения обеззараживания клубней во время посадки, что экономит средства по сравнению с заблаговременным протравливанием.

Следует отметить, что данный прием не находит широкого применения в товарных хозяйствах. Так, например, в последние годы в хозяйствах Гродненской области протравливается не более 40 % семенного картофеля, при этом более половины из них

только протравителями инсектицидного действия. Исследованиями установлено, что наиболее эффективными являются препараты комбинированного действия, в частности Эместо Квантум [5]. При их применении спектр вредных объектов, против которых направлен данный прием, значительно шире (тля, колорадский жук, проволочники, ризоктониоз, парша обыкновенная, серебристая и другие болезни). Наибольшей вредоносностью среди болезней, на борьбу с которыми направлено протравливание семенного материала, является ризоктониоз. В годы с холодной весной и избыточным увлажнением он может привести к значительной изреженности посадок (15–20 %), а потери урожая при благоприятных условиях для его развития могут составлять 30–45 % [4].

Однако применение комбинированных протравителей сдерживается высокой ценой. Так, стоимость протравливания гектарной нормы семенного материала в зависимости от его расхода и выбранного препарата составляет 150–200 долл. США. Поэтому целью наших исследований являлось удешевление данного приема путем создания защитно-стимулирующих составов, близких по эффективности к лучшему протравителю с широким спектром вредных объектов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на опытном поле РУП «Гродненский зональный институт растениеводства Национальной академии наук Беларуси» в 2016–2017 гг. Почва на опытном участке дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7 м моренным суглинком. Пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,44–1,77 %; подвижного фосфора – 250–299 мг/кг почвы; обменного калия – 175–207 мг/кг почвы; pH в KCl – 5,3–5,9. Предшественник – озимые зерновые культуры. Калийные удобрения (K_{290}) вносились осенью, фосфорные (P_{40}) и азотные (N_{90}) – весной. При смыкании ботвы в рядках проведена подкормка азотными удобрениями из расчета 30 кг действующего вещества на гектар.

Оценка поражения стеблей ризоктониозом проводилась трижды за вегетацию (полные всходы, бутонизация – цветение и начало отмирания ботвы) и на клубнях после уборки (клубневой анализ).

Для расчета интенсивности болезни определялось поражение стеблей в баллах (в каждой повторности выкапывалось 10 растений) по следующей шкале: 0 – нет поражения; 1 – единичные пятна, поверхностные, не более 1/4 длины ростка, подземной части стебля; 2 – язвы глубокие, охватывающие всю окружность и более 1/2 длины ростка, стебля; 3 – язвы глубокие, охватывающие всю окружность и более 1/2 длины ростка, стебля, приводящие к частичному увяданию стебля и пожелтению листьев; 4 – загнивание ростка, нижней части стебля, корней, вызывающее полное увядание и гибель растения [6].

Исследования осуществлялись на среднеспелом сорте Скарб. Климатические условия в годы исследований отличались по температурному и водному режимам, что позволило получить максимально объективные данные. Благоприятные условия для развития ризоктониоза сложились в 2017 г. (неравномерное выпадение осадков и резкие перепады температур воздуха в дневные и ночные часы), что привело к тому, что интенсивность ризоктониоза в 2,6 раза была выше 2016 г.

Объектом исследований являлись защитно-стимулирующие составы, созданные на основе протравителей инсектицидного (Койот) и фунгицидного (Максим) действия, микроудобрения (Гисинар М), регуляторов роста растений (Оксигумат, Альбит), а также препарата Приалин. В качестве эталонного протравителя использовался препарат Эместо Квантум.

Закладка опыта проводилась в оптимальные для Гродненской области сроки с нормой посадки 50 тыс. клубней на гектар. Общая площадь опытной делянки 45 м², учетной – 30 м². Повторность четырехкратная.

Обработка семенных клубней протравителями и защитно-стимулирующими составами осуществлялась непосредственно при посадке (ранцевым опрыскивателем обрабатывались семенные клубни и дно борозды) по схеме опыта:

1. Контроль (без обработки протравителем);
2. Эместо Квантум 0,35 л/т (эталон).

Двухкомпонентные защитные составы:

1. Койот, 0,25 л/т + Максим, 0,4 л/т;
2. Койот, 0,25 л/т + Приалин, 0,2 л/т.

Трехкомпонентные защитно-стимулирующие составы:

1. Койот, 0,25 л/т + Максим, 0,4 л/т + Гисинар, М 0,5 л/т;
2. Койот, 0,25 л/т + Максим, 0,4 л/т + Оксигумат, 0,25 л/т;
3. Койот, 0,25 л/т + Максим, 0,4 л/т + Альбит, 0,1 л/т.

Четырехкомпонентные защитно-стимулирующие составы:

1. Койот, 0,25 л/т + Максим, 0,4 л/т + Оксигумат, 0,25 л/т + Гисинар М, 0,5 л/т;
2. Койот, 0,25 л/т + Максим, 0,4 л/т + Альбит, 0,1 л/т + Гисинар М, 0,5 л/т.

До всходов картофеля сформированы гребни (КГО-4) и внесен почвенный гербицид Зенкор Ультра (1,0 л/га).

Во всех вариантах опыта, начиная с фазы смыкания ботвы в рядках, проведено четыре фунгицидные обработки: Инфинито – 1,4 л/га, Ридомил Голд – 2,5 кг/га, Ревус – 0,6 л/га, Ширлан – 0,35 л/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для определения эффективности созданных защитно-стимулирующих составов в течение вегетации определялась пораженность растений ризоктониозом. Как показали учеты, проведенные в фазу полных всходов, применяемые защитно-стимулирующие составы оказали ингибирующее действие на интенсивность развития ризоктониоза (табл. 1).

В среднем за два года интенсивность ризоктониоза в варианте без протравливания во время первого учета составила 13,7 %. Применение изучаемых композиционных составов снизило интенсивность болезни до 3,7–6,0 %, что в 2,3–3,7 раза меньше, чем в контроле. При этом биологическая эффективность составов находилась в интервале 56,2–73,0 %. Минимальная интенсивность ризоктониоза отмечена в эталонном варианте 3,5 %, его биологическая эффективность составила 74,5 %. Практически идентичное развитие патогена 3,7 % зафиксировано при использовании двухкомпонентного состава Койот + Приалин и трехкомпонентного – Койот + Максим + Альбит, их биологическая эффективность находилась на уровне 73,0 %.

Следует отметить, что максимальная биологическая эффективность изучаемых защитно-стимулирующих составов, как и эталонного протравителя Эместо Квантум, наблюдалась в фазу полных всходов. Из последующих учетов видно, что интенсивность ризоктониоза возрастала, а эффективность составов снижалась. Так, в фазу «бутонизация – цветение» интенсивность ризоктониоза в контрольном варианте увеличилась на 2,5 % и составила 16,2 %, в изучаемых вариантах данный показатель возрастал медленнее (+1,3–2,0 %) и составил 5,1–8,0 %, что в 2,0–3,2 раза меньше, чем в контроле. Минимальная интенсивность патогена (4,7 %) отмечена в эталонном варианте, биологическая эффективность при этом достигала 71,0 %. Наиболее близкое значение данного

Таблица 1 – Влияние защитно-стимулирующих составов на интенсивность ризоктониоза и их биологическая эффективность по фазам развития растений картофеля, среднее за 2016–2017 гг.

Вариант	Полные всходы		Бутонизация – цветение		Начало отмирания ботвы	
	Интенсивность болезни, %	Биологическая эффективность, %	Интенсивность болезни, %	Биологическая эффективность, %	Интенсивность болезни, %	Биологическая эффективность, %
Контроль – без протравливания	13,7	–	16,2	–	25,0	–
Эмосто Квантум (эталон)	3,5	74,5	4,7	71,0	11,8	52,8
Двухкомпонентные защитные составы						
Койот + Максим	6,0	56,2	8,0	50,6	16,1	35,6
Койот + Приалин	3,7	73,0	5,6	65,4	13,2	47,2
Трехкомпонентные защитно-стимулирующие составы						
Койот + Максим + Гисинар М	5,5	59,9	6,8	58,0	16,1	35,6
Койот + Максим + Оксигумат	5,1	62,8	7,0	56,8	15,0	40,0
Койот + Максим + Альбит	3,7	73,0	5,1	68,5	13,0	48,0
Четырехкомпонентные защитно-стимулирующие составы						
Койот + Максим + Гисинар М + Оксигумат	4,1	70,1	6,0	63,0	13,4	46,4
Койот + Максим + Гисинар М + Альбит	3,8	72,3	5,3	67,3	13,9	44,4

показателя к эталону обеспечил вариант с применением баковой смеси протравителей Койот и Максим с Альбитом (68,5 %). Все остальные изучаемые составы по эффективности уступали эталонному протравителю в значительной степени.

Обследование стеблей в начале отмирания ботвы показало, что развитие ризктониоза продолжалось. В контрольном варианте его интенсивность составила 25,0 %, что на 8,8 % выше по сравнению со вторым учетом и на 11,3 % – с первым. Но изучаемые защитно-стимулирующие составы по-прежнему оказывали на возбудителя ингибирующее действие, снизили интенсивность болезни в 1,6–1,9 раза по сравнению с вариантом без протравливания. При этом биологическая эффективность находилась на уровне 35,6–48,0 %. В эталонном варианте интенсивность ризктониоза ниже контроля в 2,1 раза, биологическая эффективность – 52,8 %. Наиболее близки к эталонному протравителю по данному показателю композиционные составы Койот + Приалин (47,2 %) и Койот + Максим + Альбит (48,0 %).

Ризктониоз вредоносен весь период вегетации, но особенно опасен в начале, когда, по данным некоторых авторов, поражение ростков может привести к изреженности посадок до 20 % и более. Сравнительный анализ данных по эффективности изучаемых составов в течение вегетации показал преимущество двухкомпонентного состава, состоящего из протравителя Койот и препарата Приалин, и трехкомпонентного – Койот + Максим + Альбит, эффективность которых в фазу полных всходов составила 73,0 %, что практически на уровне с эталоном. Их преимущество среди изучаемых составов сохранялось весь период вегетации, хотя эффективность была несколько ниже эталона.

Клубневой анализ, проведенный в послеуборочный период, показал, что проявление ризктониоза на клубнях носило депрессивный характер (покрытие склероциями не превышало 1/10 поверхности клубня) (табл. 2). Интенсивность болезни в изучаемых вариантах находилась на уровне 1,8–3,6 %, при этом биологическая эффективность защитно-стимулирующих составов составляла 48,6–74,3 %.

Наиболее эффективными изучаемыми вариантами оказались Койот + Максим + Альбит и Койот + Максим + Гисинар М + Альбит, где интенсивность ризктониоза (1,8 %) и биологическая эффективность (74,3 %) составов находилась на уровне эталонного протравителя.

Основной болезнью, лимитирующей качество продовольственного картофеля, является парша обыкновенная, ее развитие также носило депрессивный характер. В среднем за два года интенсивность парши в зависимости от варианта колебалась от 0 до 2,3 %, что на 3,7–6,0 % меньше, чем в контрольном варианте. Наиболее эффективными против актиномицетов оказались следующие составы: Койот + Максим + Альбит и Койот + Максим + Гисинар М + Альбит, где не отмечено поражение паршой и биологическая эффективность составила 100 %. Высокая биологическая эффективность (86,7 %) против данного патогена и низкая интенсивность поражения (0,8 %) отмечена также у двухкомпонентного состава Койот + Приалин и четырехкомпонентного – Койот + Максим + Гисинар М + Оксигумат. Действие эталонного протравителя против данного возбудителя было менее эффективным и составило 66,7 %.

Таким образом, по эффективности против комплекса изучаемых болезней в годы исследований можно отметить следующие композиционные составы: двухкомпонентный защитно-стимулирующий состав Койот + Приалин; трехкомпонентный – Койот + Максим + Альбит и четырехкомпонентный – Койот + Максим + Гисинар М + Альбит.

При уборке урожая учитывался как общий, так и товарный урожай (крупная фракция размером более 60 мм). В среднем за годы исследований общая урожайность в изучаемых вариантах находилась в пределах 51,4–55,9 т/га, что на 5,2–15,3 % выше

Таблица 2 – Влияние защитно-стимулирующих составов на пораженность клубней ризоктониозом и паршой обыкновенной, хозяйственная и экономическая эффективность их применения, среднее за 2016–2017 гг.

Вариант	Ризоктониоз		Парша обыкновенная		Урожайность, т/га		Затраты на протравливание, долл. США/га	Рентабельность, %
	Интенсивность болезни, %	Биологическая эффективность, %	Интенсивность болезни, %	Биологическая эффективность, %	общая ± к контролю	товарная ± к контролю		
Контроль без протравливания	7,0	–	6,0	–	48,5 –	27,2 –	–	22,8
Эместо Квантум (эталон)	1,7	75,7	2,0	66,7	56,6 +8,1	34,4 +7,2	181,8	37,7
Двухкомпонентные защитные составы								
Койот + Максим	3,6	48,6	2,0	66,7	51,0 +2,5	32,5 +5,3	70,3	33,5
Койот + Приалин	2,6	62,9	0,8	86,7	54,1 +5,6	36,6 +9,4	47,5	46,6
Трехкомпонентные защитно-стимулирующие составы								
Койот + Максим + Гисинар М	3,2	54,3	2,3	61,7	51,4 +2,9	32,5 +5,3	80,8	33,3
Койот + Максим + Оксигумат	3,3	52,9	1,5	75,0	53,0 +4,5	32,5 +5,3	71,9	35,6
Койот + Максим + Альбит	1,8	74,3	0	100,0	55,9 +7,4	38,0 +10,8	95,5	48,8
Четырехкомпонентные защитно-стимулирующие составы								
Койот + Максим + Гисинар М + Оксигумат	2,4	65,7	0,8	86,7	52,4 +3,9	33,0 +5,8	82,4	35,4
Койот + Максим + Гисинар М + Альбит	1,8	74,3	0	100,0	55,2 +6,7	36,5 +9,3	106,0	44,4
НСР _{0,5}	–	–	–	–	1,59	1,04	–	–

контрольного варианта. На уровне эталонного варианта данный показатель отмечен в вариантах с применением трехкомпонентного состава Койот + Максим + Альбит (55,9 т/га) и четырехкомпонентного – Койот + Максим + Гисинар М + Альбит (55,2 т/га). Товарная урожайность в зависимости от защитно-стимулирующего состава находилась на уровне 32,5–38,0 т/га, что выше варианта без протравливания на 19,5–39,7 %. Следует отметить, что данный показатель в вариантах с применением двухкомпонентного состава Койот + Приалин, трехкомпонентного – Койот + Максим + Альбит и четырехкомпонентного – Койот + Максим + Гисинар М + Альбит выше варианта с применением протравителя Эместо Квантум на 2,2; 3,6 и 2,1 т/га соответственно.

Расчет экономической эффективности свидетельствует, что затраты на предпосадочную обработку семенных клубней (4,3 т/га) протравителем Эместо Квантум (эталон) составили 181,8 долл. США/га. Замена дорогостоящего эталонного протравителя на баковую смесь (Койот + Максим) снижает затраты на проведение протравливания до 70,3 долл. США/га, или на 61,3 %. Значительное снижение затрат на протравливание не только к эталону (–73,9 %), но и к баковой смеси протравителей: Койот + Максим (–32,4 %) наблюдалось при замене фунгицидного протравителя Максим на препарат Приалин. Рентабельность в связи со значительным снижением затрат на протравливание по сравнению с эталоном выросла на 8,9 %.

Формирование сложных защитно-стимулирующих составов увеличило затраты на предпосадочную обработку по сравнению с баковой смесью пестицидов (Койот + Максим) на 1,6–35,7 долл. США/га. Однако за счет получения дополнительного урожая рентабельность выросла до 35,6–48,8 %. Исключение составил вариант с составом Койот + Максим + Гисинар М. Что касается сравнения данных показателей с эталоном, то несмотря на снижение затрат, рентабельность выше эталона только в вариантах со следующими составами: Койот + Приалин, Койот + Максим + Альбит и Койот + Максим + Гисинар М + Альбит. Максимальная рентабельность получена в варианте Койот + Максим + Альбит (48,8 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ хозяйственной и экономической эффективности показал, что лучшим вариантом для протравливания среднеспелого сорта картофеля Скарб является защитно-стимулирующий состав, созданный на основе протравителя инсектицидного действия Койот (0,25 л/т) и фунгицидного действия Максим (0,4 л/т) с введением в их состав регулятора роста Альбит (0,1 л/т), который позволил получить урожайность на уровне эталонного протравителя Эместо Квантум и повысить рентабельность производства на 11,1 %.

Следует также отметить наиболее экономичный вариант предпосадочной обработки семенного материала составом Койот + Приалин, который при относительно хороших показателях эффективности против изучаемых болезней обеспечил товарную урожайность на 2,2 т/га выше эталона, что способствовало росту рентабельности до 46,6 %.

Список литературы

1. Анципович, Н. А. Влияние условий выращивания и устойчивости сортов на качество семенного картофеля различных групп спелости / Н. А. Анципович, В. И. Дударевич, В. Л. Маханько // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: С. А. Турко [и др.]. – Минск, 2017. – Т. 25. – С. 215–223.
2. Клочков, А. Погода и урожайность. Уроки 2018 года / А. Клочков, О. Соломко, О. Клочкова // Белорусское сельское хозяйство. – 2018. – № 12. – С. 14.

3. Симаков, Е. А. Перспективные направления использования методов биотехнологии в селекционно-генетических исследованиях по картофелю / Е. А. Симаков // Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Сб. науч. тр. Сер. «Картофелеводство» / ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. – М., 2014. – С. 16–24.

4. Бусько, И. И. Серкадис® – новая эра в протравливании картофеля против болезней / И. И. Бусько, И. В. Леванцевич, В. И. Калач // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: С. А. Турко [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 26. – С. 130–135.

6. Сидоренко, Т. Н. Эффективность защиты картофеля по результатам производственных опытов / Т. Н. Сидоренко, Л. Г. Тихонова // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: С. А. Турко [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 26. – С. 165–169.

5. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 696 с.

Поступила в редакцию 23.10.2019 г.

N. A. KHOH, L. S. RUTKOVSKAYA

PRE-PLANTING TREATMENT OF SEED TUBERS IS AN EFFECTIVE WAY TO INCREASE POTATOES YEILD

SUMMARY

The research results of the effectiveness of protective-stimulating compounds created on the basis of insecticidal and fungicidal disinfectants, micronutrient fertilizers, plant growth regulators are presented in the article.

The comprehensive efficiency assessment showed that the best option for treatment the medium-sized Scarb potatoes variety was a protective-stimulating composition based on Coyote insecticidal protectant (0.25 l/t) and Maxim fungicidal agent (0.4 l/t) with Albite growth regulator (0.1 l/t). Its application for pre-planting treatment of potatoes tubers allowed to obtain yield at the level of the etalon protectant Ernesto Quantum and increase profitability of production by 11.1 %.

Key words: potatoes, treatment, protective and stimulating composition, diseases, intensity, rhizoctonia, efficiency.

РАЗДЕЛ 6

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

УДК [635.21:631.524.7]:[631.527+631.531.02+664.83](476)

В. Л. Маханько¹, С. А. Примаченко²

¹ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

² Комитет по сельскому хозяйству и продовольствию Минского областного исполнительного комитета, г. Минск
E-mail: makhanko@belbulba.by

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ В БЕЛАРУСИ

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ современного состояния селекции, семеноводства и переработки картофеля в Беларуси. Установлены основные проблемы отрасли и предложены пути повышения ее эффективности: частичная переориентация направлений использования урожая в областях; концентрация производства столового картофеля высокого качества в крупнотоварных хозяйствах; развитие семеноводства технических сортов картофеля с содержанием крахмала более 20 %; создание сырьевых зон по производству технического картофеля; приведение сортовой структуры картофеля к научно обоснованным нормам.

Ключевые слова: картофель, селекция, семеноводство, переработка, сорт, рынок.

ВВЕДЕНИЕ

Являясь традиционной сельскохозяйственной культурой в Южной Америке, картофель ближе к концу XVI в. попал в Европу. Нет единого мнения о времени появления картофеля на территории современной Беларуси. Первое упоминание о картофеле в Великом княжестве Литовском относится к 1676 г., а уже при короле польском и великом князе литовском Августе III (1736–1763 гг.) картофель стал достаточно распространенной сельскохозяйственной культурой. Стоит отметить, что уже к середине XIX в. на территории Беларуси было 150 крахмальных и винокуренных заводов, где основным сырьем являлся картофель. В 60-х гг. XIX в. Гродненская губерния занимала первое место в Российской империи по количеству переработанного на спирт картофеля, а все белорусские губернии давали 25 % валового сбора картофеля в Империи [2].

Период наиболее благоприятного развития белорусского картофелеводства пришелся на конец 70-х – начало 80-х гг. прошлого столетия. В этот период урожайность картофеля по республике была на уровне 200 ц/га, а каждый третий гектар посадок картофеля в СССР занимали белорусские сорта (Темп, Лошицкий, Огонек, Белорусский ранний) [1]. Этому в значительной степени способствовало создание научно-производственного объединения по картофелю. В состав данной структуры входили БелНИИ картофелеводства и плодоовощеводства, областные сельскохозяйственные опытные станции и элитпроизводящие хозяйства. Была успешно реализована концепция

«авторского семеноводства», которая существует в развитых картофелепроизводящих странах уже на протяжении не одного десятилетия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Теоретической и методологической базой для исследования данной проблемы послужили работы отечественных авторов по вопросам изучения современного состояния селекции, семеноводства и переработки картофеля в Республике Беларусь. В процессе исследований применялись следующие методы: монографический, абстрактно-логический, нормативный, логистический, синтеза и системного анализа, экспертных оценок и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Современное картофелеводство Беларуси является динамично развивающейся отраслью сельского хозяйства и благодаря поддержке государства по основным показателям вплотную приблизилось к аналогичным показателям Польши и Финляндии. Минсельхозпродом в сотрудничестве с Национальной академией наук Беларуси и областными исполнительными комитетами были разработаны и реализованы две госпрограммы развития картофелеводства, которые позволили Беларуси перейти на совершенно новый уровень производства картофеля.

Реализация Программы развития картофелеводства на 2006–2010 годы позволила: сосредоточить посадки картофеля на площади 51 тыс. га при удельном весе сортов картофеля, пригодных для промышленной переработки, 27 %;

достичь средней урожайности картофеля на уровне 205 ц/га;

обеспечить концентрацию посевов картофеля со средней площадью посадки на одно хозяйство в целом по республике 55 га;

довести удельный вес посадок картофеля в крупнотоварных организациях до 40 % от общей площади посадки в сельскохозяйственных организациях республики;

обеспечить 60 % всех посадок картофеля интенсивными сортами отечественной селекции различных групп спелости и направлений использования;

начать ремонт и модернизацию картофелехранилищ путем перепрофилирования имеющихся помещений и оснащения их оборудованием для вентилирования и поддержания микроклимата;

приступить к оснащению крупнотоварных организаций специализированной техникой и оборудованием;

увеличить экспорт картофеля по сравнению с 2006 г. в 3 раза.

В рамках Государственной комплексной программы развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства в 2011–2015 годах:

созданы 14 интеграционных комплексов по производству, хранению, переработке и реализации картофеля и продуктов из картофеля;

доведен удельный вес производства картофеля в крупнотоварных организациях до 86 % от общего объема его производства в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах при средней урожайности 300 ц/га;

усовершенствована система семеноводства;

продолжено строительство, реконструкция (модернизация) картофелехранилищ.

В 2006 г. анализ производства картофеля в сельскохозяйственных организациях республики свидетельствовал о достаточно тесной корреляции между валовыми объемами производства и посевными площадями. Следовательно, увеличение либо снижение объемов производства обусловлено в основном изменением структуры посевных

площадей. В этом случае отрасль картофелеводства ориентировалась на экстенсивный путь развития: с увеличением посевных площадей повышается валовой сбор, и наоборот.

В государственном испытании по Республике Беларусь за 2000–2006 гг. средняя урожайность по всем испытываемым сортам составила 305 ц/га, непосредственно в производстве – 155 ц/га, то есть реализация потенциала сортов не превысила 52 %, а в отношении биологической потенциальной продуктивности этот показатель находился на уровне 25–30 %. Оптимальная реализация потенциала составляет 70–80 %, то есть прямые потери от неиспользования сортовых возможностей достигали 150 ц/га и более.

Обеспеченность базовых хозяйств хранилищами в 2006 г. составляла 58 % (218 тыс. т хранения), из них только 20 % были оснащены системами микроклимата. Хранение картофеля в буртах приводило к потерям до 50 % урожая [2].

Принимая во внимание климатические условия Беларуси, социальное устройство общества и культурные традиции населения, необходимо выделить основные факторы, влияющие на направления работы с картофелем:

- а) картофель является одним из основных продуктов питания для белорусов на протяжении более двух веков;
- б) в настоящее время более 80 % картофеля выращивается на небольших приусадебных и дачных участках, где затруднено применение современных методов борьбы с болезнями и вредителями, а также невозможен точный статистический учет произведенной продукции;
- в) изменения в предпочтениях потребителей картофеля, касающиеся групп спелости сортов, внешнего вида клубней и кулинарных качеств;
- г) высокая конкуренция на рынке сортов картофеля.

Сегодня одним из направлений интенсификации картофелеводства является внедрение новых высокопродуктивных сортов с высокими потребительскими и качественными показателями. Установлено, что сортосмена (замена старых сортов новыми) более эффективна, чем сортообновление (замена низких репродукций сорта более высокими).

Полный охват всех направлений товарного рынка картофеля достигается при количестве сортов на уровне 50 наименований. В отдельном семеноводческом хозяйстве сортимент не должен превышать 8–10 наименований, в товарном – 4–5. Оптимальное соотношение сортов по спелости в Беларуси следующее: ранние и среднеранние – до 40 %, среднеспелые – до 30, среднепоздние или позднеспелые – не более 30 %.

В 2019 г. картофель в сельхозорганизациях республики выращивался на площади 27,5 тыс. га, 75,0 % из которых занимали сорта отечественной селекции. Одиннадцать основных сортов картофеля, 8 из которых белорусские, возделывались на 78,6 % посадочных площадей. Закономерность, когда 10 основных сортов занимают 60–70 % посадочных площадей, прослеживается в странах Евросоюза, Российской Федерации, США. Отечественный опыт и практика ведущих картофелепроизводящих стран мира показывает, что максимальные площади новые сорта картофеля занимают на 11–15-й год после включения сорта в государственный реестр.

Одной из тенденций мирового рынка картофеля является резкое увеличение количества новых сортов в сортименте, что связано с изменениями предпочтений конечных потребителей (форма, окраска, тип кожуры, содержание сухих веществ и крахмала, вкусовые качества, пригодность для промышленной переработки и др.). Так, с 1991 г. количество зарегистрированных в Беларуси сортов увеличилось многократно – с 19 до

147, из которых 47 сортов отечественной селекции. Бытует мнение, что использование только новых сортов способно значительно повысить урожайность в картофелеводстве, но это не всегда справедливо. В странах Евросоюза в структуре посадок картофеля 57 % занимают сорта, выведенные 50 и более лет назад. В США около 20 % посадок картофеля отведено под сорт Рассет Бербанк, созданный в конце XIX – начале XX вв. Самым старым отечественным сортом, внесенным в Госреестр Республики Беларусь с 1988 г., является сорт Ласунок.

Реализация потенциала сортов напрямую зависит от качества высаженных семян. Ссылаясь на низкое качество отечественного семенного картофеля, сельскохозяйственные предприятия различных форм собственности покупают семенной картофель репродукций «элита» и «класс А» (I репродукция) в Польше, Германии, Нидерландах. Так, за последние 15 лет количество ввезенного из стран Евросоюза семенного материала выросло с 786 т в сезон 2002/03 г. до 2208 т в сезон 2011/12 г. и достигло максимума в 4000 т в сезон 2014/15 г. [2, 3].

Следует отметить, что ни одному белорусскому субъекту семеноводства ни по одной сельскохозяйственной культуре зарубежные селекционно-семеноводческие компании до настоящего времени не передали права на оригинальное семеноводство своих сортов, зарегистрированных в Республике Беларусь. Это ставит ряд белорусских сельхозпроизводителей в зависимость от поставок семян из-за рубежа и сказывается на продовольственной безопасности нашей страны. Стоимость импортных семян картофеля в три раза выше отечественных и составляет в Беларуси 900–1200 евро. Приобретение семян категории А (первая репродукция) требует их обновления через два года. Данный факт имеет под собой экономическое обоснование, так как производители семян получают максимальную прибыль, продавая элитные и семена категории А. Кроме этого, основными выгодополучателями являются страны-производители семенного картофеля, торгуя возобновляемыми ресурсами.

Низкий коэффициент размножения, по сравнению с зерновыми культурами, характерен для картофеля в целом и связан с его биологией (вегетативное размножение) и подверженностью клубней картофеля ряду грибных, бактериальных и вирусных заболеваний. Схема семеноводства картофеля и требования к семенному материалу унифицированы с аналогичными документами стран Таможенного союза и имеют незначительные различия со стандартами ЕС. Серьезные различия наблюдаются в системе семеноводства. В Республике Беларусь базисное (оригинальное) семеноводство сосредоточено в организациях НАН Беларуси, а элитное – в хозяйствах коммунальной и частной собственности.

В картофелеводстве Беларуси остро стоит проблема качественных семян картофеля. Если на этапе оригинального семеноводства коэффициент размножения находится на уровне 3,1–4,5, то в элитном семеноводстве он снижается до неприемлемой цифры – 2,0, а в репродукционном семеноводстве – 0,6. Это свидетельствует о невыполнении требований отраслевого регламента выращивания семенного картофеля, когда не соблюдаются оптимальные сроки уборки ботвы и большая часть здорового картофеля с высоким урожайным потенциалом реализуется как продовольственный [3].

За вегетационные периоды 2015 и 2016 гг. кратность фунгицидных обработок против фитофтороза и альтернариоза по республике составила 3,6, в то время как технологическим регламентом предусмотрена минимальная пятикратная обработка картофеля фунгицидами.

Анализ урожайности картофеля в Беларуси показал, что 50 % урожая теряется по причине фитофтороза (6 т/га), некачественных семян (5,1 т/га), вирусных и бактериальных

болезней (2,8 и 0,6 т/га соответственно). Довести урожайность картофеля во всех категориях хозяйств до уровня 35–40 т/га возможно, решив проблемы семеноводства и защиты картофеля.

Согласно принятому в 2015 г. постановлению Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 29 октября 2015 г. № 37 «Об установлении требований к сортовым и посевным качествам семян сельскохозяйственных растений», семеноводство картофеля заканчивается на этапе первой репродукции, а вторая репродукция используется на товарные цели. Ряд сельскохозяйственных предприятий пренебрегает требованиями регламента и высаживает на товарные цели массовые репродукции картофеля. Особенно сильно эта тенденция проявилась в 2017 г. в Витебской области, где 19,4 % посадок занимали массовые репродукции. Третья и более низкие репродукции картофеля в хозяйствах Гомельской области составили 15,5 %, Минской – 9,4, Могилевской – 8,3, Гродненской и Брестской – 8,3 и 3,9 % соответственно. В целом по республике в 2017 г. массовыми репродукциями было занято 2,7 тыс. га, или 10,0 % посадок, что сопоставимо с площадью посадки во всей Витебской области (в 2015 г. – 14,8 % посадочных площадей). Урожайность картофеля первой репродукции составляет 100 % от урожайности элитных семян, второй – 63, третьей – 55, четвертой – 28 %.

По инициативе Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству в рамках Государственной комплексной программы развития картофелеводства, овощеводства и плодородства в 2011–2015 годах в субъектах оригинального семеноводства НАН Беларуси построено и введено в эксплуатацию 3,1 га защищенного грунта для производства до 3,2 млн мини-клубней первого клубневого поколения картофеля. Беларусь – первая из стран Таможенного союза, которая перешла на 100 %-е получение семенного картофеля на первичном этапе именно в защищенном грунте. Так делают в Голландии, Германии, Финляндии и других странах, где традиционно выращивается картофель, чтобы избежать болезней и вредителей.

Дальнейшее полевое репродуцирование оригинального семенного картофеля проводится на участках, не всегда соответствующих требованиям к производству семенного картофеля, в первую очередь из-за отсутствия пространственной изоляции и картофелепригодных севооборотов. Согласно нормативам пространственная изоляция при производстве оригинальных семян должна составлять не менее 500 м от производственных массивов, иных участков картофеля (ЛПХ), садов, ягодников, овощных и бобовых культур, теплиц и парников.

Относительно высокий процент некондиционности оригинальных и элитных семян связан с пораженностью клубней паршой обыкновенной и ризоктониозом, что зачастую обусловлено неблагоприятными условиями выращивания и отсутствием специализированных картофельных севооборотов в ряде субъектов семеноводства картофеля.

Также дальнейшего совершенствования требует законодательство в области семеноводства. Большинство посадок семенного картофеля в странах Евросоюза расположено в специализированных семеноводческих зонах на морских побережьях с пространственной изоляцией от источников вирусной и бактериальной инфекции. Республика Беларусь не располагает территориями, сходными по природно-климатическим условиям с морским побережьем, но по опыту США есть все необходимые предпосылки для производства качественного семенного картофеля в специализированных закрытых зонах.

Сравнительно высокий уровень потребления населением свежего картофеля при недостаточном потреблении готовых картофелепродуктов обусловлен низким уровнем перерабатывающей отрасли, недостаточным качеством картофельного сырья, а также сложившимися традициями питания абсолютного большинства населения Республики Беларусь. Среднедушевое потребление картофелепродуктов в Беларуси не превышает 2 кг в год, в то же время в странах ЕС – 25–40, США – 50 кг в год. На рынке Республики Беларусь среди обилия замороженных плодов, овощей, картофеля и овощных смесей практически отсутствует продукция отечественных производителей. В первую очередь это связано с недостаточным количеством современных перерабатывающих предприятий, способных производить продукцию мирового уровня при низкой себестоимости и только из местного сырья. Ассортиментный состав основных видов продуктов из картофеля, производимых в республике, незначителен и включает в основном замороженные и обжаренные картофелепродукты. В настоящее время в нашу страну ежегодно завозится около 4000 т замороженных картофелепродуктов из свежего картофеля, при этом производится не более 100 т. В небольших количествах отдельными фирмами выпускаются сухие картофелепродукты. Возникает резонный вопрос, почему качество сырья низкое и нет сортов. Сорта есть, но помимо сортов необходимо соблюдать специализированные технологии выращивания картофеля для переработки, то есть не каждый сорт пригоден для переработки, а из ненадлежаще выращенной партии картофеля данного сорта не всегда получатся качественные картофелепродукты. Данное положение справедливо и для технических сортов картофеля, предназначенных для получения крахмала. Современное картофелеводство должно ориентироваться на целевое производство картофеля для нужд конкретных потребителей.

Потребность Республики Беларусь в картофельном крахмале для собственных нужд составляет 19–20 тыс. т в год. В настоящее время производится всего около 9 тыс. т крахмала, или 45,8 % от потребности, несмотря на то, что крахмальная отрасль всегда была значимой для страны. Производство крахмала в республике осуществляется на 13 специализированных заводах и 3 цехах, суммарная мощность которых составляет 16,8 тыс. т в год. Недостаточное производство крахмала отечественными предприятиями объясняется:

- низким содержанием крахмала в картофеле, который поступает на переработку (10–12 %) при базисном 15 %;

- сокращением производства картофеля в сельскохозяйственных предприятиях;

- значительной разницей в закупочной цене на продовольственный и технический картофель;

- ведомственной разобщенностью производителей сырья и переработчиков и, как следствие, разными интересами и подходами к решению общей проблемы.

Опыт передовых перерабатывающих предприятий мира показывает, что высокопроизводительное производство картофеля невозможно без формирования эффективно функционирующих сырьевых зон, о создании которых неоднократно выносил предложения академик, Герой социалистического труда, дважды лауреат Государственной премии П. И. Альсмик еще с середины 60-х гг. XX в.

Основными принципами создания и формирования сырьевой зоны по производству картофеля для переработки являются:

- стабильный состав участников сырьевой зоны, закрепленный долгосрочными договорами с фиксацией прав, обязательств и гарантий;

площадь возделывания картофеля в каждом хозяйстве не менее 100 га, урожайность не менее 25 т/га, удаленность от места переработки не более 30 км для крахмальных заводов и до 100 км в случае производства картофелепродуктов;

авансирование перерабатывающим предприятием производства сырья в размере не менее 30 % от стоимости поставляемого картофеля на закупку семян, средств химической защиты и топлива;

использование только специализированных сортов картофеля;

цена на картофель для переработки и объемы поставок корректируются ежегодно и закрепляются в приложении к основному долгосрочному договору;

применение современных ресурсосберегающих специализированных технологий производства картофеля исходя из конкретных почвенно-климатических условий, достигнутого уровня производства картофеля, уровня квалификации производственного персонала, наличия материально-технической базы для возделывания и хранения картофеля.

Высокие результаты по производству технического картофеля были достигнуты в ОАО «Александрия-Агро» Каменецкого района Брестской области, где отечественные сорта Здабытак, Атлант и Рагнеда обеспечивали сбор крахмала на уровне 5,7–8,3 т/га при содержании крахмала 16,0–23,0 %.

Развитие современного рынка столового картофеля показывает, что доля картофеля, реализуемого в розницу через крупные предприятия торговли Беларуси, в ближайшее десятилетие будет увеличиваться. Для мелкой расфасовки (1, 3 и 5 кг) наиболее пригодными будут клубни размером 50–70 мм, причем одновременно в продаже должны будут находиться сорта различных кулинарных типов. Постепенно возрастет доля продажи мытого и очищенного картофеля. Для этих целей целесообразно использовать сорта с невысоким содержанием сухих веществ (во избежание внутренних повреждений) и нетемнеющей мякотью. Отдельную долю рынка займет картофель, выращенный по экологической технологии, без применения минеральных удобрений и средств защиты.

За последние пять лет значительно вырос экспорт столового картофеля – с 58 до 300 тыс. т, а поставки белорусского семенного картофеля в Россию превысили таковые из Германии. Нарастание поставок высококачественного семенного картофеля за пределы республики является одной из приоритетных задач в картофелеводстве.

Следует отметить, что в настоящее время емкость отечественного рынка картофеля невелика, а экспорт столового картофеля в Российскую Федерацию определяется уровнем недополученного там урожая. В последние два года белорусский картофель востребован в Узбекистане, Казахстане, Грузии.

Благодаря углубленной специализации картофелепроизводящих хозяйств республика обеспечена хранилищами на 800 тыс. т для долгосрочного хранения картофеля. Обеспеченность специализированных хозяйств картофелеуборочной техникой близка к 100 %.

В отрасли продолжился процесс концентрации производства, что положительно сказалось на себестоимости, товарности и качестве продукции. Площадь картофельного поля на одно картофелепроизводящее хозяйство превысила 100 га. Вместе с тем тревожным фактом является сокращение посадочных площадей картофеля в сельскохозяйственных предприятиях на 22,7 % по сравнению с 2016 г., на 25–30 % снизилась площадь посадки в Минской, Брестской и Витебской областях. Данный факт можно связать со значительно возросшей стоимостью перевозки автомобильным транспортом.

Впервые картофелеводы Беларуси в 2017 г. приблизились по показателям урожайности к отметке 300 ц/га, рекордсменом стала Гродненская область – 362 ц/га. В то же

время в республике есть 241 хозяйство, которое получило урожайность картофеля ниже средней по стране, и 24 предприятия, которые собрали урожая меньше, чем высадили семенных клубней.

Наметившаяся тенденция снижения себестоимости картофеля очерчивает положительные перспективы на расширение экспортных поставок. Рынок сегодня требует продукта высокого качества при низкой цене. Расчетная себестоимость выращивания 1 га семенного элитного картофеля приближается к 8 тыс. руб. На данном этапе семеноводства невозможно снизить затраты без потери качества. Резервами снижения себестоимости являются дальнейшая концентрация производства и повышение урожайности столового и технического картофеля. Опыт крупных картофелепроизводящих хозяйств республики показал, что даже в условиях относительно неблагоприятного сезона 2016–2017 гг. рентабельность продаж может достигать 37 %, а цена мытого и шлифованного картофеля в мелкой упаковке может быть в 1,5–2,0 раза выше, чем картофеля стандартного качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с целью повышения эффективности отрасли картофелеводства в Беларуси предлагается:

1. Частичная переориентация направления использования урожая – со столового на техническое, особенно для хозяйств Брестской и Гродненской областей, так как с увеличением транспортных расходов рентабельность экспортных поставок столового картофеля с низкой добавленной стоимостью снизилась и приближается к нулю.
2. Производство столового картофеля высокого качества для экспортных поставок и с высокой добавленной стоимостью сосредоточить в предприятиях, оснащенных современными хранилищами, моечным и упаковочным оборудованием с площадью посадки картофеля не менее 300 га. Данные предприятия могут действовать как логистические центры, частично дорабатывая продукцию других производителей.
3. Уделить наибольшее внимание в семеноводстве техническим сортам картофеля с содержанием крахмала 20 % и выше для повышения рентабельности работы перерабатывающих предприятий.
4. Перерабатывающим предприятиям создать сырьевые зоны по производству технического картофеля в непосредственной близости от предприятия.
5. Привести сортовую структуру посадок картофеля к научно обоснованным нормам: ранние сорта – 40 %, столовые сорта для длительного хранения – 30, технические сорта для производства крахмала – 30 %.

Список литературы

1. Валуев, В. В. Производство картофеля в странах мира / В. В. Валуев, Н. С. Кожушко, Н. Д. Гончаров. – Минск : Наука и техника, 1983. – 238 с.
2. Маханько, В. Л. Клубни грядущего на грядках вчерашнего / В. Л. Маханько // Белорус. сельское хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 102–108.
3. Срочно требуются элитхозы / В. Л. Маханько [и др.] // Белорус. сельское хозяйство. – 2016. – № 8 (172). – С. 5.

Поступила в редакцию 05.11.2019 г.

V. L. MAHANKO, S. A. PRIMACHENKO

CURRENT STATE OF POTATOES BREEDING, SEED PRODUCTION AND PROCESSING IN BELARUS

SUMMARY

The analysis of the current state of selection, seed production and processing of potatoes in Belarus is given. The main problems of the industry are identified and ways for improving its efficiency are proposed: partial reorientation of the directions of crop use in regions; concentration of production of garden potatoes of high quality in large-scale farms; development of seed production of technical potatoes varieties with a starch content of more than 20 %; creation of raw zones for the production of technical potatoes; bringing the varietal structure of potatoes to scientifically based standards.

Key words: potatoes, breeding, seed production, processing, variety, market.

Научное издание

КАРТОФЕЛЕВОДСТВО
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ТОМ 27

Основан в 1970 году

Ответственный за выпуск Л. М. Стрелецкая

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 19.03.2020. Формат 70×100 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 18,04. Уч.-изд. л. 19,17. Тираж 100 экз. Заказ 3.
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.