

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



**КАРТОФЕЛЕВОДСТВО
И ОВОЩЕВОДСТВО**

Сборник научных трудов

Том 3

Минск 2025

УДК 635.1/8+635/21(082)

Картофелеводство и овощеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2025. – Т. 3. – 176 с. – ISBN

Издание основано в 2023 г.

Редакционная коллегия:

- главный редактор – В. Л. Маханько,**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
заместитель главного редактора – Г. И. Пискун,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент;
ответственный секретарь – Е. А. Мацулевич;
С. И. Гриб, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик НАН Беларуси;
В. А. Козлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
О. Ю. Урбанович, доктор биологических наук, доцент;
В. И. Торчик, доктор биологических наук, доцент;
В. В. Азаренко, доктор технических наук, доцент,
член-корреспондент НАН Беларуси;
З. В. Ловкис, доктор технических наук, профессор,
академик НАН Беларуси;
И. А. Родькина, кандидат биологических наук, доцент;
Н. В. Русецкий, кандидат биологических наук, доцент;
Е. В. Радкович, кандидат биологических наук, доцент;
О. В. Соловей, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Л. А. Мишин, кандидат биологических наук;
Д. Д. Фицура, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. В. Чашинский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
О. Б. Незаконова, кандидат сельскохозяйственных наук;
Л. Н. Козлова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Е. С. Досина-Дубешко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. И. Чайковский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
В. В. Опимах, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Н. П. Купреенко, кандидат сельскохозяйственных наук;
В. В. Анципович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ISBN

© Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2025
© Оформление. Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», 2025

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



POTATO AND VEGETABLE GROWING

Proceedings

Volume 3

Minsk 2025

Potato and vegetable growing: proceedings / RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing» ; ed.: V. L. Makhanko [et al.]. – Minsk, 2025. – V. 3. – 176 p. – ISBN.

Founded in 2023

Editorial board:

editor-in-chief – **V. L. Makhanko**, PhD in Agricultural Sciences, associate professor;

deputy editor-in-chief – **G. I. Piskun**, Doctor of Agricultural Sciences, associate professor;

responsible secretary – **E. A. Matsulevich**;

S. I. Grib, Doctor of Agricultural Sciences, professor, Academician of the NAS of Belarus;

V. A. Kozlov, Doctor of Agricultural Sciences, professor;

O. Yu. Urbanovich, Doctor of Biological Sciences, associate professor;

V. I. Torchik, Doctor of Biological Sciences, associate professor;

V. V. Azarenko, Doctor of Engineering Sciences, associate professor, Corresponding Member of the NAS of Belarus;

Z. V. Lovkis, Doctor of Engineering Sciences, professor, Academician of the NAS of Belarus;

I. A. Rodkina, PhD in Biological Sciences, associate professor;

N. V. Rusetskiy, PhD in Biological Sciences, associate professor;

E. V. Radkovich, PhD in Biological Sciences, associate professor;

O. V. Solovey, PhD in Agricultural Sciences, associate professor;

L. A. Mishyn, PhD in Biological Sciences;

D. D. Fitsuro, PhD in Agricultural Sciences, associate professor;

A. V. Chashinskiy, PhD in Agricultural Sciences, associate professor;

O. B. Nezakonova, PhD in Agricultural Sciences;

L. N. Kozlova, PhD in Agricultural Sciences, associate professor;

E. S. Dosina-Dubeshko, PhD in Agricultural Sciences, associate professor;

A. I. Chaykovskiy, PhD in Agricultural Sciences, associate professor;

V. V. Opimah, PhD in Agricultural Sciences, associate professor;

N. P. Kupreenko, PhD in Agricultural Sciences;

V. V. Antsipovich, PhD in Agricultural Sciences, associate professor

ISBN

© Republican Unitary Enterprise «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing», 2025
© Issuance. Republican Scientific Unitary Enterprise «The Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Селекция и семеноводство картофеля и овощных культур

Бобкова О. И., Анципович В. В., Есьман А. В., Шамякова Т. В.

Эффективность использования интерферона альфа-2b при получении
epi ai u o eei ee dancai ee eadbi o aey *in vitro* 9

Гулько Ю. В., Маханько В. Л. Подбор исходных родительских форм
для селекции скороспелых низкокрахмалистых сортов картофеля 16

Козлов В. А., Медведева Е. И., Чашинский А. В., Русецкий Н. В.

Оценка высококрахмалистых гибридов картофеля по продуктивности 23

Козлова Л. Н., Незаконова О. Б. Анализ и сравнительная оценка новых

сортов картофеля по биохимическому составу 32

Козлова Л. Н., Незаконова О. Б., Рядинская Е. А. Результаты исследований

новых сортов картофеля Нестерка и Феникс по хозяйственно ценным
признакам в условиях Республики Беларусь 37

Купренко Н. П., Корецкий В. В. Основные результаты селекционных

исследований с озимой формой чеснока в Республике Беларусь 42

Русецкий Н. В., Козлов В. А., Чашинский А. В., Семанюк Т. В., Башко Д. В.

Создание исходного материала картофеля на основе использования
генетических источников устойчивости к S- и M-вирусам 52

Хлебородов А. Я., Гапоненко И. В., Провоторова О. С. Оценка

коллекционного материала партенокарпического среднеплодного
огурца защищенного грунта по морфобиологическим
и хозяйственно ценным признакам 65

Хох Н. А., Шкляр И. И. Адаптивный потенциал новых среднеспелых

сортов картофеля отечественной селекции в условиях западного региона
Республики Беларусь 77

Раздел 2. Технология производства, хранения и переработки картофеля и овощей

Анципович В. В., Анципович Н. А., Попкович А. И., Бобкова О. И.,

Есьман А. В. Оценка эффективности методов повышения
продуктивности растений *in vivo* в условиях защищенного грунта 82

Гасило Д. С., Фицура Д. Д., Сердюков В. А. Влияние густоты посадки

и доз удобрений на урожайность и биохимические показатели
среднеспелого столового сорта картофеля Водар 93

Исакова А. Л. Оценка норм высева и способов посева нигеллы (*Nigella L.*)

при возделывании на семена 104

Копоная М. В. Влияние исходной инвазионной нагрузки *Globodera*

rostochiensis в почве на всхожесть, показатели роста и развития
растений картофеля 111

<i>Купреенко Н. П., Корецкий В. В.</i> Влияние способов хранения посадочного материала на рост, развитие и урожайность чеснока ярового	119
<i>Поделёшкин А. В., Соловей О. В., Досина-Дубешко Е. С.</i> Эффективность выявления фитопатогенов с использованием метода иммуноферментного анализа	127
<i>Руженцев А. А., Рылко В. А., Анципович В. В., Попкович А. И., Анципович Н. А., Сердюков В. А.</i> Почвоуглубление дерново-подзолистой супесчаной почвы как фактор увеличения урожайности и выхода товарных фракций картофеля	133
<i>Сердюков В. А., Фицура Д. Д., Мартыненко С. Н., Гасило Д. С., Анципович В. В., Тараканова В. Д., Манцевич Л. А.</i> Продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля в зависимости от их фракционного размера и сорта	144
<i>Халаева В. И.</i> Встречаемость бактериальных болезней в период вегетации картофеля	153
<i>Хох Н. А., Макаро В. М., Шкляр И. И.</i> Биологическая эффективность инсектицида Протеус, МД при обработке посадок картофеля беспилотным летательным аппаратом	162
<i>Чашинский А. В., Козлов В. А., Русецкий Н. В., Родькина И. А., Башко Д. В., Головенчик Г. М., Раковская Е. Л.</i> Изучение распространенности фитоплазменных болезней в посадках картофеля Могилевской области	168

CONTENTS

Section 1. Selective breeding and seed production of potato and vegetable crops

Bobkova O. I., Antsipovich V. V., Esman A. V., Shamyakova T. V. Effectiveness of using interferon alpha-2b in obtaining initial potato plant lines <i>in vitro</i>	9
Gunko Yu. V., Makhanko V. L. Selection of initial parental forms for breeding early-maturing low-starch potato varieties	16
Kozlov V. A., Medvedeva E. I., Chashinskiy A. V., Rusetskiy N. V. Evaluation of high-starch potato hybrids by productivity	23
Kozlova L. N., Nezakonova O. B. Analysis and comparative evaluation of new potato varieties by biochemical composition	32
Kozlova L. N., Nezakonova O. B., Ryadinskaya E. A. Results of research on economically valuable traits of new potato varieties Nesterka and Feniks in the conditions of the Republic of Belarus	37
Kuprenko N. P., Koretskiy V. V. Main results of breeding research with winter garlic in the Republic of Belarus	42
Rusetskiy N. V., Kozlov V. A., Chashinskiy A. V., Semanyuk T. V., Bashko D. V. Creation of potato initial material based on the use of genetic sources of resistance to PVS and PVM	52
Hleborodov A. Ya., Gaponenko I. V., Provotorova O. S. Evaluation of the collection material of the parthenocarpic medium-fruited cucumber of protected soil according to morphobiological and economically valuable traits	65
Khoh N. A., Shklyar I. I. Adaptive potential of new mid ripening potato varieties of domestic selection in the western region of the Republic of Belarus	77

Section 2. Potato and vegetables production, storage and processing technology

Antsipovich V. V., Antsipovich N. A., Popkovich A. I., Bobkova O. I., Esman A. V. Evaluation of the effectiveness of methods for increasing plant productivity <i>in vivo</i> under protected ground conditions	82
Gastilo D. S., Fitsuro D. D., Serdyukov V. A. The influence of planting density and fertilizer rates on yield and biochemical indicators of the mid-season table potato variety Vodar	93
Isakova A. L. Evaluation of seeding rates and sowing methods of nigella (<i>Nigella L.</i>) in cultivation for seeds	104
Konopatskaya M. V. The influence of the initial invasive load of <i>Globodera</i> <i>rostochiensis</i> in the soil on the germination, growth and development indicators of potato plants	111

Kupreenko N. P., Koretskiy V. V. The influence of storing planting material methods on the growth, development and productivity of spring garlic	129
Podelyoshkin A. V., Solovey O. V., Dosina-Dubenko E. S. Effectiveness of phytopathogen detection using the enzyme-linked immunosorbent assay method	127
Ruzhentsev A. A., Rylko V. A., Antsipovich V. V., Popkovich A. I., Antsipovich N. A., Serdyukov V. A. Sod-podzolic sandy loam soil tillage as a factor in increasing the yield and yield of commodity fractions of potato	133
Serdyukov V. A., Fitsuro D. D., Martynenko S. N., Gastilo D. S., Antsipovich V. V., Tarakanova V. D., Mantsevich L. A. Duration of the physiological dormancy period of potato tubers depending on their fractional size and variety	144
Halaeva V. I. The occurrence of bacterial diseases during the potato growing season	153
Khoh N. A., Makaro V. M., Shklyar I. I. Biological effectiveness of the insecticide Proteus, OD when applying it to potato plantings with an unmanned aerial vehicle	162
Chashinskiy A. V., Kozlov V. A., Rusetskiy N. V., Rodkina I. A., Bashko D. V., Golovenchik G. M., Rakovskaya E. L. Study of the prevalence of phytoplasma diseases in potato plantings of the Mogilev Region	168

РАЗДЕЛ 1
СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

УДК 635.21:631.527.8:581.143.6

О. И. Бобкова, научный сотрудник

В. В. Анципович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий отделом семеноводства картофеля

А. В. Есьман, Т. В. Шамякова, младшие научные сотрудники
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИНТЕРФЕРОНА АЛЬФА-2В ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ИСХОДНЫХ
ЛИНИЙ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ *IN VITRO***

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты сравнительной оценки методов введения в стерильную культуру растений картофеля, а также приведены результаты исследований по использованию иммуностимулирующего препарата Лаферон с действующим веществом интерферон альфа-2в при получении здоровых исходных линий растений картофеля in vitro. Установлено, что вероятность получения здоровых растений при использовании метода вычленения эксплантов выше, чем при введении материнского материала в стерильную культуру через меристему. Использование Лаферона (д. в. интерферон альфа-2в) на этапе введения в культуру in vitro может оказывать ингибирующее действие на S-, М-вирусы картофеля.

Ключевые слова: картофель; гибриды; микрорастения *in vitro*; экспланты; меристема; S-, М-вирусы картофеля.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель относится к сельскохозяйственным культурам, которые сильно поражаются фитопатогенами различной этиологии, при этом вирусные болезни выступают наиболее вредоносными. Из-за негативных воздействий вирусов растения становятся более восприимчивы к другим фитопатологиям.

В семеноводстве картофеля контролируют наличие 6 наиболее распространенных и вредоносных вирусов: морщинистая и полосчатая мозаики (PVY), обыкновенная мозаика (PVS), мозаичное закручивание (PVM), крапчатая мозаика (PVX), складчатая мозаика (PVA) и скручивание листьев (PLRV). Вирусы PVS и PVM в семеноводстве картофеля относятся к категории легких, но в процессе освобождения от инфекций сложно получить свободные от них меристемы, особенно в случаях комплексного их присутствия в биоматериале [1].

Анализ многолетних данных позволяет утверждать, что только меристемы размером до 100 мкм дают около 50 % безвирусных регенерантов. Однако следует заметить, что экспланты такого размера очень плохо приживаются на питательных средах. Поэтому, как правило, в практике при оздоровлении сортов картофеля методом культуры

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

меристем используют экспланты большего размера – верхушечные и пазушные меристемы размером 100–300 мкм зеленых или этиолированных побегов [2, 3]. Термин «меристема» в этом случае является условным, поскольку в работе используется предельно препарированная почка или апекс – меристематический купол с одним или двумя примордиями. Следовательно, возможности метода культуры меристем в получении безвирусных растений несколько преувеличиваются [4].

Выращивание верхушечных эксплантов в условиях *in vitro*, по сравнению с культурой меристем, повышает приживаемость регенератов.

Базовой платформой для задействия сорта в семеноводческий процесс служит использование *in vitro* материала. На этой основе построена вертикаль производства различных категорий семенного картофеля во всем мире. Распространенность нового селекционного достижения в первую очередь зависит от наличия исходного материала в виде микрорастений и программ тиражирования *in vitro* для ускоренного размножения и получения мини-клубней [1].

В биотехнологическом процессе выращивания растений картофеля наиболее важным этапом является введение в культуру *in vitro*.

Получение полноценных материнских растений осуществляется в несколько этапов: начальный – в первые несколько дней эксплантам приходится преодолевать посттравматический период и адаптироваться к питательной среде, после чего они 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 – в этот период проростки пересаживают на свежую питательную среду, имеющую в своем составе набор необходимых компонентов, при этом удаляют образовавшуюся у основания проростка каллусную ткань, лишённую 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 [5].

Однако существуют сложности при оздоровлении образцов картофеля методом апикальной меристемы. Большая проблема связана с размером выделяемого экспланта: маленькие меристемы считаются более чистым материалом от вирусов, но плохо регенирируют, тогда как большие – оказываются зараженными. В связи с этим существенный объем работ при оздоровлении связан с низким выходом здоровых меристем [6]. Не всегда возможно освободить некоторые сорта картофеля от мозаичных вирусов и вириода веретеновидности клубней, наличие которых недопустимо в исходном семенном материале.

По мнению Е. В. Климиной, концентрацию вирусов можно снизить, обрабатывая их веществами, ингибирующими развитие патогена [7]. Однако не все вещества находят применение на практике из-за своей фитотоксичности. Использование этих веществ допустимо при условии, что они не окажут губительного действия на клетки растения и не приведут к изменению их генетического аппарата. Поиск химиотерапевтических веществ, избирательно действующих на вирусную инфекцию и не оказывающих угнетающего действия на растения, остается актуальным [8].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Эксперимент по оздоровлению картофеля проводился в отделе семеноводства картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

В исследовательской работе использовали гибриды картофеля 3668-1, 201.161-11, 133151-19, 143179-30, 9074-12 и сорт Венера. Объектами изучения служили меристемы и экспланты, выделенные из растений-индексов и клубней. Они были введены в культуру на питательную среду Мурасиге-Скуга (МС) для меристем и эксплантов с добавлением препарата Лаферон (д. в. интерферон альфа-2b) в количестве 5 мл/л.

Выращивание изолятов картофеля осуществляли на светодиодном биотехнологическом комплексе FLORA LED 250/3/4 при освещенности 3 000–4 000 лк, температуре 18–23 °С, 16-часовом световом фотопериоде и влажности воздуха 60–70 % [9].

Для идентификации вирусов в исходных образцах применяли ИФА-диагностику. Исследования проводили согласно схеме опыта:

Питательная среда	Исследуемые объекты	Содержание вирусов
Среда Мурасиге-Скуга (МС) + Лаферон 5 мл/л	1. Меристема из индексов; 2. Экспланты из клубней	1. Вирус S (PVS); 2. Вирус M (PVM); 3. Вирусы S + M (PVS + PVM)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам иммуноферментного анализа клубней и растений в 2025 г. для оздоровления было выделено 15 линий, содержащих вирусы S, M и комбинацию S + M.

Меристемы и экспланты, выделенные из растений-индексов и клубней, культивировались на питательной среде МС + Лаферон 5 мл/л (табл. 1).

Иммуностимулирующий препарат белорусского производства Лаферон в количестве 5 мл/л был добавлен только на первом этапе введения эксплантов в культуру *in vitro*. Для дальнейшего размножения использовались среды МС для укоренения и черенкования без добавления Лаферона. Это обусловлено тем, что включение препарата в указанные среды приводило к значительному угнетению роста и развития растений *in vitro*, что негативно сказывалось на их жизнеспособности и способности к дальнейшему размножению.

В первые 30 дней культивирования меристем и эксплантов на питательной среде МС + Лаферон 5 мл/л наблюдался достаточно активный их рост, однако средняя по опыту приживаемость была менее 100 %. Через месяц провели пересадку регенерантов на среду МС для укоренения. На момент пересадки размер проростков составлял 6–7 мм, некоторые из них имели этиолированную окраску (табл. 2).

Пересадку микрорастений, успешно преодолевших посттравматический период и тронувшихся в рост на среде для укоренения, предназначенной для дальнейшего роста и образования корней, проводили через 27 дней на среду для черенкования (табл. 3).

Из 90 меристем и эксплантов было получено 84 микрорастения *in vitro*. Разница в приживаемости между меристемами и эксплантами гибридов 3668-1 и 201.161-11 при добавлении Лаферона в питательную среду МС составляла 83–100 % в зависимости от варианта. Выход растений от общего числа вычлещенных меристем и эксплантов

Таблица 1 – Количество эксплантов и меристем, полученных в культуре *in vitro* в 2025 г., шт.

Исследуемый образец	Количество линий	Среда МС + Лаферон 5 мл/л		Общее количество образцов
		меристема	экспланты	
3668-1 (PVS)	5	–	30	30
3668-1 (PVS + PVM)	5	–	30	30
201.161-11 (PVM)	5	30	–	30
Итого	15	30	60	90

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 2 – Количество проростков при пересадке эксплантов и меристем на питательную среду МС для укоренения, 2025 г.

Исследуемый образец	Меристемы			Экспланты		
	шт.	количество проростков		шт.	количество проростков	
		шт.	%		шт.	%
3668-1 (PVS)	–	–	–	30	29	96,7
3668-1 (PVS + PVM)	–	–	–	30	26	86,6
201.161-11 (PVM)	30	30	100	–	–	–
Итого	30	30	100	60	55	91,6

Таблица 3 – Количество микрорастений *in vitro* при пересадке на питательную среду МС для черенкования, 2025 г.

Исследуемый образец	Меристемы			Экспланты		
	количество проростков, шт.	количество микрорастений		количество проростков, шт.	количество микрорастений	
		шт.	%		шт.	%
3668-1 (PVS)	–	–	–	30	29	96,7
3668-1 (PVS + PVM)	–	–	–	30	25	83,3
201.161-11 (PVM)	30	30	100	–	–	–
Итого	30	30	100	60	54	90,0

составил 93,3 %. Для проведения диагностики методом ИФА на наличие вирусов было отобрано 49 сформированных материнских растений *in vitro* (табл. 4).

После проверки методом ИФА растений *in vitro* гибрида 3668-1 с PVS выделен 1 чистый образец. Из образцов с содержанием комплексной инфекции получено 1 растение, свободное от PVS + PVM. В 17 растениях удалось избавиться только от вируса М, тогда как от вируса S освободить материал не удалось.

В период исследований, направленных на изучение эффективности применения иммуностимулирующего препарата Лаферон для элиминации вирусной инфекции у микрорастений картофеля в условиях *in vitro*, были получены результаты, представленные в таблице 5.

В рамках проведенных исследований количество растений *in vitro*, полученных путем вычленения меристем и эксплантов на среду МС с добавлением препарата Лаферон (д. в. интерферон альфа-2b), составило 308 шт. Из них 26,6 % растений,

Таблица 4 – Результаты диагностики ИФА растений *in vitro* гибридов 3668-1 и 201.161-11, 2025 г.

Исследуемый образец	Начальная зараженность (оптическая плотность), ед.	Меристемы			Экспланты		
		растения <i>in vitro</i> до ИФА, шт.	здоровые растения		растения <i>in vitro</i> до ИФА, шт.	здоровые растения	
			шт.	%		шт.	%
3668-1 (PVS)	От 0,214 до 0,404	–	–	–	23	1	4,3
3668-1 (PVS + PVM)	S – от 0,228 до 0,418; M – от 0,110 до 0,402	–	–	–	18*	1	5,5
201.161-11 (PVM)	0,667	8	0	0	–	–	–
Итого	–	8	0	0	41	2	4,9

* 1 растение свободно от комплекса инфекций (вирусы S + M), 17 – от вируса M.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 5 – Результаты диагностики ИФА растений *in vitro*, 2023–2025 гг.

Гибрид	Начальная зараженность (оптическая плотность), ед.	Меристемы		Экспланты		
		растения <i>in vitro</i> до ИФА, шт.	здоровые растения после ИФА шт.	растения <i>in vitro</i> до ИФА, шт.	здоровые растения после ИФА шт.	
						%
2023 г.						
9074-12 (Лекар) (PVM)	От 1,462 до 1,639	26	17	25	18	72,0
143179-30 (PVM)	От 1,135 до 1,602	33	19	29	20	69,0
2024 г.						
Венера (PVS)	От 0,205 до 0,263	15	0	15	3	20,0
Венера (PVM)	От 0,182 до 0,561	13	0	13	1	7,9
Венера (PVS + PVM)	S – от 0,170 до 0,270; M – от 0,428 до 0,639	15	0	15	1	6,6
133151-19 (PVS)	От 0,102 до 0,196	15	0	15	1	6,6
133151-19 (PVM)	От 0,097 до 0,599	9	0	9	0	0
133151-19 (PVS + PVM)	S – от 0,092 до 0,142; M – от 0,548 до 0,708	6	0	6	0	0
2025 г.						
3668-1 (PVS)	От 0,214 до 0,404	–	–	23	1	4,3
3668-1 (PVS + PVM)	S – от 0,228 до 0,418; M – от 0,110 до 0,402	–	–	18	1	5,5
201.161-11 (PVM)	0,667	8	0	–	–	–
Итого	–	140	36	168	46	27,4

по результатам ИФА, не содержали вирусной инфекции. Также было установлено, что вероятность получения здоровых растений при использовании метода вычлечения эксплантов выше, чем при введении материала в стерильную культуру через меристему.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что в результате данной работы были получены здоровые растения *in vitro* сорта картофеля Венера, который находится на государственном сортоиспытании, и сформирована коллекция исходных линий для дальнейшего массового тиражирования и введения в схему семеноводства картофеля.

Иммуностимулирующий препарат Лаферон (д. в. интерферон альфа-2b), добавленный к питательной среде МС для эксплантов в концентрации 5 мл/л, оказывает ингибирующее действие на вирусы S и M и может использоваться для их подавления.

Список литературы

1. Современные способы освобождения сортов картофеля от вирусов (обзор) / Е. В. Овэс, Н. А. Гаитова, К. Т. Етдзаева, С. М. Стоянова // Земледелие. – 2024. – № 5. – С. 37–42. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sposoby-osvobozhdeniya-sortov-kartofelya-ot-virusov-obzor> (дата обращения: 10.12.2025).
2. Замалиева, Ф. Ф. Биологическое обоснование защиты от заражения вирусами оздоровленного семенного картофеля в Республике Татарстан : автореф. дис. д-ра с.-х. наук : 06.01.11, 06.01.05 / Замалиева Фания Файзрахмановна ; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений РАСХН. – СПб., 2009. – 44 с.
3. Оптимизация приемов оздоровления, размножения и защиты семенного картофеля от вирусной инфекции : метод. указ. / Ж. В. Блоцкая, Н. А. Сильванович, О. Н. Зубкевич [и др.] ; БелНИИ защиты растений, М-во сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Мн., 1996. – 16 с.
4. Адамова, А. И. Методические рекомендации по депонированию национальной базовой коллекции сортов картофеля в культуре *in vitro* / А. И. Адамова, В. В. Анципович ; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Мн., 2014. – 20 с.
5. Трофимец, Л. Н. Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля : рекомендации / Л. Н. Трофимец, В. В. Бойко, Т. В. Зейрук. – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 4–12.
6. Замалиева, Ф. Ф. Состояние и перспективы развития семеноводства картофеля на оздоровленной основе в Республике Татарстан / Ф. Ф. Замалиева, Р. Г. Гареев // Семеноводство картофеля в современных рыночных условиях : Межрег. науч.-практ. семинар. – Казань, 2004. – С. 7–10.
7. Климина, Е. В. Идентификация вирусов у растений картофеля методом ПЦР / Е. В. Климина // Вестник науки : международный журнал. – URL: [xn----8sbempclcw3bmt.xn--p1ai](https://vestnik-nauki.ru/) (дата обращения: 11.12.2025).
8. Рябцева, Т. В. Эффективность применения противовирусных препаратов при оздоровлении картофеля / Т. В. Рябцева, В. И. Куликова, Л. С. Аношкина // Картофелеводство. Сборник научных трудов. Материалы международной научно-практической конференции «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля» / ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. – М., 2014. – С. 212–217.
9. Технология производства исходного семенного материала картофеля / А. И. Адамова, С. А. Банадыев, А. О. Бобрик [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Белорус.

науч.-исслед. ин-т картофелеводства НАН Беларуси ; редкол.: И. И. Бусько [и др.]. – Мн., 2002. – С. 187–225.

Поступила в редакцию 18.12.2025 г.

O. I. BOBKOVA, V. V. ANTSIPOVICH, A. V. ESMAN,
T. V. SHAMYAKOVA

**EFFECTIVENESS OF USING INTERFERON ALPHA-2B
IN OBTAINING INITIAL POTATO PLANT LINES *IN VITRO***

SUMMARY

The results of a comparative evaluation of methods for introducing potato plants into sterile culture, as well as the results of studies on the use of the immunostimulating preparation Laferon, whose active ingredient is interferon alpha-2b, in obtaining healthy initial potato plant lines in vitro are presented. It was established that the probability of obtaining healthy plants when using the explant excision method is higher than when introducing material into sterile culture via the meristem. The use of Laferon (active ingredient: interferon alpha-2b) at the stage of introduction into in vitro culture may exert an inhibitory effect on potato S and M viruses.

Key words: potato; hybrids; *in vitro* microplants; explants; meristem; potato S and M viruses.

УДК 635.21:631.524.6:631.527

Ю. В. Гунько, заведующий отделом селекции картофеля

В. Л. Маханько, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, генеральный директор

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

ПОДБОР ИСХОДНЫХ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СКОРОСПЕЛЫХ НИЗКОКРАХМАЛИСТЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты изучения наследования признаков, таких как скороспелость, продуктивность и содержание крахмала. В селекции на скороспелость в качестве родительских форм рекомендуется использовать сорта Першацвет, Юлия, Кристель, для получения гибридов с низким содержанием крахмала – Юлия, Балтик Роуз, Кристель, а в селекции на высокую продуктивность – Винета и Юлия.

Ключевые слова: картофель; селекция; сорт; наследование; признак; урожайность; скороспелость; гибридная популяция; содержание крахмала.

ВВЕДЕНИЕ

По срокам созревания сорта картофеля делятся на пять групп. В соответствии с отечественной терминологией это: ранние (скороспелые), среднеранние, среднеспелые, среднепоздние, поздние. В большинстве зарубежных стран принята другая классификация: первые ранние (очень ранние), вторые ранние (ранние), среднеранние, среднепоздние и поздние. Термин «среднеранние» в двух разных системах классификации обозначает разные группы по срокам созревания. Ранние и поздние сорта значительно различаются по анатомобиологическим особенностям: числу устьиц на единицу площади листа, размерам устьичной щели, облиственности, фотопериодической реакции, отношению к температурным условиям. Скороспелость имеет полигенный и рецессивный характер наследования. В связи с этим при расщеплении выделяются различные по скороспелости формы: ранние, средне- и позднеспелые, причем первые составляют незначительную часть потомства от самоопыления ранних сортов [1]. R. N. Salaman [2] и K. O. Müller [3] считали раннеспелость рецессивным признаком. F. A. Krantz и A. E. Hutchins [4], а также W. Rudolf [5] пришли к заключению, что скороспелость определяется действием доминантных полимерных генов. Данные о наследовании скороспелости И. М. Яшиной, О. А. Першутиной и Л. И. Прокоповой [6] позволяют судить о полигенном и рецессивном характере наследования этого признака.

Содержание крахмала в клубнях картофеля относится к числу сложных количественных, полигенных признаков, которые в значительной степени зависят от внешних факторов – типа почвы, климата и погоды. Содержание крахмала у картофеля типично для каждого сорта и вида. Признак полигенный и наследуется аддитивно. При скрещивании сортов вследствие трансгрессий могут выщепляться формы как с более высоким, так и более низким, чем у родительских компонентов, содержанием крахмала [7, 8]. Характерные особенности расщепления по крахмалистости – непрерывный вариационный

ряд распределения гибридов, одновершинность вариационных кривых и высокая корреляционная связь между крахмалистостью потомства и крахмалистостью родителей – показывают, что этот признак контролируется многими неаллельными доминантными генами [1].

Урожайность картофеля также является полигенным признаком, проявление которого еще в большей степени зависит от внешних условий, чем крахмалистость. Анализ работ ряда исследователей показал, что потомство различных сортов значительно отличается по уровню урожайности. Однако во всех случаях расщепление по урожайности выражается широким вариационным рядом, и урожайность отдельных гибридов в потомстве выходит за пределы урожайности родителей. Характер кривых урожайности, как правило, показывает асимметрию в сторону низкой урожайности, что позволило многим исследователям сделать вывод о полигенном и рецессивном наследовании этого признака [9, 10]. Как отмечают многие авторы, при наследовании скороспелости преобладает взаимодействие эффектов материнской и отцовской форм. Н. Д. Гончаров [11] установил высокую положительную корреляционную зависимость между урожайностью родительских форм и урожайностью их гибридного потомства: в потомстве урожайных родителей число урожайных гибридов было выше, чем в потомстве малоурожайных родителей. Эта зависимость подчеркивалась еще С. М. Букасовым [12], который отмечал, что при скрещивании двух высокоурожайных родителей процент урожайных гибридов в потомстве будет больше, чем при скрещивании высокоурожайный×малоурожайный. Следует отметить, что пределы изменчивости по урожайности в обоих случаях могут быть одинаковыми. Поскольку селекция картофеля основана на отборе единичных урожайных гибридов, низкая урожайность одного из родителей, имеющего другие ценные признаки, не должна служить препятствием для его использования [11, 12].

Таким образом, основные хозяйственно полезные признаки, которые определяют качество сорта (урожайность, содержание крахмала, форму клубней и т. д.), наследуются полигенно. Поэтому отбор форм, сочетающих многие из этих признаков, возможен лишь при соответствующем подборе родительских пар и выращивании больших по объему гибридных популяций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2022–2023 гг. в селекционных питомниках сеянцев 1-го года 1-го клубневого поколения в соответствии со схемой и технологией селекционного процесса по картофелю в отделе селекции картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодово-овощеводству». Материалом для исследований послужили 56 комбинаций скрещивания с участием 11 сортов картофеля: Першацвет, Юлия, Зорачка, Палац, Винета, Пароли, Кристель, Ирбитский, Мастак, Балтик Роуз, Скарб.

Погодные условия данных вегетационных периодов были контрастными. Вегетационный период 2022 г. можно охарактеризовать как холодный ($-5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) с увлажнением в пределах климатической нормы, а 2023 г. был жарким ($+4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ к климатической норме) и сухим ($-53,0\text{ мм}$ к климатической норме).

Полученные гибридные комбинации оценивали по скороспелости, урожайности, крахмалистости в питомнике 1-го клубневого поколения.

Гибриды 1-го клубневого поколения высаживали по комбинациям в селекционном севообороте с площадью питания $40\times 70\text{ см}$. В питомнике проводили изучение каждого гибрида поустно и отбирали по 100 клонов подряд без браковки с тем,

что позволяло в осенне-зимний период провести полный анализ комбинаций по многим хозяйственно-биологическим признакам [13–15].

Технология подготовки почвы и ухода за посадками соответствовала технологическому регламенту РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» для данной зоны [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характеристика исходных родительских форм для анализа наследования признаков скороспелости, урожайности и низкого содержания крахмала, которые включены в гибридизацию, представлена в таблице 1.

По данным таблицы, в среднем за два года исследований наиболее урожайными были сорта Пароли (73,2 т/га), Мастак (70,5) и Першацвет (69,3 т/га). Низкое содержание крахмала отмечено у сортов Пароли, Палац, Скарб (2022 г.) и Кристель, Пароли, Палац (2023 г.). В среднем за два года исследований наименьшей крахмалистостью характеризовались сорта картофеля Кристель (9,4 %), Пароли (9,8), Палац (10,0 %).

Наследование скороспелости в гибридных популяциях картофеля. Анализ скороспелости показал, что в изученных гибридных комбинациях были отмечены формы всех групп спелости, что подтверждает мнение ряда исследователей о полигенном характере наследования этого признака (табл. 2). В общей изменчивости на долю общей комбинационной способности (далее – ОКС) материнских форм приходится 28,8 %, на долю ОКС тестеров – 35,9 и только 17,0 % изменчивости обусловлено специфической комбинационной способностью (далее – СКС).

Высокой комбинационной способностью по передаче потомству признака скороспелости среди материнских форм отличаются Першацвет и Юлия, в качестве тестеров выделены сорта Кристель и Юлия (табл. 3).

Коэффициент наследуемости ($h^2 = 0,698$), который рассчитан на основе дисперсионного анализа, показывает, что в данном случае 70 % фенотипического разнообразия потомства обусловлено генетическими факторами, и отбор по фенотипу может быть эффективным.

По методике В. К. Савченко с использованием компонентов вариантов комбинационной способности мы рассчитали коэффициенты наследуемости по скороспелости по материнским (h_i^2), отцовским формам (h_j^2) и объединенный коэффициент наследуемости (h_{i+j}^2). Их значения составили 0,960; 0,860 и 0,367 соответственно. Высокие значения коэффициентов наследуемости указывают на то, что скороспелость определяется аддитивным действием генов и возможен отбор гетерозисных гибридов по этому признаку.

Наследование содержания крахмала в гибридных популяциях картофеля. Характерной особенностью расщепления по крахмалистости является непрерывный вариационный ряд распределения гибридов и одновершинность вариационных кривых. В наших исследованиях влияние ОКС тестеров было доминирующим – 32,6 %, на долю материнских форм и СКС приходилось только 23,4 и 17,6 % соответственно (табл. 4).

Среди материнских форм по высокому значению ОКС выделены сорта картофеля Юлия и Балтик Роуз, среди тестеров – Кристель (табл. 5).

Наследование продуктивности в гибридных популяциях картофеля. По мнению большинства исследователей, урожайность определяется неаддитивным действием генов. Это подтверждается и нашими исследованиями. Влияние ОКС тестеров было доминирующим – 25,3 %, на долю ОКС материнских форм приходилось 18,0, СКС – 12,0 % (табл. 6).

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 1 – Характеристика родительских форм картофеля по хозяйственно ценным признакам

Исходная форма	Скороспелость	Урожайность, т/га						Содержание крахмала, %						
		2022 г.		2023 г.		среднее за 2022–2023 гг.		2022 г.		2023 г.		среднее за 2022–2023 гг.		
		$X_{\text{ср}}$	$V, \%$	$X_{\text{ср}}$	$V, \%$	$X_{\text{ср}}$	$V, \%$	$X_{\text{ср}}$	$V, \%$	$X_{\text{ср}}$	$V, \%$	$X_{\text{ср}}$	$V, \%$	$X_{\text{ср}}$
Першавец	Ранний	70,1	68,4	69,3	1,7	2,5	10,1	13,8	12,0	2,6	4,6			
Юлия	Ранний	63,8	57,6	60,7	7,2	10,2	10,0	12,5	11,3	1,8	6,4			
Зорачка	Ранний	64,3	59,1	61,7	6,0	8,4	11,2	11,6	11,4	0,3	40,3			
Палац	Ранний	65,3	56,4	60,9	10,3	14,6	9,7	10,3	10,0	0,4	23,6			
Кристель	Ранний	68,1	48,9	58,5	23,2	32,8	10,2	8,6	9,4	1,1	8,3			
Винета	Ранний	57,9	60,8	59,4	3,5	4,9	14,2	10,8	12,5	2,4	5,2			
Пароли	Ранний	79,4	66,9	73,2	12,1	17,1	9,3	10,3	9,8	0,7	13,9			
Ирбитский	Среднеранний	65,3	45,3	55,3	25,6	36,2	12,2	14,8	13,5	1,8	7,3			
Мастак	Среднеранний	74,6	66,4	70,5	8,2	11,6	13,4	15,2	14,3	1,3	11,2			
Балтик Роуз	Среднепоздлый	55,6	59,5	57,6	4,8	6,8	13,7	11,3	12,5	1,7	7,4			
Скарб	Среднепоздлый	58,3	55,2	56,8	3,9	5,5	9,5	12,6	11,1	2,2	5,0			

Примечание. $X_{\text{ср}}$ – среднее значение урожайности за 2022–2023 гг.; $V, \%$ – коэффициент вариации, $R_{\text{год}}$ % – доля влияния условий вегетационного периода на изменчивость признака.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 2 – Дисперсионный анализ комбинационной способности сортов картофеля по скороспелости

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F-критерий	Доля влияния факторов
ОКС материнских форм	1,16	6	0,23	23,7*	28,8
ОКС тестеров	4,29	6	0,41	25,9*	35,9
СКС	1,25	11	0,10	4,36*	17,0
Случайные отклонения	1,35	69	0,01	–	18,3

* $P < 0,01$.

Таблица 3 – Общая комбинационная способность сортов картофеля по скороспелости

Сорт	ОКС	Сорт	ОКС
Материнские формы		Тестеры	
Винета	0,034	Юлия	0,132
Балтик Роуз	-0,126	Ирбитский	-0,037
Першацвет	0,204	Мастак	0,017
Кристель	0,001	Скарб	-0,201
Палац	0,053	Кристель	0,202
Пароли	-0,213	НСР	0,06
Юлия	0,561	–	
НСР	0,06		

Таблица 4 – Дисперсионный анализ комбинационной способности сортов картофеля по содержанию крахмала

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F-критерий	Доля влияния факторов
ОКС материнских форм	21,61	6	4,16	12,66*	23,4
ОКС тестеров	12,34	6	1,63	4,53*	32,6
СКС	7,69	11	0,69	1,76*	17,6
Случайные отклонения	29,53	69	0,46	–	26,4

* $P < 0,01$.

Таблица 5 – Общая комбинационная способность сортов картофеля по низкому содержанию крахмала

Сорт	ОКС	Сорт	ОКС
Материнские формы		Тестеры	
Винета	0,0012	Юлия	-0,16
Балтик Роуз	1,229	Ирбитский	0,33
Першацвет	0,33	Мастак	-0,26
Кристель	-2,10	Скарб	-1,74
Палац	0,45	Кристель	0,94
Пароли	-0,83	НСР	0,108
Юлия	1,41	–	
НСР	0,108		

Таблица 6 – Дисперсионный анализ комбинационной способности сортов картофеля по продуктивности

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F-критерий	Доля влияния факторов
ОКС материнских форм	426 243,8	6	71 040,6	8,2*	18,0
ОКС тестеров	1 059 410,5	6	176 568,4	20,3*	25,3
СКС	285 434,1	11	25 948,6	3,0*	12,0
Случайные отклонения	598 836,7	69	8 678,8	–	44,7

* $P < 0,01$.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Гибриды в гибридных комбинациях по этому признаку составляли непрерывный вариационный ряд, что говорит о действии полигенов. Исследуемые популяции значительно различались по проявлению признака (от 896,0 до 2 140 г/куст), высокопродуктивные формы были выделены во всех гибридных комбинациях. По продуктивности ОКС материнских форм выделены сорта картофеля Винета (241,6) и Юлия (107,0), среди тестеров – Юлия (161,23) (табл. 7).

Таблица 7 – Общая комбинационная способность сортов картофеля по продуктивности

Сорт	ОКС	Сорт	ОКС
Материнские формы		Тестеры	
Винета	241,6	Юлия	161,23
Балтик Роуз	-285,4	Ирбитский	-26,96
Першацвет	18,9	Мастак	-215,28
Кристель	24,8	Скарб	14,58
Палац	-13,0	Кристель	-156,17
Пароли	52,3	НСР	91,3
Юлия	107,0		
НСР	91,3	–	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выделенные по высокому эффекту ОКС сорта Першацвет и Юлия могут быть рекомендованы в качестве материнских форм в селекции картофеля на скороспелость. Сорта Кристель и Юлия целесообразно использовать как отцовскую форму.

Для получения сортообразцов с низким содержанием крахмала рекомендовано использовать в качестве материнской формы сорта картофеля Юлия, Балтик Роуз, среди тестера – Кристель.

Высоким эффектом ОКС по продуктивности отличается сорт картофеля Винета в качестве материнской формы, в качестве тестера – Юлия.

Список литературы

1. Генетика картофеля : сб. ст. / АН СССР, Науч. совет по проблемам генетики и селекции ; отв. ред. В. В. Хвостова, И. М. Яшина. – М. : Наука, 1973. – 261 с.
2. Salaman, R. N. Potato Varieties / R. N. Salaman. – Cambridge : Cambridge University Press, 1926. – 46 с.
3. Müller, K. O. Untersuchungen zur Genetik der Kartoffel / K. O. Müller // Arb. Biol. Reichsanst. – 1927. – Vol. 15. – P. 177–212.
4. Krantz, F. A. Potato breeding methods II Selections in Inbred Lines / F. A. Krantz, A. E. Hutchins. – Bull. Minnesota Agric. Exper. Stat., 1929. – P. 58–23.
5. Rudolf, W. Zuchtmethoden / W. Rudolf // Handbuch der Pflanzenzuchtung. – Bd. 3. – Berlin, Hamburg : Paul Parey, 1956. – 156 с.
6. Яшина, И. М. Наследование скороспелости у сортов картофеля, относящихся к разным группам созревания / И. М. Яшина, О. А. Першутина, Л. И. Прокопова // Труды Научно-исследовательского института картофельного хозяйства. – М., 1968. – Вып. 5. – С. 44.
7. Börger, H. Untersuchungen fiber die Zfichtung von Kartoffen mit hohem Starkeertrag / H. Börger, D. Kohler, R. Sengsbush // Züchter. – 1954. – Vol. 24. – S. 273–276.
8. Möller, K. H. Untersuchungen an Testkreuzungen zur Auswahl geeigneter Eltern und Kombinationen in der Kartoffelzuchtung : Diss. / K. H. Möller ; Deutsch. Akad. Landwirt. – Berlin, 1965. – 30 s.

9. Swaminathan, M. S. The cytology and genetics of the potato (*Solanum tuberosum*) and related species / M. S. Swaminathan, H. M. Howard // Bibliographia genetica. – 1954. – P. 16.
10. Schick, R. Die Zuchtung der Kartoffel / R. Schick, A. Hopfe // Die Kartoffel. Handbuch. – Berlin : Veb Dtsch. Landwirtschaft, 1962. – Bd. II. – S. 29.
11. Гончаров, Н. Д. Селекция картофеля на скороспелость : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Гончаров Николай Демьянович ; НАН Беларуси, Ин-т земледелия НАН Беларуси, Беларус. науч.-исслед. ин-т плодоводства, овощеводства и картофеля. – М., 1966. – 19 с.
12. Букасов, С. М. Селекция картофеля / С. М. Букасов // Теоретические основы селекции растений. – М.-Л. : Изд-во колхоз. и совхоз. лит-ры, 1937. – Т. 3. – С. 3.
13. Методика исследований по культуре картофеля / Отд. растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М. : [б. и.], 1967. – 263 с.
14. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Отд-ние растениеводства и селекции, Науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва ; подгот. П. П. Макаровым, Н. П. Склярской, И. М. Яшиной [и др.]. – М. : ВАСХНИЛ, 1980. – 35 с.
15. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва им. А. Г. Лорха ; подгот. Е. А. Симаковым, Н. П. Склярской, И. М. Яшиной. – М. : Достижения науки и техники, 2006. – 71 с.
16. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Мн. : Беларус. наука, 2005. – 460 с.

Поступила в редакцию 16.12.2025 г.

YU. V. GUNKO, V. L. MAKHANKO

SELECTION OF INITIAL PARENTAL FORMS FOR BREEDING EARLY-MATURING LOW-STARCH POTATO VARIETIES

SUMMARY

The results of studying the inheritance of traits such as earliness, starch content, and productivity are presented. In breeding for earliness, the varieties Pershatsvet, Yuliya, and Kristel are recommended as parental forms, for obtaining hybrids with low starch content, Yuliya, Baltic Rose, and Kristel are recommended, and for breeding aimed at increasing productivity, Vineta and Yuliya are recommended.

Key words: potato; breeding; variety; inheritance; trait; yield; earliness; hybrid population; starch content.

УДК 635.21:631.526.325-048.24

В. А. Козлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий лабораторией генетики картофеля

Е. И. Медведева, старший научный сотрудник

А. В. Чашинский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

Н. В. Русецкий, кандидат биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

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

ОЦЕНКА ВЫСОКОКРАХМАЛИСТЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты изучения продуктивности высококрахмалистых гибридов картофеля. Максимальное количество гибридов с высоким содержанием крахмала, повышенной и высокой продуктивностью (более 1 000 г/куст) получено при использовании в качестве материнской формы образца 72-16-12, а также гибрида 01501-6. Среди отцовских форм выделились сорта Зарево и Лазарь, а также гибрид 109-09-1л2. В качестве исходных форм для селекции высококрахмалистых сортов картофеля рекомендовано 58 гибридов.

Ключевые слова: картофель; родительские формы; гибридизация; содержание крахмала; продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Продуктивность клубней у картофеля является интегрированным показателем, характеризующим целый ряд свойств: генетический потенциал данного генотипа, интенсивность и направленность фотосинтетического процесса, адаптивность (общая и специфическая, применительно к данной экологической нише), отзывчивость на технологию возделывания, устойчивость к болезням и вредителям, выносливость к неблагоприятным условиям внешней среды и т. д.

Факторами, определяющими продуктивность картофеля, являются скорость листового образования и ассимиляции, площадь листовой поверхности, продолжительность функциональной активности растений и скорость роста клубней [1].

Образование массы стеблей картофеля тесно коррелирует с уровнем солнечной радиации и состоянием листовой поверхности растения. Основная задача получения высоких урожаев – создание плотной продуктивной листовой поверхности и ее длительное сохранение.

Образование массы ботвы происходит по кривой максимума, а клубней – по суммарной кривой [2]. Поэтому с момента образования клубней (фаза бутонизации – цветения) для них необходима большая листовая поверхность. К этому моменту стеблестой должен покрыть 50 % земли у ранних и до 70 % у поздних сортов. Во время полного цветения стеблестой должен полностью сомкнуться, что обеспечит получение максимального урожая. Сорта с массой ботвы от 400 до 500 ц/га при оптимальных условиях могут обеспечить среднесуточный прирост клубней до 10 ц/га и более. Снижение прироста урожая

наблюдается при старении стеблестоя, сопровождающемся потерей листовой поверхности вследствие осыпания листьев, при утрате примерно 70 % листовой поверхности. Максимальная урожайность достигается при 100 %-м отмирании листьев [3].

Продуктивность сорта приблизительно наполовину зависит от генотипа и наполовину – от внешних факторов: плодородия почвы, уровня минерального питания, агротехники, климатических условий и т. д. Продуктивность определяется количеством клубней и их массой. Оба признака генетически обусловлены и хорошо передаются потомству [4, 5].

Г. И. Пискун установил, что между продуктивностью и количеством клубней теснота связи варьирует от слабой ($r = +0,280 \pm 0,129$) до относительно высокой ($r = +0,878 \pm 0,062$). Аналогичные результаты получены в опытах украинских селекционеров: результаты были практически идентичными с результатами, полученными Г. И. Пискуном: зависимость продуктивности от количества клубней составила от $r = +0,236 \pm 0,0112$ до $r = +0,767 \pm 0,077$, а зависимость урожайности от массы клубней от $r = +0,021 \pm 0,119$ до $r = +0,898 \pm 0,052$ [7].

Между количеством и средней массой клубня четко выраженного взаимодействия не выявлено ($r = -0,236 \pm 0,101$; $+0,262 \pm 0,097$ соответственно) [8].

Продуктивность потомства на 53,4–55,3 % зависит от отцовских форм. Вклад материнских форм составляет 39,0–39,3 %. Однако данная закономерность прослеживается не всегда. Иногда от высокопродуктивных отцовских форм получалось низкопродуктивное потомство, и наоборот, скрещивание с низкопродуктивными формами давало высокопродуктивное потомство [7].

Л. В. Незаконова и А. П. Пинголь, сравнивая среднюю продуктивность гибридных популяций со средней продуктивностью родительских форм, установили, что взаимосвязь между этими показателями практически отсутствует. Коэффициент корреляции по годам колебался от слабоотрицательного ($-0,192$) до слабоположительного ($+0,006$) [8].

Количество клубней в равной степени зависит как от отцовских, так и от материнских форм. Влияние отцовских форм на данный показатель составило от $9,65 \pm 0,35$ до $10,71 \pm 0,10$ шт/куст, материнских – от $7,05 \pm 0,12$ до $13,58 \pm 0,13$ шт/куст [9].

Е. П. Шанина, анализируя продуктивность гибридных популяций, выявила различные типы наследования признака – от отрицательного доминирования до депрессии, а также отметила широкую вариабельность данного признака – от 28,3 до 54,2 % [10].

Развитие промышленности, целевое использование картофеля, в том числе для производства крахмала, ставит перед селекционерами все новые задачи по созданию продуктивных, высококачественных сортов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Метеорологические условия в период проведения исследований (2023–2025 гг.) различались. В среднем за вегетационный период картофеля среднесуточная температура воздуха была существенно выше (на $2,7$ °C в 2024 г.) среднееголетней ($16,5$ °C). В 2023 и 2025 гг. также отмечено превышение показателя на $0,7$ и $0,3$ °C ($17,2$ и $16,8$ °C).

Количество выпавших осадков за вегетационный период не превысило нормы ($366,0$ мм), максимальное их количество было отмечено в 2025 г. – $291,3$ мм, минимальное в 2024 г. – $229,7$, в 2023 г. – $287,0$ мм. Дефицит осадков во время вегетации картофеля составил $74,7$; $136,3$ и $79,0$ мм соответственно.

Для оценки влагообеспеченности в растениеводстве принято использовать гидротермический коэффициент Селянинова (отношение количества осадков к сумме температур выше 10 °C за определенный период) [11]:

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

$$ГТК = \frac{\sum \text{осадков} \times 10}{\sum \text{средних температур}}$$

Выделяются следующие зоны по ГТК:

- зона избыточного увлажнения, или зона дренажа (ГТК > 1,3);
- зона обеспеченного увлажнения (1,0–1,3);
- засушливая зона (0,7–1,0);
- зона сухого земледелия (0,5–0,7);
- зона ирригации (ГТК < 0,5).

ГТК в период вегетации картофеля составил: в 2023 г. – 1,36; в 2024 – 1,07; 2025 г. – 1,64. Наиболее благоприятным для возделывания картофеля оказался 2024 г.

Родительские формы (сорта и межвидовые гибриды собственной селекции) для гибридизации подбирали на основании результатов тщательной многолетней оценки по содержанию крахмала, продуктивности в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками (табл. 1).

Гибридизацию проводили в 2021 г. в условиях защищенного грунта. Родительские формы высаживали в ящики Фин-Пак размером 400×300×280 мм. Клубни исходных родительских форм раскладывали на кирпичи, которые засыпали торфяно-грунтовой смесью в соотношении верхового торфа и грунта 1:1. В торфяно-грунтовую смесь добавляли минеральные удобрения из расчета 15 г азота, 20 г фосфора и 30 г калия по действующему веществу на 30 кг субстрата (1 ящик). Расстояние между ящиками 40×90 см. После того как появлялись всходы, корневая система проникала в грунт и хорошо укреплялась, семенные клубни отмывали от субстрата. Ботву подвязывали к деревянным брускам. В период вегетации для стимуляции цветения удаляли молодые клубни и столоны. Полив растений проводили по мере необходимости. На материнском растении удаляли все старые цветки и недоразвитые бутоны. Для опыления оставляли 7–10 хорошо сформированных бутонов или молодых цветков. Перед гибридизацией на материнских растениях удаляли пыльники.

После опыления на каждое соцветие навешивали этикетку из пергаментной бумаги, на которой простым карандашом отмечали номер комбинации. Дату скрещивания и количество опыленных цветков заносили в журнал. Для подвязывания ягод использовали капроновые мешочки. Ягоды снимали через 4–5 недель после скрещивания и дозаривали в прохладном помещении в течение 1,5–2,0 месяцев.

Таблица 1 – Родительские формы картофеля, подобранные для гибридизации

Сорт	Гибрид
Альбатрос	52-10-21
Зарево	56-16-25
Здабытак	58ху98-7
Крок	61-16-5
Куба	63-17-1
Кураж	72-16-9
Лад	72-16-12
Лазарь	89у06-2а
Максимум	109-09-1л2
Олександрит	115-11-3лб
Сигнум	133-08-1л2
Синтез	134-10-5л4
Тукан	151-15-4
01501-6	166-13-7
0213.230-5	201.161-11
12/69-6	206.180-2
13/8-1	209-08-07
13/35-9а	209.23-27
14-07-4	214.32-12-6
14-07-7	215.274-20
15ху97-1	217.25-2
16Б03-17	217.43-6
16Б08-4	217.197-2
16П15-5	217.200-2
26-11-10	217.235-6
32ху05-15	217.247-1
50-16-10	238у07-5
52-10-5	295-15-6
52-10-10	201114-8

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Семена выделяли вручную, отделяя от мезги в воде методом осаждения. Затем их высушивали на фильтровальной бумаге, расфасовывали по комбинациям в бумажные пакетики и хранили в сухом, прохладном месте.

В питомнике сеянцев первого года гибридные семена высевали в условиях защищенного грунта. В качестве субстрата использовали верховой торф. Перед посевом торф увлажняли, добавляли минеральные удобрения из расчета 20 г азота, 30 г фосфора, 50 г калия на 50 кг торфа, разравнивали и нарезали посевные бороздки ручным маркером. Ширина между бороздами составляла 8–10 см, глубина борозд – 0,5–1,0 см. Семена высевали в борозды на расстоянии друг от друга примерно 0,5 см и слегка присыпали песком. Затем в фазе 4–6 настоящих листочков сеянцы пикировали в цветочные горшки объемом 0,5 л. Уход за сеянцами заключался в поливе, прополке, подкормке минеральными удобрениями. Уборку сеянцев начинали через 100–110 дней после их пересадки в горшки. От каждого горшка отбирали по одному наиболее крупному и выровненному клубню. Отобранные клубни объединяли в семьи [12].

Полевые опыты закладывали на селекционном поле РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в третью декаду мая клоновой сажалкой СК 3,0. Уборку осуществляли в третьей декаде сентября. Агротехника общепринятая для селекционных питомников.

В питомнике первого клубневого поколения клубни высаживали по семьям с площадью питания 0,28 м² (75×40 см) на одно растение. Гибридные популяции отделяли друг от друга дорожками шириной 1,5 м. В питомнике гибридов второго года испытания образцы высаживали однорядковыми делянками по 7–12 клубней без повторностей, в питомнике гибридов третьего года – по 15 клубней в 4-кратной повторности. Гибриды по продуктивности и содержанию крахмала сравнивали с контрольным сортом Здабытак, который размещали через 20–25 испытываемых образцов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сухая и жаркая погода в период цветения неблагоприятно сказалась на результатах гибридизации. Из 362 выполненных комбинаций скрещиваний ягоды завязались в 58 комбинациях (табл. 2).

Таблица 2 – Результативные комбинации скрещиваний

Гибридная комбинация	Опыленные цветки, шт.	Завязавшиеся ягоды, шт.	Выделенные семена, шт.
72-16-9×Тукан	69	34	3 200
72-16-9×Зарево	17	8	460
72-16-12×Лазарь	116	2	56
72-16-12×Зарево	30	11	1 300
72-16-12×Тукан	80	48	2 750
134-10-5л4×Тукан	54	26	1 780
134-10-5л4×Зарево	33	25	2 000
133-08-1л2×Тукан	59	41	2 870
133-08-1л2×Зарево	21	12	560
109-09-1л2×Тукан	60	38	3 200
50-16-10×Тукан	78	30	2 650
61-16-5×Тукан	103	43	3 780
61-16-5×Лазарь	58	1	45
61-16-5×Зарево	28	2	68

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Окончание таблицы 2

Гибридная комбинация	Опыленные цветки, шт.	Завязавшиеся ягоды, шт.	Выделенные семена, шт.
201114-8×134-10-5л4	48	33	1 320
201114-8×109-09-1л2	48	16	900
201114-8×61-16-5	38	19	1 240
16П15-5×134-10-5л4	76	1	26
16П15-5×109-09-1л2	66	9	340
16Б08-4×115-11-3л6	65	3	110
63-17-1×Куба	30	1	42
63-17-1×Зарево	14	2	65
14-07-7×72-16-12	8	7	320
37-05-12×72-16-12	16	7	280
Альбатрос×01501-6	18	5	220
Тукан×01501-6	24	8	450
01501-6×Зарево	15	2	78
01501-6×201.161-11	24	4	120
01501-6×109-09-1Л2	18	6	200
01501-6×0213.230-5	16	3	80
16Б08-4×109-09-1Л2	12	1	15
01501-6×0213.230-5	16	4	160
16П15-5×61-16-5	21	5	165
201114-8×Максимум	27	4	130
201114-8×61-16-5	15	7	320
133-08-1л2×Тукан	11	4	270
133-08-1л2×Зарево	69	34	1 320
109-09-1л2×Тукан	17	8	4 540
0215.247-38×Зарево	116	2	58
13/8-1×72-16-12	30	11	1 000
13/40-9×Зарево	80	48	2 800
Лазарь×134-105л4	54	26	1 450
Лазарь×50-16-10	33	25	1 400
Спакуса×Лазарь	59	41	2 100
Лазарь×13/80-5	21	12	780
Иваньковски ранний×13/80-5	60	38	1 450
14-07-7×72-16-12	78	30	1 320
37-05-12×72-16-12	103	43	2 000
26-11-10×72-16-12	58	1	15
52-10-10×72-16-12	28	2	64
52-10-10×Лазарь	77	27	980
26-11-10×72-16-12	48	33	1 220
208-08-7×Лазарь	48	16	760
52-10-5×Зарево	38	19	800
52-10-10×Зарево	16	7	280
26-11-10×Зарево	18	5	220
Крок×50-16-10	24	8	450
ИТОГО	2 584	935	57 447

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Гибридные семена высевали в условиях защищенного грунта. В фазе 4–6 настоящих листочков сеянцы распикированы в цветочные горшки объемом 0,5 л. Всего было распикировано 5 385 растений.

В послеуборочный период гибридные популяции были проанализированы по морфологическим признакам: глубина залегания глазков, форма клубней, выравненность клубней. Хорошими морфологическими показателями отличались гибриды комбинаций скрещивания 72-16-9×Зарево, 133-08-1л×Тукан, 13/40-9×Зарево, Спакуса×Лазарь, 01501-6×0213.230-5 и 26-11-10×72-16-12.

В 2023 г. был заложен питомник первого клубневого поколения на площади 0,35 га. Высажено 11 172 гибрида, полученных в 2021 г., а также высажены гибриды, полученные в предыдущие годы от скрещивания высококрахмалистых образцов. Убрано 5 596 гибридов. По результатам оценки содержания крахмала для дальнейшего изучения оставлено 1 002 гибрида.

В питомнике гибридов второго года испытания по продуктивности и содержанию крахмала изучено 1 002 гибрида. С повышенным содержанием крахмала (18–20 %) выделено 228 гибридов. Высоким содержанием (более 20 %) характеризовались 280 образцов.

В таблице 3 представлено распределение гибридов второго года испытания по продуктивности. Для дальнейшего изучения отобрано 323 гибрида.

С учетом продуктивности и содержания крахмала в питомнике гибридов третьего года испытания для дальнейшей работы оставлено 282 образца. В течение вегетации проведена оценка гибридов по устойчивости к фитофторозу и альтернариозу, а также определена группа спелости. В последнюю декаду августа на естественном инфекционном фоне по результатам оценки устойчивости к фитофторозу и альтернариозу с баллом 9 выделено 153 гибрида. К поздней группе спелости отнесены 78 гибридов, к среднепоздней – 204.

По результатам трехлетних испытаний по содержанию крахмала и двухлетних – по продуктивности в качестве исходных форм рекомендовано 58 гибридов, которые превосходят контрольный сорт Здабытак по содержанию крахмала и 35 из них – достоверно по продуктивности (табл. 4).

Таблица 3 – Распределение гибридов картофеля второго года испытания по продуктивности

Продуктивность, г/куст	Количество гибридов, шт.
От 260 до 600	78
От 625 до 1 000	135
Свыше 1 000	110

Таблица 4 – Продуктивность высококрахмалистых гибридов картофеля

Гибрид	Происхождение	Содержание крахмала, среднее за три года, %	Продуктивность, г/куст		
			2024 г.	2025 г.	Среднее за два года
13-22-33	201114-8×109-09-1л2	21,5	2 000	550	1 275
13-22-46		20,7	1 380	1 020	1 200
13-22-53		21,2	640	1 000	820
13-22-60		20,3	1 030	650	840
14-22-34	16П15-5×109-09-1л2	19,9	1 300	580	940
15-22-10	16П15-5×115-11-3л6	19,6	1 030	900	965

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Продолжение таблицы 4

Гибрид	Происхождение	Содержание крахмала, среднее за три года, %	Продуктивность, г/куст		
			2024 г.	2025 г.	Среднее за два года
17-22-44	133-08-1л2×Зарево	20,2	1 170	690	930
19-22-31	63-17-1×Зарево	19,8	1 740	1 000	1 370
20-22-43	134-10-5л4×Зарево	21,8	720	590	655
23-22-2	72-16-12×Зарево	18,8	1 340	1 270	1 305
23-22-23		23,1	560	970	810
24-22-105	72-16-12×133-08-1л2	19,1	1 070	860	965
24-22-133		20,3	1 040	670	855
24-22-138		20,6	830	910	870
24-22-154		21,4	1 420	780	1 100
26-22-129	72-16-12×Максимум	21,4	1 120	1 120	1 120
26-22-47		20,4	1 350	540	945
27-22-107	72-16-12×Крок	20,4	1 290	1 010	1 150
27-22-110		20,5	720	1 100	910
27-22-112		20,9	1 350	1 010	1 180
27-22-120		20,9	640	870	755
27-22-54		20,5	1 730	670	1 200
28-22-36	133-08-1л2×Крок	20,8	850	700	775
34-22-11	01501-6×109-09-1л2	21,4	1 080	760	920
34-22-4		23,9	1 330	500	915
35-22-6	16П15-5×61-16-5	21,5	1 400	690	1 045
36-22-12	16Б08-4×109-09-1л2	19,5	1 220	600	910
36-22-9		21,4	1 500	680	1 090
37-22-49	201114-8×Максимум	21,0	1 610	850	1 230
37-22-50		20,6	1 030	600	815
5-22-14	72-16-12×Тузан	20,5	780	900	840
220.100К-6	0215.40-6×Зарево	20,7	1 140	930	1 035
220.124К-24	Лазарь×215.45-14	19,5	1 150	920	1 035
220.15К-40		19,3	730	1 010	870
220.85К-33		20,5	890	980	935
220.88К-16	209.23-27×Зарево	19,8	860	1 360	1 110
220.9К-19	215.235-5×Зарево	20,5	1 460	1 260	1 360
220.9К-7		17,9	1 160	1 020	1 140
221.119К-20	01501-6×Зарево	20,0	750	1 300	1 025
221.119К-25		19,4	1 230	1 460	1 345
221.144К-23	01501-6×Лазарь	19,5	900	1 200	1 050
113-21-25	52-10-10×Лазарь	21,0	1 130	1 080	1 105
114-21-27	209-08-7×Лазарь	20,5	1 040	960	1 000
114-21-29		22,4	1 050	940	995
115-21-25	26-11-10×Лазарь	19,8	730	1 050	890
115-21-33		21,0	800	950	875
115-21-37		20,9	800	1 030	915
115-21-9		22,3	880	1 180	1 030
116-21-27	14-07-7×Лазарь	22,5	840	600	720
245-20-40	52-10-5×Зарево	21,3	750	950	850
255-20-5	26-11-10×Зарево	22,7	780	1 090	935
287-20-15	166-13-7×201.161-11	21,1	640	950	795
48-21-23	26-11-10×72-16-12	19,5	910	910	910

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Окончание таблицы 4

Гибрид	Происхождение	Содержание крахмала, среднее за три года, %	Продуктивность, г/куст		
			2024 г.	2025 г.	Среднее за два года
T31-22-21	01501-6×Зарево	19,8	1 060	860	960
T31-22-41		20,8	1 160	985	1 072
T31-22-44		19,4	980	850	915
T33-22-17	01501-6×201.161-11	18,8	1 500	1 150	1 325
T34-22-15	01501-6×109-09-1Л2	20,8	940	710	825
Здабытак	Контроль	17,5	966	733	850
НСР ₀₅		–			65,2

Максимальное количество высококрахмалистых, продуктивных гибридов получено при использовании в качестве материнской формы гибрида 72-16-12 (12 шт.) и гибрида 01501-6 (6 шт.). Среди отцовских форм наибольшее количество перспективных гибридов по содержанию крахмала и продуктивности отобрано с участием сортов Зарево (11 шт.) и Лазарь (5 шт.), а также гибрида 109-09-1л2 (6 шт.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что использование в качестве материнских форм для получения высококрахмалистых, продуктивных гибридов картофеля образцов 72-16-12 и 01501-6 обеспечило максимальный выход перспективных форм – 12 и 6 шт. соответственно. Среди отцовских форм наибольшее количество гибридов с высоким содержанием крахмала и высокой продуктивностью отобрано в комбинациях с участием сортов Зарево (11 шт.) и Лазарь (5 шт.), а также гибрида 109-09-1л2 (6 шт.).

В качестве исходных форм для селекции высококрахмалистых сортов картофеля с учетом их продуктивности рекомендовано 58 гибридов.

Список литературы

1. Дорожкин, Б. Н. Селекция картофеля в Западной Сибири / Б. Н. Дорожкин ; РАСХН, Сиб. отд-ние, Сиб. науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва. – Омск : Сфера, 2004. – 271 с.
2. Шевелуха, В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования / В. С. Шевелуха. – Мн. : Ураджай, 1977. – 424 с.
3. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрюгер ; под ред. Д. Шпаара. – Торжок : ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
4. Никулина, Н. А. Анализ гибридного потомства картофеля по величине и количеству клубней в гнезде / Н. А. Никулина // Науч. тр. НИИ картофельного хоз-ва. – М., 1972. – Вып. 12. – С. 61–66.
5. Maris, V. Studies on maturity, yield under water weight and some other characters of potato progenies / V. Maris // Euphytica. – 1969. – № 18. – P. 267–319.
6. Пискун, Г. И. Научные принципы и результаты селекции пригодных к промышленной переработке адаптивных сортов картофеля : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / Г. И. Пискун ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2006. – 44 с.
7. Картопля / С. П. Васильківський, Ю. Я. Верменко, М. Ю. Власенко [та інш.] ; за ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. – Біла Церква, 2002. – Т. 1. – 536 с.
8. Незаконова, Л. В. Оценка потомства по продуктивности и содержанию крахмала в селекции картофеля на пригодность к промышленной переработке / Л. В. Незаконова,

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

А. П. Пинголь // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2008. – Т. 14. – С. 260–268.

9. Добровольский, Р. С. Кореляційна залежність між величиною і елементами його структури в гібридних популяціях картоплі / Р. С. Добровольский, И. Ф. Дудар, О. С. Литвин // Картоплярство : межвід. тем. наук. зб. – Немішаєва, 2000. – Віп. 30. – С. 124–129.

10. Шанина, Е. П. Анализ комбинационной способности родительских форм картофеля по признаку продуктивности / Е. П. Шанина // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2016. – Т. 24. – С. 56–62.

11. Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидротермический_коэффициент_увлажнения_Селянинова (дата обращения: 15.12.2025).

12. Методика исследований по культуре картофеля / Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, НИИ картофельного хозяйства ; редкол.: Н. А. Андрушина [и др.]. – М. : [б. и.], 1967. – 263 с.

Поступила в редакцию 17.12.2025 г.

V. A. KOZLOV, E. I. MEDVEDEVA, A. V. CHASHINSKIY,
N. V. RUSETSKIY

**EVALUATION OF HIGH-STARCH POTATO HYBRIDS
BY PRODUCTIVITY**

SUMMARY

The results of studying high-starch potato hybrids by productivity are presented. The maximum number of hybrids with a high starch content, increased and high productivity (more than 1 000 g/bush) was obtained using sample 72-16-12 as the mother form, as well as hybrid 01501-6. Among the paternal forms, the varieties of Zarevo and Lazar, as well as the hybrid 109-09-1л2, stood out. 58 hybrids are recommended as initial forms for the breeding of high-starch potato varieties.

Key words: potato; parental forms; hybridization; starch content; productivity.

УДК 635.21:631.526.32:581.192(476)

Л. Н. Козлова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий лабораторией биохимической оценки картофеля
О. Б. Незаконова, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

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

АНАЛИЗ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПО БИОХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

РЕЗЮМЕ

Приведена сравнительная оценка новых сортов картофеля селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» по биохимическим показателям. Выявлены различия по содержанию сухих веществ, суммарного белка, витамина С, редуцирующих сахаров, нитратов.

Ключевые слова: картофель; сухие вещества; суммарный белок; витамин С; редуцирующие сахара; нитраты.

ВВЕДЕНИЕ

XXI век – время стремительных изменений во всех сферах нашей жизни. Коснулись они и пищевых привычек. Желая прожить долгую и здоровую жизнь, люди все больше внимания уделяют своему рациону, интересуются последними научными исследованиями в области здорового питания. Современный потребитель хочет знать все о том, чем питается и как это влияет на его жизнь и здоровье.

Картофель, являясь традиционным, наиболее распространенным и экономически доступным для населения продуктом питания, имеет для Республики Беларусь особое значение по сравнению с другими базовыми видами продовольствия. Он по праву занимает одно из ведущих мест среди продуктов, обладающих высокой питательной ценностью: является частью здорового рациона и источником углеводов, которые, по мнению диетологов, должны обеспечивать половину дневной потребности в энергии. Картофель способствует формированию чувства сытости, что помогает контролировать вес: насыщение наступает постепенно, и очередное чувство голода возникает позже. Безусловно, питательная ценность картофеля зависит от способа его приготовления и сочетаемых с ним продуктов.

Уникальность клубней картофеля обусловлена разнообразием химического состава. В них содержатся ценные природные и функциональные пищевые ингредиенты, способствующие сохранению и укреплению здоровья человека. Картофель богат микроэлементами, особенно витамином С: один средний клубень весом в 150 г, приготовленный в мундире, обеспечивает примерно половину суточной потребности взрослого человека в витамине С (100 мг). Кроме того, он содержит умеренное количество железа, а высокое содержание витамина С способствует его усвоению организмом. Картофель является источником витаминов В1, В3, В6 и минералов, таких как калий, фосфор и магний, содержит фолиевую и пантотеновую кислоты, рибофлавин, а также

пищевые антиоксиданты, которые играют важную роль в профилактике заболеваний, связанных со старением, и пищевую клетчатку, необходимую организму [1, 2]. В связи с этим клубни картофеля являются ценным сырьем для получения качественных продуктов питания с высоким содержанием полезных веществ. Картофель отличается большим разнообразием по форме, цвету кожуры и мякоти, а также органолептическим и питательным свойствам, что позволяет удовлетворить широкий спектр пищевых потребностей человека.

В последнее десятилетие Правительство страны уделяет особое внимание селекции и семеноводству картофеля. При этом перед селекционерами поставлена сложная задача – создать в ближайшем будущем конкурентоспособные сорта картофеля и успешно решить проблему импортозамещения.

В 2024 г. переданы в государственное сортоиспытание три новых сорта селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» – Оптимум, Велес, Вайлдберриз.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили клубни сортов картофеля питомника предгосударственного сортоиспытания – Велес, Оптимум и Вайлдберриз.

Исследования проводили в 2023–2024 гг. в лаборатории биохимической оценки картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Клубневой материал получен в отделе селекции картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (Самохваловичская экологическая точка), Гродненском зональном институте растениеводства НАН Беларуси (Гродненская экологическая точка), БГСХА (Горецкая экологическая точка), Гомельской, Могилевской и Брестской ОСХОС НАН Беларуси (Гомельская, Могилевская, Брестская экологические точки).

Клубневой материал выращен на дерново-подзолистой почве различного гранулометрического состава. Легкий суглинок на Самохваловичской и Горецкой точках, супесь – на Гродненской, Гомельской, Могилевской и Брестской.

Агрохимические показатели почвы опытных участков варьировались в следующих пределах: кислотность (в КС1) – от 5,2 до 6,2, подвижный фосфор – от 161 до 282 мг/кг, обменный калий – от 176 до 298 мг/кг, гумус – от 1,37 до 2,87 %. Таким образом, почва характеризуется кислотностью, колеблющейся от кислой до близкой к нейтральной реакции, достаточно высоким содержанием подвижного фосфора и обменного калия (на уровне оптимальных значений) и гумуса – от низкого до высокого.

Средняя температура воздуха за 2023 г. составила 8,6 °С, что выше климатической нормы на 1,4 °С. Этот год занял третье место в ранжированном ряду наблюдений от самого теплого к самому холодному за последние 140 лет. Положительная аномалия температуры воздуха была отмечена на протяжении всех месяцев, кроме мая и июня. За 2023 г. в среднем по стране выпало 113 % осадков от нормы.

Средняя температура воздуха за 2024 г. составила 9,5 °С, что выше климатической нормы на 2,3 °С. Год стал самым теплым за всю историю наблюдений, побив рекорд 2020 г. со среднегодовой температурой 9,1 °С. Положительная аномалия температуры воздуха была отмечена на протяжении всех месяцев, кроме января. За 2024 г. в среднем по стране выпало 97 % осадков от нормы. Особенно сухим был май, когда выпало всего 40 % от нормы, а также последняя декада августа и осень в целом. Исключительно влажным выдался апрель, превысив норму в 2 раза, а также июнь и июль.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Содержание сухого вещества определяли высушиванием при температуре 105 °С по ГОСТ 31640-2012 [3], витамина С – титриметрически по ГОСТ 24556-89 [4], нитратов – потенциометрически по ГОСТ 34570-2019 [5], суммарного белка – с реактивом Оранж Ж [6], редуцирующих сахаров – с реактивом Самнера [7].

Экспериментальные данные обработаны на ПЭВМ с использованием ряда пакетов специализированных прикладных программ (AB-Stat V – 1,1, Microsoft Excel) [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сорта картофеля Оптимум и Велес относятся к среднеспелой группе, Вайлдберриз – к среднепоздней. Клубни изучаемых сортов оценены в 2023–2024 гг. по следующим биохимическим показателям: содержание сухих веществ, суммарного белка, витамина С, редуцирующих сахаров, нитратов (табл. 1).

Сорт картофеля Оптимум среднеспелый, столового назначения. Клубни округло-овальные, кожура желтая, гладкая, мякоть светло-желтая, вкусовые качества хорошие. В клубнях в зависимости от почвенно-климатических условий выращивания накапливается от 19,2 до 25,1 % сухих веществ, 0,72–1,43 % суммарного белка, 11,6–19,9 мг%

Таблица 1 – Биохимический состав клубней сортов картофеля, 2023–2024 гг.

Показатели	Сухое вещество, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг%	Редуцирующие сахара, %	Нитраты, мг/кг
Скарб (контроль)					
lim	16,7–21,2	0,63–1,05	11,8–19,2	0,13–0,87	52,3–306,6
\bar{x}	19,6	0,83	14,8	0,42	144,7
V, %	6,6	16,3	17,8	49,0	54,4
Янка (контроль)					
lim	20,1–25,4	0,60–1,14	11,8–20,8	0,05–0,79	53,2–385,9
\bar{x}	22,4	0,84	16,1	0,23	168,9
V, %	7,8	18,6	17,6	100,0	65,8
Велес					
lim	19,2–24,7	0,74–1,28	12,3–24,7	0,03–0,53	58,5–336,2
\bar{x}	21,7	1,01	16,0	0,22	168,6
V, %	7,8	14,4	25,3	75,9	60,6
Оптимум					
lim	19,2–25,1	0,72–1,43	11,6–19,9	0,03–0,69	65,6–328,3
\bar{x}	22,1	0,98	14,9	0,24	152,3
V, %	7,6	18,4	19,1	84,6	55,9
Рагнеда (контроль)					
lim	19,2–24,9	0,63–1,13	12,3–24,8	0,09–0,89	19,8–313,6
\bar{x}	21,2	0,86	16,3	0,34	146,1
V, %	6,9	0,15	21,8	79,4	66,4
Вектар (контроль)					
lim	20,8–24,7	0,86–1,37	12,2–22,3	0,08–0,38	46,5–260,9
\bar{x}	22,6	1,05	16,3	0,20	129,7
V, %	5,3	14,3	20,8	45,0	58,5
Вайлдберриз					
lim	22,6–28,4	0,67–1,25	12,6–25,1	0,06–0,40	55,8–227,3
\bar{x}	25,9	1,03	16,1	0,21	119,6
V, %	8,3	15,5	23,3	46,7	46,4

Примечание. lim – пределы варьирования, \bar{x} – среднее значение, V, % – коэффициент вариации.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

витамина С, 0,03–0,69 % редуцирующих сахаров, 65,6–328,3 мг/кг нитратов. Образец превосходит контрольные сорта Скарб и Янка по содержанию белка, меньше накапливает редуцирующих сахаров.

Сорт картофеля Велес среднеспелый, столового назначения. Клубни округло-овальные, желтые, глазки мелкие, мякоть кремовая, цветки белые; накопление сухих веществ составляет 19,2–24,7 %, суммарного белка – 0,74–1,28 %, витамина С – 12,3–24,7 мг%, редуцирующих сахаров – 0,03–0,53 %, нитратов – 58,5–336,2 мг/кг. Образец отличается более высоким накоплением суммарного белка, меньшим – редуцирующих сахаров в сравнении с контрольными сортами Скарб и Янка.

Сорт картофеля Вайлдберриз среднеспоздний, столового назначения. Клубни овальные, кожура красно-фиолетовая интенсивно окрашена, гладкая, глазки средние, мякоть красная. Содержание сухих веществ в зависимости от места выращивания изменяется в пределах 22,6–28,4 %, белка – 0,67–1,25 %, витамина С – 12,6–25,1 мг%, редуцирующих сахаров – 0,06–0,40 %, нитратов – 55,8–227,3 мг/кг. Превосходит контрольные сорта Вектар и Рагнеда по содержанию сухих веществ.

Для оценки сортов по питательной ценности результаты биохимических анализов представлены в таблице 2 в баллах по соответствующей шкале: чем выше балл, тем ценнее сорт по потребительским показателям [9]. Наибольшей питательной ценностью обладал сорт Вайлдберриз.

Таблица 2 – Оценка клубней картофеля по биохимическим показателям в баллах

Образец	Сухие вещества	Суммарный белок	Витамин С	Редуцирующие сахара	Общий
Скарб (контроль)	3	3	5	6	17
Янка (контроль)	5	3	6	9	23
Велес	5	5	5	9	24
Оптимум	5	5	5	9	24
Рагнеда (контроль)	5	3	6	7	21
Вектар (контроль)	5	5	6	9	25
Вайлдберриз	6	5	6	9	26

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые сорта картофеля отечественной селекции оценены по содержанию биохимических веществ в клубнях и питательной ценности. Сорт картофеля Оптимум превосходит контрольные сорта Скарб и Янка по содержанию белка, меньше накапливает редуцирующих сахаров. По сравнению с контрольными сортами Скарб и Янка, сорт Велес характеризуется более высоким накоплением суммарного белка, меньшим – редуцирующих сахаров. Сорт Вайлдберриз превосходит контрольные сорта Вектар и Рагнеда по содержанию сухих веществ и обладает наибольшей питательной ценностью.

Список литературы

1. Содержание витамина С и бета-каротина в овощах, выращенных в различных регионах России / М. П. Григорьева, Л. В. Берекетова, И. М. Скирухин [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1997. – № 10. – С. 16–18.
2. Росс, Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы / Х. Росс. – М. : Агропромиздат, 1989. – 183 с.
3. Корма. Методы определения содержания сухого вещества : ГОСТ 31640-2012. – М. : Стандартинформ, 2012. – 5 с.

4. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С : ГОСТ 24556-89. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 9 с.
5. Фрукты, овощи и продукты их переработки. Потенциометрический метод определения нитратов : ГОСТ 34570-2019. – М. : Стандартинформ, 2019. – 17 с.
6. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 429 с.
7. Luchhisinger, W. W. Reducing power by the dinitrosalicyl acid method / W. W. Luchhisinger, V. A. Corneski // Anal. Vbiochem. – 1962. – № 4. – P. 346.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1968. – 335 с.
9. Параметры качества сортов, методика по различному целевому назначению : отчет о НИР / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; рук. В. Л. Маханько. – аг. Самохваловичи, 2014. – 63 с.

Поступила в редакцию 04.12.2025 г.

L. N. KOZLOVA, O. B. NEZAKONOVA

ANALYSIS AND COMPARATIVE EVALUATION OF NEW POTATO VARIETIES BY BIOCHEMICAL COMPOSITION

SUMMARY

A comparative assessment of new potato varieties bred by RUE «The Research and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing» based on biochemical parameters are presented. Differences in dry matter, protein, vitamin C, reducing sugars, and nitrate content were identified.

Key words: potato; ry matter; total protein; vitamin C; reducing sugars; nitrates.

УДК 635.21:631.526.32:581.192(476)

Л. Н. Козлова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий лабораторией биохимической оценки картофеля
О. Б. Незаконова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
старший научный сотрудник
Е. А. Рядинская, младший научный сотрудник

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НЕСТЕРКА И ФЕНИКС ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты оценки новых сортов картофеля Нестерка и Феникс среднеранней группы спелости селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» по морфологическим признакам и технологическим показателям: характер поверхности, индекс формы, количество и глубина залегания глазков, количество отходов при механической очистке и ручной доочистке клубней, устойчивость к потемнению мякоти.

Ключевые слова: картофель; сорт; характер поверхности; индекс формы; количество глазков; глубина залегания глазков; количество отходов при очистке; устойчивость к потемнению мякоти.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – важнейший незерновой источник питания в мире, играющий ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности нынешних и будущих поколений, потребляется в основном в качестве значимого источника углеводов, а также белка, железа, фосфора, кальция, каротина, тиамина, рибофлавина и витамина С. Рост мирового потребления этого продукта в значительной степени обусловлен спросом на переработанные картофелепродукты [1, 2].

Основным из способов увеличения урожайности картофеля и повышения качества клубней является внедрение в производство новых сортов, обладающих комплексом ценных признаков и превосходящих по ряду из них (устойчивость к распространенным заболеваниям, лежкость) уже используемые в производстве сорта. Создание новых перспективных сортов и их успешное агроэкологическое районирование – один из основных элементов эффективности картофелеводства. Для регионов необходима группа взаимодополняющих сортов, максимально использующих конкретные экологические и агротехнические условия, способных противостоять неблагоприятным факторам среды возделывания. В настоящее время существенное увеличение эффективности отрасли картофелеводства ожидается от внедрения нового поколения сортов, обладающих высокой адаптивностью в сочетании с повышенной урожайностью, способных противостоять стрессовому действию биотических и абиотических факторов внешней среды [3].

При этом потребители сырья из сортов картофеля, предназначенных для переработки, заинтересованы не только в их высокой урожайности, устойчивости к болезням и адаптивности к условиям выращивания, но и в высоком качестве и рентабельности производимой

продукции. Поэтому имеют значение также форма и размер клубней, глубина залегания глазков, цвет мякоти, отсутствие внешних и внутренних дефектов, обусловленных склонностью отдельных сортов к вторичному росту, образованию ростовых трещин, дуплистости, потемнению мякоти и другим внутренним дефектам, возникающим в клубнях вследствие возможных механических воздействий, особенно во время проведения уборки, транспортировки и сортировки. Глазки на клубнях должны быть поверхностными, поскольку при глубоких требуется доочистка вручную, что связано с привлечением дополнительных рабочих. Все это влияет на экономические показатели переработки [4–9].

Целью наших исследований являлась оценка новых сортов картофеля среднеранней группы спелости по морфологическим признакам и технологическим показателям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили клубни сортов картофеля питомника предгосударственного сортоиспытания Нестерка и Феникс.

Исследования проводили в лаборатории биохимической оценки картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2022–2023 гг. Клубневой материал получен в отделе селекции картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (Самохваловичская экологическая точка), Гродненском зональном институте растениеводства НАН Беларуси (Гродненская экологическая точка), Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (Горещкая экологическая точка), Гомельской, Могилевской, Брестской ОСХОС НАН Беларуси (Гомельская, Могилевская, Брестская экологические точки).

Клубневой материал выращен на дерново-подзолистой почве различного гранулометрического состава: легкий суглинок на Самохваловичской и Горещкой экологических точках, супесь – на Брестской, Гродненской, Гомельской и Могилевской.

Агрохимические показатели почвы опытных участков варьировали в следующих пределах: кислотность (в КС1) – 4,8–6,4, подвижный фосфор – 139–600 мг/кг, обменный калий – 127–456 мг/кг, гумус – 1,38–2,22 %. Почва характеризуется достаточным содержанием подвижного фосфора и обменного калия.

В 2022 г. среднегодовая температура воздуха составила 7,8 °С, что превысило климатическую норму на 0,6 °С. Средняя температура воздуха весеннего сезона отмечена на уровне 6,2 °С, что на 1,1 °С ниже нормы. Летний период характеризовался средней температурой воздуха 19,4 °С, что на 1,4 °С выше климатической нормы. Количество осадков весной и осенью было на уровне сезонной нормы или выше. Летом выпало 193 мм осадков, или 86 % от нормы.

В 2023 г. среднегодовая температура воздуха составила 8,6 °С, превысив климатическую норму на 1,4 °С. Средняя температура весеннего сезона была на уровне 8,2 °С, что на 0,9 °С выше нормы. В летний период средняя температура по стране составила 19,0 °С, что на 1,0 °С выше климатической нормы, в осенний сезон – 8,7 °С, превысив норму на 1,7 °С. Положительная аномалия температуры воздуха была отмечена на протяжении всех месяцев года, кроме мая и июля.

В 7-ми из 12-ти месяцев года суммарное количество осадков превышало норму. Самым сухим месяцем был май, за который в среднем по Беларуси выпало 12 мм осадков, что составило 19 % климатической нормы. За 2023 г. в среднем по стране выпало 724 мм осадков, или 113 % от нормы.

Индекс клубней и глубину залегания глазков определяли путем замера штангенциркулем; характер поверхности – визуально; количество глазков на клубне – путем

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

подсчета; отходы при механической очистке определяли по разнице взвешивания вымытых и подсушенных клубней до очистки и после нее; устойчивость мякоти к потемнению до и после варки – визуально [10].

Экспериментальные данные обработаны на ПЭВМ с использованием ряда пакетов специализированных прикладных программ (AB-Stat V – 1,1, Microsoft Excel) [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2022–2023 гг. были изучены морфологические признаки клубней новых среднеранних сортов картофеля Нестерка и Феникс (характер поверхности, индекс формы, количество и глубина залегания глазков), выращенных на Самохваловичской, Гродненской, Горецкой, Гомельской, Могилевской и Брестской экологических точках (табл. 1).

Клубни контрольного сорта картофеля Манifest в зависимости от места выращивания имели форму от округло-овальной до длинной. На клубнях заложено около 9 мелких глазков. В среднем по опыту данный сорт устойчив к потемнению мякоти до и после варки (6,8 и 6,9 балла соответственно). Наибольшая устойчивость к обоим типам потемнения наблюдалась у клубней, выращенных на Самохваловичской и Брестской экологических точках (табл. 2).

У клубней сорта Нестерка поверхность выровненная, в зависимости от условий выращивания их форма варьирует от округлой (Самохваловичская и Горецкая экологические точки) до овальной (Гомельская экологическая точка). На клубнях заложено от 4 до 9 мелких глазков. Для показателей «индекс формы» и «глубина залегания глазков» характерна незначительная изменчивость (коэффициент вариации 7,1 и 7,8 % соответственно), в то время как для показателей «характер поверхности» и «количество глазков» – средняя (коэффициент вариации 15,1 и 13,3 % соответственно). Количество отходов при механической очистке и ручной доочистке клубней значительно зависит от условий выращивания (коэффициент вариации 32,0 %) и изменялось от 5,1 % (Самохваловичская экологическая точка) до 19,8 % (Гомельская экологическая точка) при среднем значении 12,6 %.

Клубни этого сорта более подвержены потемнению мякоти в сравнении с контрольным сортом: 5,2 балла в сыром виде и 5,8 балла – в вареном. Наименьшая степень

Таблица 1 – Морфологические признаки клубней изучаемых сортов картофеля, 2022–2023 гг.

Показатели	Характер поверхности, балл	Индекс формы	Количество глазков, шт.	Глубина залегания глазков, мм
Манifest (контроль)				
lim	5,0–9,0	1,21–1,90	7,6–10,9	1,00–1,13
\bar{x}	8,0	1,51	9,0	1,06
V, %	15,1	11,2	9,8	5,1
Нестерка				
lim	6,0–9,0	1,02–1,31	4,5–8,3	1,01–1,30
\bar{x}	7,7	1,17	6,7	1,11
V, %	15,1	7,1	13,3	7,8
Феникс				
lim	6,0–9,0	1,17–1,55	5,9–8,1	1,00–1,11
\bar{x}	8,0	1,34	7,3	1,05
V, %	10,7	7,6	11,7	4,0

Примечание. lim – пределы варьирования; \bar{x} – среднее значение показателя; V, % – коэффициент вариации.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 2 – Технологические показатели клубней изучаемых сортов картофеля, 2022–2023 гг.

Показатели	Количество отходов при очистке, %	Потемнение мякоти клубней, балл	
		неферментативное	ферментативное
Манифест			
lim	3,4–21,9	6,0–8,0	5,5–8,5
\bar{x}	11,2	6,8	6,9
V, %	43,2	11,2	14,4
Нестерка			
lim	5,2–19,8	3,0–9,0	4,5–7,0
\bar{x}	12,6	5,2	5,8
V, %	32,0	36,8	13,5
Феникс			
lim	4,0–20,5	6,0–8,0	5,5–9,0
\bar{x}	9,9	6,8	7,3
V, %	49,6	12,2	13,2

Примечание. lim – пределы варьирования показателя; \bar{x} – среднее значение показателя; V, % – коэффициент вариации.

потемнения мякоти в сыром виде у клубней, выращенных на Самохваловичской и Горецкой экологических точках.

Клубни сорта Феникс – округло-овальные, овальные и удлиненно-овальные. Их форма незначительно изменяется в зависимости от условий выращивания (коэффициент вариации 7,6 %). Для них характерны мелкие глазки, количество которых в среднем на клубень составляет 7–8.

Данный сорт устойчив к потемнению мякоти как до варки (неферментативное – 6,8 балла), так и после нее (ферментативное – 7,3 балла). Количество отходов при механической очистке и ручной доочистке клубней значительно зависит от условий выращивания и находилось в пределах от 4,0 % (Брестская экологическая точка) до 20,5 % (Гродненская экологическая точка), коэффициент вариации составил 49,6 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые сорта картофеля Нестерка и Феникс дополнили перечень среднеранней группы отечественных сортов благодаря комплексу хозяйственно ценных признаков. Клубни обоих сортов отличаются привлекательным внешним видом, гладкой поверхностью и мелкими глазками, что делает их конкурентоспособными на современном рынке.

Клубни сорта картофеля Нестерка имеют выровненную поверхность, их форма варьирует от округлой до овальной при изменении условий выращивания. На клубнях заложено от 4 до 9 мелких глазков. Клубни данного сорта более подвержены потемнению мякоти: 5,2 балла в сыром виде и 5,8 балла – после варки. Количество отходов при механической очистке и ручной доочистке в среднем составляет 12,6 %.

У сорта Феникс форма клубней незначительно изменяется в зависимости от условий выращивания – от округло-овальной до удлиненно-овальной. В среднем на клубнях данного сорта заложено 7–8 мелких глазков. Клубни устойчивы к потемнению мякоти до варки и после нее (6,8 и 7,3 балла соответственно). Количество отходов при механической очистке и ручной доочистке значительно зависит от условий выращивания и в среднем составляет 9,9 %.

Таким образом, сорта картофеля Нестерка и Феникс обладают морфологическими признаками и технологическими показателями, которые обеспечивают их высокую ценность для переработки и потребления.

Список литературы

1. Гольдштейн, В. Г. Изучение свойств различных сортов картофеля для переработки на крахмал / В. Г. Гольдштейн, А. А. Морозова, А. В. Семенова // Крахмал и его производные. – 2023. – № 1. – С. 22–26.
2. Шабанов, А. Э. Российские сорта для переработки на хрустящий картофель / А. Э. Шабанов, С. В. Мальцев, Д. В. Абросимов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2025. – № 3. – Т. 26. – С. 608–617.
3. Пригодность сортов картофеля к промышленной переработке / А. А. Молявко, А. В. Марухленко, Н. П. Борисова [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. – 2021. – № 1 (83). – С. 24–29.
4. Требования к сырью для переработки картофеля / К. А. Пшеченков, И. И. Сидякина, В. Н. Зейрук [и др.] // Картофель и овощи. – 2001. – № 2. – С. 16–17.
5. Идентификация генотипов картофеля в селекции на пригодность к переработке в процессе длительного хранения / А. С. Гайзатулин, А. В. Митюшкин, А. А. Журавлев [и др.] // Вестник КРАСГАУ. – 2019. – № 10 (151). – С. 16–23.
6. Методологические аспекты селекции картофеля на пригодность к переработке / Е. А. Симаков, И. М. Яшина, О. В. Бабайцева [и др.] // Вопросы картофелеводства. Актуальные проблемы науки и практики : сб. науч. тр. / ВНИИКХ. – М., 2006. – С. 20–30.
7. Иванов, А. В. Оценка сортов картофеля для селекции, пригодных на переработку в условиях северо-западного региона / А. В. Иванов, Ю. Н. Федорова, Л. Н. Федорова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (195). – С. 35–41.
8. Гаспарян, И. Н. Комплексная оценка новых столовых и пригодных к промышленной переработке сортов картофеля / И. Н. Гаспарян, М. А. Петрова, Ш. В. Гаспарян // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5 (74). – С. 25–36.
9. Сердеров, В. К. Перспективные сорта картофеля, пригодные для промышленной переработки / В. К. Сердеров // Горное сельское хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 113–116.
10. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев, И. И. Колядко, В. Л. Маханько [и др.]. – Мн., 2003. – 70 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1968. – 336 с.

Поступила в редакцию 18.12.2025 г.

L. N. KOZLOVA, O. B. NEZAKONOVA, E. A. RYADINSKAYA

RESULTS OF RESEARCH ON ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF NEW POTATO VARIETIES NESTERKA AND FENIKS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

SUMMARY

The results of evaluating new potato varieties Nesterka and Feniks of the mid-early maturity group, of the selection of the RUE «The Research and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing» are presented based on morphological characteristics and technological indicators: surface character, shape index, number and depth of buds, amount of waste during mechanical cleaning and manual final cleaning of tubers, resistance to darkening of the pulp.

Key words: potato; variety; tuber surface type; shape index; number of buds; depth of buds; waste during cleaning; darkening of the pulp.

УДК 635.262“324”:631.527(476)

Н. П. Купреенко, кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий отделом холодостойких овощных культур
В. В. Корецкий, заведующий сектором луковых культур

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

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ОЗИМОЙ ФОРМОЙ ЧЕСНОКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

РЕЗЮМЕ

Представлены итоги многолетней селекционной работы с культурой чеснока озимого. В результате всестороннего изучения обширного исходного материала по основным хозяйственно ценным признакам – зимостойкости, устойчивости к фузариозу, урожайности и качеству луковиц, их лежкости в период зимнего хранения и биохимическим показателям – создан и передан в государственное сортоиспытание сорт чеснока озимого Пясняр универсального назначения, пригодный для приусадебного и промышленного овощеводства республики.

Ключевые слова: чеснок; образец; клон; луковицы; растения; посадочный материал; болезнь; пораженность; зимостойкость; анализ; урожайность; качество; лежкость.

ВВЕДЕНИЕ

Современное овощеводство определяет конкурентоспособность сортов и гибридов овощных культур не только и даже не столько их продуктивностью, сколько способностью формировать качественную товарную продукцию с высокими биохимическими показателями.

В последние десятилетия чеснок привлекает внимание исследователей как продукт, обладающий выраженным биологическим действием. По своей значимости среди овощных культур он занимает одно из ведущих мест, а по объемам продаж находится на 14 месте.

Пищевые и целебные свойства чеснока обусловлены исключительно богатым химическим составом, который зависит от сорта и зоны выращивания. Острый вкус и своеобразный запах придает чесноку эфирное масло (до 0,5 % на сырую массу). Эфирное масло чеснока представляет собой сложную смесь соединений, что и определяет его значение. Важнейшими биологически активными соединениями чеснока являются серо- и селенсодержащие производные, среди которых селенометионин и селеноцистеин обладают мощным антиканцерогенным действием. Причем установлено, что антиканцерогенное действие чеснока пропорционально содержанию в нем селена. В связи с этим в мировой практике наблюдается тенденция увеличения производства чеснока с повышенным содержанием селена. Соединения, входящие в состав луковицы, способны подавлять рост возбудителей заболеваний, снижать уровень сахара в крови, нормализовать содержание холестерина, предотвращать образование тромбов [1].

Неслучайно в последние годы в состав продуктов с лечебно-профилактическими свойствами стали включать биологически активные компоненты, выделяемые из чеснока (в США, например, в таких продуктах чеснок занимает ведущее место) [2].

В Республике Беларусь основные продукты питания характеризуются низким содержанием селена. Среднее потребление по областям составляет 9,9–14,0 мкг/сут, что в 4–5 раз ниже минимального суточного потребления (50 мкг/сут), рекомендованного ВОЗ [3]. Кроме того, потребность в селене возрастает при лечении вирусных инфекций (герпес, ВИЧ, лейкозы) и может составить до 600 мкг/сут [4].

Для ликвидации селеновой недостаточности необходимо проведение рационализации питания с включением продуктов, богатых селеном, создание обогащенных селеном продуктов питания, использование пищевых добавок, содержащих селен, внесение селена в минеральные удобрения [5].

Приоритетным источником поступления селена в организм животных и человека следует считать продукцию растениеводства. Как природный аккумулятор селена чеснок в этом плане является фаворитом [6].

Основным производителем и поставщиком чеснока на мировой рынок является Китай. В Республику Беларусь чеснок импортируется главным образом из этой страны. Аналогичная ситуация во многих других странах. Большое количество дешевого китайского чеснока привело к резкому спаду его производства в Европе [7]. В целом на долю Китая приходится более 75 % объемов выращивания и экспорта.

Удовлетворить внутренний спрос и снизить завышенные цены на мировом рынке можно только за счет организации собственного производства чеснока. Для того чтобы перейти на полное обеспечение чесноком собственного производства, необходимо повышать урожайность и посевные площади, внедрять в производство более перспективные и высокоурожайные сорта [8]. Кроме того, на современном этапе селекционной работы стоит задача создания сортов, устойчивых к комплексу болезней и вредителей [9].

В настоящее время урожайность чеснока в республике составляет 4,0–4,5 т/га. Одной из причин такого низкого показателя является поражение растений болезнями грибной этиологии. Причем из-за изменения климата в последние десятилетия во всем мире значительно возросла распространенность микромицетов рода *Fusarium*, которые, по данным отечественных и зарубежных исследователей, часто составляют основу патогенного комплекса на многих овощных культурах, в том числе на чесноке озимом [10]. Эти возбудители поражают все органы растения чеснока – листья, зубки, бульбочки, причем проявление фузариоза возможно в течение всей вегетации или в процессе хранения чеснока. По литературным данным, в неблагоприятные годы гибель растений восприимчивых образцов чеснока озимого от болезней может достигать 100 % еще до начала уборки луковиц. При этом выведение устойчивых и толерантных сортов считается наиболее эффективным способом сохранения урожая [11].

В связи с высокой пластичностью импортные сорта требуют продолжительного периода адаптации. При выращивании в новых климатических условиях могут существенно меняться их хозяйственно ценные признаки. Поэтому в настоящее время основным направлением в селекции чеснока озимой формы является создание на основе местных и интродуцированных форм отечественных высокоурожайных сортов чеснока озимого, обладающих высокой зимостойкостью, устойчивостью к фузариозу, хорошей лежкоспособностью, с высоким содержанием биологически активных веществ, что позволит существенно увеличить сохранность урожая и повысить пищевую ценность данной культуры [12]. При этом исходным материалом должны служить сорта, местные образцы, дикие формы и интродуцированные клоны [13, 14].

В 2017–2019 гг. в ходе выполнения задания 6.46. «Изучение фенотипического полиморфизма популяций чеснока (*Allium sativum* L.) по накоплению селена с целью создания исходного материала для селекции сортов с высокими биохимическими показателями» ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства», 2016–2020 гг. (подпрограмма 6 «Земледелие и селекция») нами был создан новый исходный материал для селекции чеснока озимого и ярового с высоким уровнем содержания органических форм селена.

Кроме того, в 2021–2023 гг. в рамках выполнения подзадания «Изучение и иммунологическая оценка коллекции чеснока (*Allium sativum* L.) на наличие фузариозной гнили и выделение устойчивых клонов для селекции ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» подпрограмма «Земледелие и селекция» на 2021–2025 годы была проведена иммунологическая оценка на устойчивость к фузариозной гнили лучших по биохимическим показателям образцов. В результате исследований выделено 10 клонов, обладающих высокой продуктивностью, товарностью луковиц, высоким содержанием органических форм селена и устойчивостью к болезни, для дальнейшей селекционной работы.

В 2022–2025 гг. с целью создания высокопродуктивного сорта чеснока озимого с повышенным содержанием селена и устойчивостью к фузариозной гнили, пригодного для выращивания в промышленном и приусадебном овощеводстве, нами выполнено подзадание 2.94. «Создать сорт чеснока озимого, обладающий высокой продуктивностью, устойчивостью к фузариозу и повышенным содержанием селена» подпрограммы «Агропромкомплекс – инновационное развитие» на 2021–2025 годы ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии». В качестве исходного материала использовались клоны, выделенные при выполнении указанных выше исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2022–2025 гг. в секторе луковых культур РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Объектами исследований являлись посевы, сорта и клоны чеснока озимого. Предмет исследований – урожайность, устойчивость к основным заболеваниям, лежкость, биохимический состав. Материалом для изучения служили вегетативные органы растений и луковицы чеснока.

Научно-исследовательская работа выполнялась по полной схеме селекционного процесса. Питомники предварительного и конкурсного сортоиспытания закладывали согласно «Методическим указаниям по селекции луковых культур» [14].

Агротехника общепринятая для лабораторно-полевых опытов, без орошения, гербициды не применялись. Основным методом селекции служил клоновый отбор.

В питомнике предварительного испытания оценивались 10 выделенных перспективных образцов, в питомнике конкурсного сортоиспытания – 5 лучших по результатам предварительного испытания в сравнении со стандартным сортом Светлогорский. Параллельно проводились улучшающие отборы. Повторность опытов в питомнике предварительного испытания 2-кратная, в питомнике конкурсного сортоиспытания – 4-кратная. Учетная площадь делянки 10 м². Общая площадь опыта в питомнике предварительного испытания 0,02 га, в питомнике конкурсного сортоиспытания – 0,04 га. Предшественник: 2023 г. – ячмень, 2024 – сидерат, 2025 г. – чистый пар. Весенняя обработка почвы участка осуществлялась согласно технологии, разработанной в РУП «Институт овощеводства».

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Посадку озимого чеснока проводили во второй декаде октября по 2-строчной схеме 68×12 см с расстоянием между зубками в ряду 10 см. Густота посадки 286 тыс. шт/га.

Наблюдения, учеты и анализы выполнялись в соответствии с направлением селекции. В процессе исследований велись фенологические наблюдения, оценка образцов по биологическим и морфологическим признакам, оценка устойчивости образцов к фузариозу, биометрические измерения, биохимическая оценка, анализ урожая, лежкости, товарности и качества луковиц.

Уборка урожая проводилась по мере созревания в третью декаду июля – первую декаду августа. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [15] на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2022–2023 гг. было проведено предварительное испытание 10 клонов чеснока озимого в сравнении с сортом-стандартом Светлогорский (табл. 1).

Основной проблемой, с которой могут столкнуться производители озимого чеснока, является частичная или полная гибель растений в зимний период. Для определения зимостойкости изучаемых сортообразцов в период весеннего отрастания чеснока определялся процент взошедших растений по отношению к высаженным зубкам.

Появление всходов чеснока озимого в 2023 г. отмечено необычно рано. Уже 20 февраля на делянках большинства образцов просматривались ряды; 6 марта отмечена фаза 12 по шкале ВВСН «Массовые всходы». В этот период проведена окончательная оценка перезимовки образцов (табл. 2). В отчетном году большинство образцов и стандартный сорт показали высокую зимостойкость в благоприятных для перезимовки условиях: процент перезимовки по образцам составил 95–98 %. Наибольшая гибель растений (4–5 %) отмечена у образцов К-14/21, К-16/21, К-4/21 и UR-18.

В период уборки проведена оценка устойчивости образцов к фузариозу. Наблюдения показали, что сохранилась тенденция устойчивости образцов к болезни, отмеченная в период вегетации и в предыдущие годы. При этом за период вегетации до уборки степень распространения болезни в текущем году из-за жаркой сухой погоды увеличилась значительно, особенно на менее устойчивых образцах. Так, на высокоустойчивом сорте Светлогорский и клонов с селекционными номерами К2-21, К-12/21 и МГ7-18 степень распространения болезни на растениях составила 8,0; 5,6 и 11,1 % соответственно, тогда как на менее устойчивых образцах болезнью было поражено от 14,8 до 23,8 % растений (табл. 3). Все образцы подтвердили уровень устойчивости к фузариозу.

Таблица 1 – Изучаемые образцы чеснока озимого

Образец	Происхождение
1. Светлогорский, st	РУП «Институт овощеводства»
2. К-1/21	Местный, Брестская обл., Кобринский р-н
3. К-9/21	Местный, Гродненская обл., Кореличский р-н
4. К-5/21	Местный, Витебская обл., Толочинский р-н
5. UR-18	Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
6. МГ7-18	Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
7. К-2/21	Местный, Брестская обл., Столинский р-н
8. К-4/21	Местный, Витебская обл. Оршанский р-н
9. К-12/21	Местный, Минская обл., Несвижский р-н
10. К-14/21	Местный, Минская обл., Смолевичский р-н
11. К-16/21	Местный, Могилевская обл., Костюковичский р-н

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 2 – Оценка зимостойкости образцов чеснока озимого в питомнике предварительного испытания, 2023 г.

Образец	Количество контрольных растений, шт.	Количество погибших растений, шт.	Зимостойкость, %
1. Светлогорский, st	100	2	98
2. UR-18	100	4	96
3. К-12/21	100	3	97
4. К-5/21	100	2	98
5. К-9/21	100	2	98
6. К-4/21	100	4	96
7. К-1/21	100	2	98
8. К-2/21	100	2	98
9. К-14/21	100	5	95
10. МГ7-18	100	4	96
11. К-16/21	100	5	95

Таблица 3 – Результаты оценки образцов чеснока озимого на устойчивость к фузариозу после уборки, 2023 г.

Образец	Степень распространения болезни, %	Балл устойчивости
1. Светлогорский, st	8,0	7
2. К-12/21	11,1	8
3. К-9/21	23,8	7
4. UR-18	11,8	7
5. МГ7-18	11,1	6
6. К-2/21	5,6	7
7. К-5/21	14,8	6
8. К-1/21	16,7	6
9. К-4/21	23,8	7
10. К-16/21	18,8	5
11. К-14/21	11,8	5

Как в период вегетации, так и перед уборкой балл поражения болезнью остался либо высоким, как у шести образцов, либо на среднем уровне. Наиболее высокую устойчивость показал образец К-12/21.

После двухнедельного дозаривания и сушки проведена доработка луковиц коллекционных образцов и учет урожая (табл. 4).

Общая урожайность чеснока зависит как от условий выращивания, так и в большей степени от густоты посадки. Как видно из таблицы 4, устойчивость образцов к фузариозу в период вегетации оказала существенное влияние на продуктивность растений чеснока. Урожайность изучаемых образцов с высокой устойчивостью к заболеванию значительно превосходила клоны, более восприимчивые к возбудителю болезни. У трех образцов урожайность была выше, чем у стандартного сорта Светлогорский. Наиболее высокая урожайность отмечена у клона К-12/21 (8,68 т/га), обладающего также высоким баллом устойчивости к фузариозу.

По результатам оценки устойчивости образцов озимого чеснока к фузариозу в период вегетации и после уборки, а также учитывая их продуктивность и другие хозяйственно полезные признаки, было выделено пять клонов чеснока озимого с селекционными номерами К-12/21, UR-18, К-9/21, МГ7-18 и К-5/21 для дальнейшего изучения.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 4 – Результаты учета урожая образцов озимого чеснока в питомнике предварительного испытания, 2023 г.

Образец	Масса луковицы, г	Масса зубка, г	Количество зубков, шт.	Урожайность, т/га	± к стандарту	
					т/га	%
1. Светлогорский, st	33,5	5,1	6–7	8,30	–	–
2. К-12/21	35,0	5,0	6–8	8,68	0,38	4,6
3. UR-18	35,8	5,5	6–7	8,60	0,30	3,6
4. К-9/21	35,1	5,4	6–7	8,54	0,24	2,9
5. МГ7-18	33,0	5,5	6	8,12	–0,18	–2,2
6. К-5/21	33,4	5,1	6–7	7,93	–0,37	–4,5
7. К-2/21	31,9	5,3	5–7	7,39	–0,91	–11,0
8. К-1/21	28,0	4,3	6–7	6,82	–1,48	–17,8
9. К-4/21	27,9	4,3	6–7	6,80	–1,50	–18,1
10. К-14/21	27,0	4,2	6–7	6,44	–1,86	–22,4
11. К-16/21	26,3	3,8	6–8	6,27	2,03	–24,5

В 2024–2025 гг. проведено конкурсное сортоиспытание выделенных образцов. Оценка зимостойкости показала, что в первый год исследований все изучаемые клоны стабильно демонстрируют высокий результат (табл. 5). Процент перезимовки по образцам, как и в питомнике предварительного испытания, составил 95–98 %, что свидетельствует о высокой зимостойкости всех изучаемых клонов и стандартного сорта в благоприятных условиях года. Наибольшая гибель растений (4–5 %) отмечена у образцов МГ7-18 и UR-18.

В то же время в 2025 г. показатель зимостойкости был существенно ниже. Процент перезимовки по образцам составил только 57–81 %, что свидетельствует о существенном снижении зимостойкости всех изучаемых клонов и стандартного сорта в стрессовых условиях отчетного года.

Наибольшая гибель растений (40–43 %) выявлена у образцов МГ7-18 и UR18. Лучшее всего стрессовые условия января – марта перенесли клоны К-12/21, К-9/21 и стандартный сорт Светлогорский, зимостойкость которых составила 81, 79 и 78 % соответственно.

Важным показателем для сортов чеснока озимого является лежкость луковиц в осенне-зимний период. С целью оценки лежкоспособности изучаемых клонов осенью 2024 г. были заложены на хранение контрольные образцы по 200 луковиц. Учет потерь осуществлялся ежемесячно. Проведены учет естественной убыли массы, выбраковка и учет пораженных болезнями луковиц за четыре месяца хранения (табл. 6).

В результате исследований установлено, что общая убыль массы луковиц колебалась от 9,8 % у образца К-12/21 до 21,7 % у клона К-5/21. Причем высокие потери

Таблица 5 – Оценка зимостойкости образцов чеснока озимого в питомнике конкурсного сортоиспытания, 2024–2025 гг.

Образец	Зимостойкость, %	
	2024	2025
1. Светлогорский, st	97	78
2. UR-18	95	57
3. К-12/21	98	81
4. К-5/21	97	66
5. К-9/21	98	79
6. МГ7-18	96	60

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 6 – Результаты оценки лежкости (естественная убыль и поражение болезнями) чеснока озимого при хранении в охлаждаемых складах (температура хранения в камере +1–3 °С, влажность 75–80 %)

Образец	Убыль массы луковиц чеснока, %				
	06.12.24	08.01.25	08.02.25	06.03.25	Всего
1. Светлогорский, st (контроль)	3,8	1,6	2,4	4,1	11,9
2. К-12/21	2,9	1,5	2,3	3,1	9,8
3. UR-18	3,8	1,3	2,6	3,4	11,1
4. МГ7-18	4,2	2,2	2,2	3,1	11,7
5. К-9/21	5,5	1,3	2,6	3,4	12,7
6. К-5/21	4,8	11,1	2,3	3,5	21,7

у клона К-5/21 обусловлены большим количеством больных луковиц – свыше 50 % общих потерь. Более низкие потери у остальных образцов, включая контрольный сорт, связаны со слабым поражением луковиц фузариозом и зеленой плесенью.

Анализ результатов биометрических измерений растений чеснока в период вегетации (фаза органогенеза по шкале ВВСН – 15–19) показал, что по биометрическим параметрам на этом этапе выделяются клоны К-12/21 и К-9/21, которые по высоте растений (45,7 и 44,1 см соответственно) превосходят все изучаемые образцы, в том числе стандартный сорт Светлогорский (табл. 7). Эти же образцы имеют и лучшие показатели по развитию листа, высоте и толщине ложного стебля.

Результаты оценки устойчивости изучаемых образцов к фузариозу показали, что в течение двух лет наиболее высокой устойчивостью к патогену характеризовались клон К-12/21 и стандартный сорт Светлогорский (табл. 8). Устойчивость образца К-12/21 к фузариозу прослеживалась на протяжении всех лет изучения, что свидетельствует о генетически закрепленном признаке.

Таблица 7 – Показатели биометрических измерений озимого чеснока в питомнике конкурсного сортоиспытания, 2024–2025 гг.

Образец	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее
		Высота растений, см			Ширина листа, см	
1. Светлогорский, st	54,2	32,0	43,1	2,3	1,4	1,85
2. К-12/21	56,4	37,0	45,7	2,4	1,7	2,05
3. К-9/21	53,2	35,0	44,1	2,3	1,5	1,9
4. К-5/21	53,8	30,0	41,9	1,7	1,5	1,6
5. UR-18	54,4	29,0	41,7	2,1	1,3	1,7
6. МГ7-18	52,6	23,0	37,8	1,8	1,2	1,5
	Длина листа, см			Количество листьев, шт.		
1. Светлогорский, st	40,8	24,0	32,4	6,0	7,0	6,5
2. К-12/21	41,8	26,0	33,9	6,0	7,0	6,5
3. К-9/21	40,5	24,0	32,25	6,0	6,0	6,0
4. К-5/21	41,8	22,0	31,9	5,8	5,0	5,4
5. UR-18	39,6	20,0	29,5	6,4	6,0	6,2
6. МГ7-18	36,5	19,0	27,75	5,8	5,0	5,4
	Диаметр стебля, см			Высота ложного стебля, см		
1. Светлогорский, st	1,3	0,9	1,1	20,3	13,0	16,7
2. К-12/21	1,4	1,1	1,25	21,8	15,0	18,4
3. К-9/21	1,2	1,0	1,1	20,7	13,0	16,9
4. К-5/21	1,3	0,9	1,1	19,2	13,0	16,1
5. UR-18	1,3	1,0	1,15	21,0	12,0	16,5
6. МГ7-18	1,2	0,6	0,9	18,6	9,0	13,8

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 8 – Результаты оценки образцов чеснока озимого в питомнике конкурсного сортоиспытания 1–2 года на устойчивость к фузариозу после уборки, 2024–2025 гг.

Образец	Степень распространения болезни			Балл устойчивости		
	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее
1. Светлогорский, st	14,3	18,5	16,4	7	6	6,5
2. К-12/21	13,9	16,5	15,2	7	7	7,0
3. К-9/21	19,0	19,0	19,0	5	6	5,5
4. UR-18	21,4	36,5	29,0	7	3	5,0
5. МГ7-18	7,4	27,4	17,4	6	5	5,5
6. К-5/21	23,5	33,0	28,3	6	3	4,5

Сравнительная оценка продуктивности образцов в питомнике конкурсного испытания показала, что в среднем за 2024–2025 гг. только два клона превзошли по урожайности стандарт (табл. 9). Средняя прибавка составила от 3,6 % у клона К-9/21 до 14,5 % у клона К-12/21.

По средней массе луковиц за два года только образец К-12/21 превзошел стандарт с показателем 38,6 г (у сорта Светлогорский – 36,2 г).

По результатам конкурсного сортоиспытания 2024–2025 гг. по комплексу хозяйственно ценных признаков нами выделен клон К-12/21, который под названием Пясяр передается в государственное сортоиспытание (рис.).

Таблица 9 – Результаты оценки продуктивности чеснока озимого в питомнике конкурсного сортоиспытания, 2024–2025 гг.

Образец	Масса луковицы, г			Урожайность, т/га			
	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее	Среднее ± к стандарту, %
1. Светлогорский, st	34,6	37,7	36,2	9,1	7,55	8,3	–
2. К-12/21	36,1	41,0	38,6	10,2	8,77	9,5	14,5
3. UR-18	36,0	35,0	35,5	9,9	6,34	8,1	–2,4
4. К-9/21	35,4	36,2	37,6	9,4	7,90	8,6	3,6
5. МГ7-18	35,0	34,2	34,6	9,0	5,94	7,47	–10,0
6. К-5/21	35,0	34,8	34,9	8,9	6,40	7,7	–7,2



Рисунок – Перспективный образец К-12/21 (Пясяр)

Сорт Пясяяр получен в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» методом клонового отбора из местного образца (Несвижский район Минской области).

Морфологические признаки. Листья темно-зеленой окраски, с восковым налетом средней интенсивности. На одно растение в среднем приходится 6–7 листьев. Средняя длина листа 41 см, средняя ширина 2,4 см. Стрелка прямостоячая, средней длины. Луковица плоскоокруглой формы, средней плотности, состоит из 5–7 остроконечных зубков крупного размера. Средняя масса луковицы за годы исследований в питомнике конкурсного испытания составила 42 г. Кроющие чешуи плотные, красновато-белые. Окраска сухих чешуй зубков светло-коричневая, зубков – кремовая.

Хозяйственно-биологическая характеристика. Сорт озимый, среднеранний, от весеннего отрастания до созревания проходит 100 дней. Средняя урожайность за 2024–2025 гг. составила 9,49 т/га, максимальная получена в 2024 г. – 10,2 т/га. Товарность луковиц 91,5 %. Мякоть плотная, вкус полуострый. Содержание сухого вещества 43,0 %, витамина С 11,4 мг%, сумма сахаров 11,2.

Сорт универсального назначения, относительно устойчивый к фузариозу, обладает хорошей лежкостью и высоким (170 мг%) содержанием селена. Рекомендуется для прямого потребления, перерабатывающей и фармацевтической промышленности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате всестороннего сравнительного изучения 10 клонов чеснока озимого в питомниках предварительного и конкурсного сортоиспытания выделен и передан в государственное сортоиспытание сорт чеснока Пясяяр, отличающийся высокой зимо-стойкостью, урожайностью и качеством луковиц, относительной устойчивостью к фузариозу и высоким содержанием органических форм селена. Сорт универсального назначения, пригодный для приусадебного и промышленного овощеводства республики.

Список литературы

1. Третьяк, Л. Н. Специфика влияния селена на организм человека и животных (применительно к проблеме создания селеносодержащих продуктов питания) / Л. Н. Третьяк, Е. М. Герасимов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2007. – № 12. – С. 136–145.
2. Кучинский, М. П. Распространение селена во внешней среде, его роль в организме животных, последствия дефицита и избытка / М. П. Кучинский // Ветеринарная наука – производству : науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского. – Мн., 2007. – Вып. 39. – С. 169–188.
3. Недостаточность селена у населения Беларуси: технологии предупреждения и коррекции / А. Мойсеёнок, Г. Альфтан, Е. Мойсеёнок // Наука и инновации. – 2012. – № 11(117). – С. 62–67.
4. Селен в медицине и экологии / Н. А. Голубкина, А. В. Скальный, Я. А. Соколов, Л. Ф. Щелкунов. – М. : Изд-во КМК, 2002. – 136 с.
5. Николаева, Л. А. Основы радиационной безопасности населения и теоретические аспекты чрезвычайных ситуаций : пособие / Л. А. Николаева, В. П. Сытый. – Мн. : БГПУ, 2009. – 187 с.
6. Хрыкина, Ю. А. Оценка и выделение исходного материала чеснока озимого на накопление селена : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 ; 06.01.06 / Хрыкина Юлия Алексеевна ; ВНИИССОК. – М., 2009. – 25 с.

7. Попков, В. А. Чеснок: биология, технология, экономика / В. А. Попков. – Мн. : Наша Идея, 2012. – 768 с.
8. Матиевская, Н. А. Методика оценки сортов и гибридов чеснока озимого на устойчивость к возбудителям гнилей / Н. А. Матиевская, Д. А. Брукиш. – Гродно : ГГАУ, 2018. – 12 с.
9. Корецкий, В. В. Оценка зимостойкости образцов озимого чеснока в коллекционном питомнике / В. В. Корецкий, Н. П. Купреенко // Овощеводство : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства ; редкол.: А. И. Чайковский (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2018. – Т. 26. – С. 48–51.
10. Шестакова, К. С. Селекционно-иммунологическая характеристика устойчивости чеснока озимого (*Allium sativum* L.) к фузариозной гнили : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05; 06.01.06 / Шестакова Ксения Сергеевна ; ВНИИССОК. – М., 2009. – 22 с.
11. Сузан, В. В. Выведение сортов с повышенным содержанием селена / В. В. Сузан, Н. В. Литвиненко // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 9 (101). – С. 55–56.
12. Аутко, А. А. Развитие научного овощеводства в Беларуси / А. А. Аутко, Н. П. Купреенко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2003. – № 4. – С. 29–35.
13. Конарев, В. Г. Проблемы современной биологии и биотехнологии растений / В. Г. Конарев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1987. – № 5. – С. 73–81.
14. Методические указания по селекции луковых культур / Всерос. НИИ селекции и семеноводства овощных культур. – М., 1997. – 125 с.
15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1973. – 336 с.

Поступила в редакцию 17.11.2025 г.

N. P. KUPREENKO, V. V. KORETSKIY

MAIN RESULTS OF BREEDING RESEARCH WITH WINTER GARLIC IN THE REPUBLIC OF BELARUS

SUMMARY

The results of many years of breeding work with winter garlic are presented. Following a comprehensive study of extensive source material for key economically valuable traits – cold resistance, resistance to fusarium wilt, yield and bulb quality, shelf life during winter storage, and biochemical parameters – the Pyasnyar winter garlic variety, a universal-use variety suitable for cultivation in home gardens and commercial vegetable farms in the republic, has been developed and submitted for state variety testing.

Key words: garlic; sample; clone; bulbs; plants; planting material; disease; infestation; cold resistance; analysis; yield; quality; shelf life.

УДК 635.21:632.38

Н. В. Русецкий, кандидат биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

В. А. Козлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий лабораторией генетики картофеля

А. В. Чашинский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

Т. В. Семанюк, Д. В. Башко, научные сотрудники

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

СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ К S- И M-ВИРУСАМ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследований по созданию исходных форм картофеля с использованием генетических источников устойчивости к вирусам PVS и PVM, выполненных на основе применения методов искусственного инфицирования и контроля зараженности методом ELISA, а также с использованием ДНК-маркеров к генам устойчивости Ns, Rn и Gm. В результате выполненной работы получен ряд источников устойчивости к изучаемым патогенам и два образца, которые могут быть использованы в качестве исходных форм для создания вирусостойчивых сортов картофеля.

Ключевые слова: картофель; вирусные болезни; PVS; PVM; инфекционный фон; гибрид; ДНК-маркер; генотип; устойчивость; ИФА.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель (*Solanum tuberosum*) является важной сельскохозяйственной культурой и занимает четвертое место среди источников энергии в питании человека после пшеницы, кукурузы и риса, а также служит основным сырьем для производства многих видов продукции – крахмала, глюкозы, спирта, декстринов, каучука. Уровень производства картофеля в основном сдерживается рядом биотических и абиотических факторов, среди которых вирусные заболевания представляют собой серьезное препятствие. Они ухудшают семенные качества клубней, что приводит к снижению урожайности культуры, ухудшению потребительских свойств товарной продукции, и в некоторых случаях повышают восприимчивость к другим патогенам [1, 2].

В настоящее время из большого числа вирусов (более 50), способных поражать картофель, PVS (S-вирус картофеля, SBK) и PVM (M-вирус картофеля, MBK), относящиеся к роду *Carlavirus*, семейству *Betaflexiviridae*, являются наиболее распространенными в посадках картофеля. Это подтверждают данные фитовирусологического мониторинга, проводимого в картофелеводческих организациях различных форм собственности Республики Беларусь в 2005–2020 гг.: распространение во всех регионах возделывания картофеля PVM от 22,3 до 72,9 %, PVS от 32,0 до 55,2 % [3].

Селекция по созданию устойчивых сортов на основе использования генетически детерминированного признака с использованием ДНК-маркирования на гены

резистентности является одной из приоритетных задач в обеспечении продовольственной безопасности.

Литературные данные свидетельствуют о том, что до настоящего времени у *Solanum spp.* выявлено два типа доминантных генов устойчивости к PVM: ген *Rm*, отвечающий за гиперчувствительную некротическую реакцию, происходящий от *S. megistacrolobum* [4], и ген *Gm*, выявленный среди образцов *S. gourlayi*, который обеспечивает устойчивость к инфекции, связанную как с медленным размножением, так и с медленным системным распространением вируса в растениях картофеля [5].

Практическая селекция на устойчивость к S-вирусу располагает лишь типом устойчивости, связанным со сверхчувствительной реакцией, которая была обнаружена у боливийской линии PI 258907 (*spp. andigena*), и обусловленным одним доминантным геном *Ns*. В мировой селекционной практике получены сорта картофеля, содержащие этот ген: *Szignal*, *Fantasia*, *Adretta*, *Barycz*, *Klepa*, *Meduza*, *Omulew*, *Sonda* и др., но сортов с комплексной устойчивостью к этим вирусам крайне недостаточно.

В настоящее время из-за отсутствия или незначительного количества в практической селекции генетических источников резистентности к этим патогенам создание устойчивых к ним сортов существенно ограничено.

Исследования S. Wróbel [6], проведенные в Польше, были направлены на изучение темпов заражения клубней 17 новых сортов картофеля вирусами PVY, PVM и PLRV в течение трех лет размножения в полевых условиях. Установлено, что наиболее восприимчивыми к PVM были сорта *Danuta* и *Stasia*. В то же время сорта *Zenia*, *Etiuda*, *Jubilat* и *Viviana* оказались очень устойчивыми к PVM, поскольку процент клубней, инфицированных вирусом через три года, не превышал 5%. У сортов *Bursztyn*, *Gustaw* и *Legenda* PVM не был обнаружен в клубнях, что дополнительно подтвердило наличие у них гена устойчивости *Rm*.

Создание устойчивых к вирусам исходных форм картофеля также, как правило, лимитировано наличием достаточного количества генетических источников, носителей желаемого признака. При создании сорта картофеля необходимо соблюдать требования, предъявляемые к исходным родительским формам, которые носят более комплексный характер, поскольку для каждого компонента гибридизации должен учитываться не только широкий спектр признаков (высокая продуктивность, срок созревания, содержание питательных веществ, товарность, технологичность, вкус, пригодность к переработке и др.), но и устойчивость к основным наиболее вредоносным болезням (рак картофеля, вирусы, фитофтороз, ризоктониоз, гнили, устойчивость к картофельным нематодам и др.). В условиях изменения климата актуальным и наиболее существенным остается вопрос экологической устойчивости к стрессовым факторам среды.

Для успешной селекции необходимым условием является наличие надежных источников устойчивости к патогену с эффективными генами, контролирующими этот признак.

С целью решения данной задачи нами были осуществлены поиск и выделение генетических источников, имеющих в своем генотипе аллели, отвечающие за устойчивость к S- и M-вирусам картофеля, среди коллекционного и межвидового селекционного материала картофеля, а также диких видов с применением методов ИФА и ПЦР.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования служили образцы питомников второго и третьего года испытания, созданные в лаборатории генетики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству

и плодовоовощеводству» на основе родительских форм, выделенных по результатам фенотипической оценки и наличию ДНК-маркеров генов устойчивости к S- и M-вирусам.

Веgetационные опыты были заложены в 2024–2025 гг. на полях селекционного севооборота в урочище Ленивины (вблизи аг. Самохваловичи).

В 2024 г. для проведения исследований по отбору гибридов, устойчивых к вирусной инфекции, с хорошими морфологическими показателями клубней, и выделению источников устойчивости к S- и M-вирусам с маркерами генов устойчивости *Gm*, *Rm* и *Ns* произведена закладка полевого опыта с посадкой в питомнике второго года 185 образцов, выделенных ранее в 25 гибридных популяциях, полученных на основе устойчивых к S- и M-вирусам родительских форм. Испытываемые образцы картофеля высаживали в нарезанные гребни по схеме 75×30, с площадью питания на один куст 0,225 м², в однорядковые делянки по 5 клубней. Образцы высаживали на искусственно созданном инфекционном фоне. Инфекционный фон создавали, размещая один ряд растений-инфекторов между двух рядов испытуемых гибридов таким образом, чтобы каждый опытный образец находился в контакте с инфектором. В качестве инфектора использовали клубневой материал сортов, несущих инфекцию S-, M- и других вирусов картофеля. Контрольные сорта (Лилея, Манифест, Скарб, Вектар и Здабытак) высаживали через каждые 30 опытных образцов. Площадь опыта – 0,09 га.

В 2025 г. в полевых условиях было высажено и продолжено изучение 55 сложных межвидовых гибридов, отобранных в питомнике испытания гибридов второго года, по предварительным данным, относительно устойчивых к S- и/или M-вирусу. Образцы картофеля были высажены в нарезанные гребни по схеме, с площадью питания на один куст 0,225 м², в однорядковые делянки по 10 клубней в 2-кратной повторности. Площадь опытного поля – 0,05 га.

В период вегетации проводили необходимые учеты и наблюдения за внешними симптомами развития вирусных болезней, а в фазу бутонизации – цветения растений картофеля – иммуноферментный анализ (ИФА, ELISA) на содержание вирусной инфекции. Во время уборки осуществляли учет продуктивности, скороспелости (по фенологии), окраски и формы клубней, компактности гнезда, длины столонов и ряда других признаков согласно [7]. Учет продуктивности и содержание крахмала определяли весовым методом в условиях картофелехранилища.

Иммуноферментный анализ на наличие вирусной инфекции выполняли в лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству» в соответствии с протоколом и методикой по проведению анализа производителя наборов. Оценку образцов картофеля на наличие ДНК-маркеров известных генов устойчивости к S-вирусу (*Ns*) и к M-вирусу (*Gm* и *Rm*) проводили в лаборатории генетики картофеля. Идентификацию доминантных аллелей генов *Ns*, *Gm* и *Rm* осуществляли в рабочей коллекции выделенных ДНК, включавшей 151 образец из гибридных популяций картофеля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение гибридов картофеля, полученных от скрещивания выделенных родительских форм с установленными ДНК-маркерами к генам (*Ns*, *Rm* и *Gm*), по пораженности S- и M-вирусами в полевом питомнике сеянцев второго года. В ходе исследований по отбору гибридов, резистентных к S- и M-вирусной инфекции, с хорошими морфологическими показателями клубней, и выделению источников устойчивости с маркерами генов *Gm*, *Rm* и *Ns* испытывали 185 образцов, по предварительным данным, относительно устойчивых к S- и/или M-вирусу.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

В фазу бутонизации – цветения были проведены отбор листового растительного материала и его тестирование методом ИФА на наличие вирусной инфекции (PVX, PVY, PVM, PVS и PVA). Результаты испытания показали, что из числа протестированных устойчивыми к S-вирусу картофеля оказались 17,8 % гибридов, к М-вирусу – 17,3 %. Выделенные образцы, наряду с высокой (7–9 баллов) комплексной устойчивостью к четырем из пяти изучаемых вирусов, оказались сильно восприимчивы к одному из карловирусов – PVS или PVM (балл устойчивости 1).

Тем не менее в результате проведенных исследований выявлено 15 образцов картофеля с комплексной высокой устойчивостью к двум вирусам (S+M) и отсутствием поражения Y-, X- и A-вирусами (табл. 1).

Следует отметить, что 10 из выделенных образцов, испытываемых на искусственно созданном инфекционном фоне, были полностью свободны от всех пяти тестируемых вирусов. В то же время три образца (170уам21-23, 164уasm22-12 и 164уasm22-27) содержали 20 % инфекции PVS и два (164уasm22-5, 164уasm22-28) – 20 % PVM, что свидетельствует об относительно высокой устойчивости (7 баллов).

Образцы, не содержащие, по данным ИФА, S- и М-вирусов, были исследованы на наличие ПЦР-маркеров генов устойчивости к этим патогенам. Устойчивые формы с наличием маркерных генов были отобраны для дальнейшей селекционной работы в питомнике сеянцев третьего года.

Изучение образцов картофеля в питомнике гибридов третьего года испытания по пораженности вирусной инфекцией и хозяйственно ценным признакам. В 2025 г. в полевых условиях в питомнике гибридов третьего года испытания было продолжено изучение отобранных 55 образцов картофеля, несущих ДНК-маркеры к генам *Ns*, *Rm* и *Gm* устойчивости к S- и М-вирусам, по наличию ряда хозяйственно ценных признаков.

В фазу бутонизации – цветения тестировали исследуемый материал методом ИФА на латентную зараженность вирусами X, Y, M, S, A (табл. 2, 3).

Отмечено, что выделенные образцы обладают высокой (7–9 баллов) комплексной устойчивостью к четырем из пяти изучаемых вирусов, а также в сильной степени восприимчивы к одному из карловирусов – PVS или PVM (балл устойчивости 1).

Среди изучаемых гибридов выделено 7 образцов с высокой относительной устойчивостью к комплексу вирусов M + S. Очень высокой относительной устойчивостью (9 баллов) обладают образцы 164уasm22-6 и 164уasm22-10; относительно высокой (7 баллов) к S-вирусу и очень высокой устойчивостью к М-вирусу характеризовались гибриды ТВС160921-28 и 164уasm22-2; относительно высокую устойчивость (7 баллов) к М-вирусу и очень высокую к S-вирусу показали образцы 164уasm22-7 и 164уasm22-17 (табл. 4).

Молекулярно-генетический скрининг образцов питомника сеянцев второго и третьего года, выделенных по результатам ИФА, устойчивых к S- и М-вирусам, на наличие ДНК-маркеров к генам *Ns*, *Rm* и *Gm*. С целью выявления у свободных от вирусной инфекции образцов картофеля ДНК-маркеров к генам резистентности *Ns*, *Rm* и *Gm* проводили молекулярно-генетический скрининг.

Для молекулярно-генетических исследований образцы картофеля были выделены в рабочую коллекцию ДНК. В последующем выполнен ПЦР-анализ по маркированию генов устойчивости к S- и М-вирусам.

В результате ПЦР-анализа по молекулярному скринингу генов, отвечающих за устойчивость к S- и М-вирусам, у исследуемых образцов картофеля установлена частота встречаемости различных ДНК-маркеров к трем изучаемым генам устойчивости во всей выборке (табл. 5).

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 1 – Образцы картофеля питомника второго года с высокой устойчивостью к комплексу вирусов S+M и X-, Y- и A-вирусам (по результатам ИФА), 2024 г.

Образец	Происхождение	Поражено растений вирусами, %						Балл устойчивости					
		PVX	PVY	PVS	PVM	PVA	PVX	PVY	PVS	PVM	PVA		
TBC160921-28	2-11-19×01501-6	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
170уам21-23	181уа13-4×195уа15-8	0	0	20	0	0	9	9	7	9	9	9	
164уasm22-2	139уа15-2×4хуs14-11	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-5		0	0	0	20	0	9	9	9	7	9	9	
164уasm22-6		0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-7		0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-10		0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-11		0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-12		0	0	20	0	0	9	9	7	9	9	9	
164уasm22-13		0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-16		0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-17		0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-22		0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	
164уasm22-27		0	0	20	0	0	9	9	7	9	9	9	
164уasm22-28		0	0	0	20	0	9	9	9	7	9	9	

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Таблица 2 – Образцы картофеля питомника гибридов третьего года с высокой комплексной устойчивостью к S-, X-, Y- и A-вирусам (по результатам ИФА), 2025 г.

Образец	Происхождение	Поражено растений вирусами, %								Балл устойчивости			
		PVX	PVY	PVS	PVM	PVA	PVX	PVY	PVS	PVM	PVA		
21sm02-7	201317-52×Янка	0	0	0	100	0	9	9	1	9			
21sm02-9		0	0	0	90	0	9	9	1	9			
ТВС160921-2	2-11-19×01501-6	0	0	5,0	100	10	9	9	1	7			
ТВС160921-1		0	0	0	100	0	9	9	1	9			
ТВС160921-9		0	0	0	90	5	9	9	1	9			
ТВС160921-17		0	0	0	85	10	9	9	1	9			
ТВС160921-3		0	0	20	100	0	9	9	7	1			
ТВС160921-27		0	0	15	80	0	9	9	7	1			
164yasm22-22		0	30	0	50	5	9	5	5	9			
164yasm22-16	139ya15-2×4xys14-11	0	0	0	30	15	9	9	5				
164yasm22-28	40ху14-11×4хуs14-11	0	5	15	55	0	9	9	7				
26ys1922-22		0	0	5	100	0	9	9	1				
26ys1922-3		0	0	15	85	0	9	9	7				

(по результатам ИФА), 2025 г.

Образец	Происхождение	Поражено растений вирусами, %								Балл устойчивости			
		PVX	PVY	PVS	PVM	PVA	PVX	PVY	PVS	PVM	PVA		
245ym21-28	127mya15-8×Янка	5	0	95	10	5	9	9	1	9			
245ym21-4		0	0	100	5	0	9	9	1	9			
245ym21-49		0	0	80	15	0	9	9	1	9			
245ym21-29		0	0	90	15	0	9	9	1	7			
245ym21-50	181ya13-4×195ya15-8	25	0	70	5	0	7	9	1	9			
245ym21-2		0	0	90	0	0	9	9	1	9			
245ym21-12		0	0	85	5	15	9	9	1	9			
170yam21-7		0	0	85	5	5	9	9	1	9			
170yam21-33		0	0	100	0	0	9	9	1	9			
170yam21-23	5	0	80	15	10	9	9	1	7				

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Окончание таблицы 3

Образец	Происхождение	Поражено растений вирусами, %						Балл устойчивости					
		PVX	PVY	PVS	PVM	PVA		PVX	PVY	PVS	PVM	PVA	
170уам21-72	181уа13-4×195уа15-8	5	0	90	10	10		9	9	1	9	7	
170уам21-55		5	0	100	0	0		9	9	1	9	9	
170уам21-58а		0	0	90	0	10		9	9	1	9	7	
170уам21-43		0	0	80	5	0		9	9	1	9	9	
170уам21-43а		0	0	95	0	0		9	9	1	9	9	
164уасм22-5	139уа15-2×4хуа14-11	0	0	30	0	10		9	9	5	9	7	
164уасм22-12		0	0	25	10	5		9	9	7	9	9	
164уасм22-2		0	0	30	10	0		9	9	5	9	9	
168уам21-3		0	0	45	5	0		9	9	5	9	9	
15муа20-2		83уа13-14×127муа15-8	0	0	80	5	0		9	9	1	9	9

Таблица 4 – Образцы картофеля питомника гибридов третьего года с высокой устойчивостью к комплексу вирусов S⁺M и X-, Y-, A-вирусам (по результатам ИФА), 2025 г.

Образец	Происхождение	Поражено растений вирусами, %						Балл устойчивости					
		PVX	PVY	PVS	PVM	PVA		PVX	PVY	PVS	PVM	PVA	
ТВС160921-28	2-11-19×01501-6	0	0	20	0	0		9	9	7	9	9	
164уасм22-2		0	0	20	5	0		9	9	7	9	9	
164уасм22-6	139уа15-2×4хуа14-11	0	0	5	0	10		9	9	9	9	7	
164уасм22-7		15	20	100	20	0		7	5	9	7	9	
164уасм22-10		0	0	0	10	5		9	9	9	9	9	
164уасм22-11		0	0	15	20	5		9	9	7	7	9	
164уасм22-17		0	5	0	15	0		9	9	9	7	9	

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 5 – Частота встречаемости маркеров генов устойчивости к вирусам S и M в изучаемой выборке, 2024–2025 гг.

Ген	Частота маркера во всей выборке, %
<i>Ns</i>	
SCG17 ₃₂₁	100
UBC811 ₆₆₀	–
SC811 ₂₆₀ (BstKT I)	8
<i>Gm</i>	
SC878 ₈₈₅	22
<i>Rm</i>	
UBC822 ₁₀₇₉	54
GP283 ₃₂₀ (BstDE I)	96
GP250 ₅₁₀ (Acs I)	78

По данным, полученным в результате молекулярно-генетического скрининга, наличие различных ДНК-маркеров к генам устойчивости *Gm*, *Rm* и *Ns* в изучаемой выборке варьировалось в широких пределах – от 0 до 100 %: SCG17₃₂₁ – 100 %; UBC811₆₆₀ – нет данных; SC811₂₆₀ – 8; SC878₈₈₅ – 22; UBC822₁₀₇₉ – 54; GP283₃₂₀ – 96; GP250₅₁₀ – 78 %. В целом следует отметить, что частота встречаемости маркеров в исследуемом гибридном материале была достаточно высокой и по четырем из шести идентифицируемых маркеров составляла от 54 (UBC822₁₀₇₉) до 100 % (SCG17₃₂₁).

Наименьшая частота встречаемости (8 %) была отмечена для SCAR-маркера SC811₂₆₀ к гену *Ns* резистентности к S-вирусу картофеля. Образцы с маркером SC878₈₈₅ к гену *Gm* в исследуемой выборке составляли 22 %.

В таблице 6 представлены выделившиеся по результатам ИФА образцы картофеля питомников второго и третьего года испытания с высокой устойчивостью к комплексу вирусов S+M по наличию ДНК-маркеров к генам *Ns*, *Rm* и *Gm*. Жирным шрифтом отмечены образцы, выделившиеся как в 2025 г., так и в 2024 г.

Таблица 6 – Характеристика образцов картофеля питомника второго и третьего года испытания с высокой устойчивостью к комплексу вирусов S + M по наличию ДНК-маркеров к генам *Ns*, *Rm* и *Gm*, 2024–2025 гг.

Образец	SBK		MBK			
	ген <i>Ns</i>		ген <i>Gm</i>	ген <i>Rm</i>		
	SCG17	SC811	SC878	UBC822	GP283	GP250
ТВС160921-28	+	+	+	–	–	+
164yasm22-2	+	+	+	+	+	+
164yasm22-6	+	+	+	+	+	+
164yasm22-7	+	–	+	–	+	+
164yasm22-10	+	+	+	–	+	+
164yasm22-11	+	–	–	–	+	+
164yasm22-17	+	–	–	+	+	+
164yasm22-5	+	–	–	–	+	+
164yasm22-12	+	–	–	–	+	+
164yasm22-13	+	–	–	+	+	+
164yasm22-16	+	–	–	+	+	+
164yasm22-22	+	–	–	+	+	+
164yasm22-27	+	–	–	+	+	+
164yasm22-28	+	–	–	+	+	+
170yam21-23	+	–	–	+	+	+

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Отбор и выделение источников устойчивости к S- и M-вирусам с хозяйственно полезными признаками. В результате испытаний, проведенных в полевых условиях в 2024 г. в питомнике гибридов второго года, было установлено, что продуктивность исследуемых образцов составляла от 300 до 2 100 г/куст (у контрольных сортов – 813–1 067 г/куст). Содержание крахмала у исследуемых образцов варьировалось от 8,5 до 16,3 %, у контрольных сортов – от 9,9 до 16,0 %.

Всего в исследуемом гибридном материале питомника, с учетом наличия трех-четырёх маркеров к генам *Ns*, *Rm* и *Gm* устойчивости к S- и M-вирусам и других хозяйственно ценных признаков (продуктивность от 450 до 2 100 г/куст, хорошие морфологические показатели клубней и высокая устойчивость к другим заболеваниям), выделено 15 образцов картофеля, которые могут быть использованы в качестве источников устойчивости к S- и M-вирусам (табл. 7).

Все приведенные в таблице 7 образцы являются носителями определяемых маркеров: SCG17₃₂₁ к гену *Ns*, GP283₃₂₀ и GP250₅₁₀ к гену *Rm*.

Среди выделенных образцов обладателями SCAR-маркера SC878₈₈₅ к гену *Gm* являются 5 гибридов картофеля.

Семь из пятнадцати гибридов имеют в своем генотипе ISSR-маркер UBC822₁₀₇₉ к гену *Rm* резистентности к МВК.

Самой высокой продуктивностью характеризуются гибриды среднепоздней группы созревания 170уам21-23 (2 100 г/куст) и среднеранней – 164уasm22-27 (1 350 г/куст), несущие в своем генотипе по четыре маркера устойчивости к S- и M-вирусам.

Таблица 7 – Краткая характеристика образцов картофеля питомника гибридов второго года с высокой комплексной устойчивостью к вирусам, имеющих в своем генотипе три и более молекулярных маркера генов устойчивости к S- и M-вирусам, 2024 г.

Селекционный номер образца	Группа спелости	Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Устойчивость к фитофторозу, баллов	Количество ДНК-маркеров S+M
TBC160921-28	Среднепоздний	1 000	14,5	7	2+2
170уам21-23	Среднепоздний	2 100	9,9	5	1+3
164уasm22-2	Среднепоздний	1 100	14,7	5	2+2
164уasm22-5	Среднепоздний	867	15,1	3–5	1+2
164уasm22-6	Среднепоздний	500	11,6	3	2+3
164уasm22-7	Среднепоздний	700	15,3	3	2+2
164уasm22-10	Среднеранний	767	14,2	3	2+3
164уasm22-11	Среднепоздний	633	8,5	5	2+2
164уasm22-12	Среднепоздний	450	9,8	3	1+2
164уasm22-13	Среднеспелый	900	11,3	7	1+3
164уasm22-16	Среднепоздний	950	12,2	3–5	1+3
164уasm22-17	Среднеспелый	667	12,6	7	2+3
164уasm22-22	Поздний	575	10,8	5	1+3
164уasm22-27	Среднеранний	1 350	14,4	3	1+3
164уasm22-28	Среднепоздний	900	10,8	3	1+2
Контрольные сорта					
Манифест	Среднеранний	1 067	10,4	3	–
Скарб	Среднеспелый	892	9,9	3–5	–
Вектар	Среднепоздний	813	13,3	3–5	–
Здабытак	Поздний	928	16,0	5–7	–

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Самое высокое содержание крахмала у образцов 164yasm22-7 (15,3 %) и 164yasm22-5 (15,1 %), у высококрахмалистого контрольного сорта Здабытак этот показатель в данном опыте составляет 16 %.

Степень устойчивости к фитофторозу у листьев выделенных образцов варьируется от низкой до относительно высокой (от 3 до 7 баллов). Так, относительно высокоустойчивыми к этому заболеванию (7 баллов) являются образцы ТВС160921-28 (среднепоздний), 164yasm22-13 (среднеспелый), 164yasm22-17 (среднеспелый) и позднеспелый контрольный сорт Здабытак.

Таким образом, в гибридном селекционном материале питомника гибридов второго года, по данным ИФА и с помощью различных молекулярных ДНК-маркеров к генам устойчивости к S- и M-вирусам, отобраны лучшие образцы по морфологическим признакам клубней и выделено 15 источников устойчивости к S- и M-вирусам.

Выделенные образцы были отобраны для последующей селекционной работы по получению исходных форм картофеля, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков и высоким уровнем устойчивости к данным патогенам.

Отбор и выделение исходных форм картофеля, устойчивых к S- и M-вирусам с наличием ДНК-маркеров к генам *Ns*, *Rm* и *Gm* и обладающих другими хозяйственно полезными признаками. Проведенные исследования питомника гибридов третьего года испытания показали, что продуктивность образцов варьировала в широких пределах и составляла от 310 до 1 270 г/куст (у контрольных сортов – 440–1 160 г/куст). Содержание крахмала у исследуемых образцов колебалось от 8,7 до 16,3 %, у контрольных сортов – от 8,9 до 16,2 %.

Всего в исследуемом гибридном материале изучаемого питомника с учетом наличия четырех-пяти маркеров к генам *Ns*, *Rm* и *Gm* устойчивости к S- и M-вирусам и наличия других хозяйственно ценных признаков (продуктивность от 360 до 1 213 г/куст, хорошие морфологические показатели клубней и высокая устойчивость к другим заболеваниям) выделено 7 образцов картофеля, которые могут быть использованы в качестве источников комплексной устойчивости к S- и M-вирусам (табл. 8).

Таблица 8 – Краткая характеристика выделившихся по результатам ИФА образцов картофеля питомника гибридов третьего года испытания с высокой комплексной устойчивостью к вирусам, имеющих в своем генотипе три и более молекулярных маркера устойчивости к S- и M-вирусам, 2024–2025 гг.

Селекционный номер образца	Группа спелости	Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Устойчивость к фитофторозу, баллов	Количество ДНК-маркеров S+M
ТВС160921-28	Среднепоздний	848	13,5	5–7	2+2
164yasm22-2	Среднепоздний	1 213	13,7	5	2+2
164yasm22-6	Среднепоздний	360	9,7	3	2+3
164yasm22-7	Среднепоздний	610	13,8	3	2+2
164yasm22-10	Среднеспелый	742	13,4	3	2+3
164yasm22-11	Среднепоздний	568	9,7	5	2+2
164yasm22-17	Среднеспелый	736	14,4	7	2+3
Контрольные сорта					
Манифест	Среднеранний	912	10,4	3	–
Скарб	Среднеспелый	698	9,5	3–5	–
Вектар	Среднепоздний	704	13,6	3–5	–
Здабытак	Поздний	847	16,3	5–7	–
НСР	–	290	1,26	–	–

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Все приведенные в таблице 8 образцы являются носителями определяемых маркеров: SCG17₃₂₁ и SC811₂₆₀ к гену *Ns*, GP250₅₁₀ к гену *Rm*. Среди выделенных гибридов обладателями SCAR-маркера SC878₈₈₅ к гену *Gm* являются пять из семи образцов. Три гибрида имеют в своем генотипе ISSR-маркер UBC822₁₀₇₉ к гену *Rm* резистентности к МБК. Самой высокой продуктивностью среди выделенных форм характеризуется гибрид среднепоздней группы созревания 164yasm22-2 (1 213 г/куст), несущий в своем генотипе четыре маркера устойчивости к S- и M-вирусам. Самым высоким содержанием крахмала отличается образец 164yasm22-17 (14,4 %), у высококрахмалистого контрольного сорта Здабытак этот показатель в данном опыте составляет 16,3 %.

Степень устойчивости к фитофторозу листьев у выделенных образцов колеблется от низкой до относительно высокой (от 3 до 7 баллов). Так, относительно высокоустойчивыми к этому заболеванию (7 баллов) являются образцы ТВС160921-28 (среднепоздний) и 164yasm22-17 (среднеспелый) и позднеспелый контрольный сорт Здабытак.

С учетом наличия хороших морфологических показателей клубней были выделены две исходные формы картофеля. В таблице 9 представлена краткая характеристика выделенных образцов питомника гибридов третьего года, рекомендуемых в качестве исходных форм картофеля.

На рисунке представлено клубневое гнездо выделенных в питомнике гибридов третьего года испытания исходных форм картофеля.

Таблица 9 – Краткая характеристика образцов питомника гибридов третьего года, рекомендуемых в качестве исходных форм

Показатели	Гибрид ТВС160921-28	Гибрид 164yasm22-10
Группа спелости	Среднепоздний	Среднеспелый
Происхождение	2-11-19×01501-6	139ya15-2×4xys14-11
Виды картофеля, на основе которых получен гибрид	<i>S. bulbocastanum</i> , <i>S. andigenum</i> , <i>S. demissum</i> , <i>S. acaule</i> , <i>S. gourlayi</i> , <i>S. rybinii</i> , <i>S. phureja</i>	<i>S. chacoense</i> , <i>S. stoloniferum</i> , <i>S. microdontum</i> , <i>S. phureja</i> , <i>S. simplicifolium</i>
Цвет кожуры	Желтая	Желтая
Цвет мякоти	Светло-желтая	Желтая
Продуктивность, г/куст:		
средняя	848	742
максимальная	1 000	880
Содержание крахмала, %:		
среднее	13,5	13,4
максимальное	14,5	14,2
Устойчивость к вирусам, баллов	Y, X, M, A – 9; S – 7	Y, X, M, A, S – 9
Устойчивость к фитофторозу (листья), баллов	5–7	3–5
Наличие ДНК-маркеров:		
к S-вирусу картофеля	SCG17, SC811 ₂₆₀	SCG17, SC811 ₂₆₀
к M-вирусу картофеля	SC878 ₈₈₅ , GP250 ₅₁₀	SC878 ₈₈₅ , GP283 ₃₂₀ , GP250 ₅₁₀
Биохимические показатели клубней (2025 г.):		
сухое вещество, %	17,52	19,9
суммарный белок, %	1,04	1,09
редуцирующие сахара, %	0,29	0,17
витамин С, мг%	15,6	18,6
Нитраты, мг/кг	508,5	463,3

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР



а)

б)

Рисунок – Клубневое гнездо выделенных исходных форм картофеля:
а) образец TBC160921-28; б) образец 164yasm22-10

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного испытания на искусственно созданном инфекционном фоне в 2024 г. с использованием иммуноферментного анализа и с учетом наличия трех-четырех маркеров по данным ПЦР-маркирования к генам *Ns*, *Rm* и *Gm* устойчивости к S- и M-вирусам и других хозяйственно ценных признаков (продуктивность от 450 до 2 100 г/куст, хорошие морфологические показатели клубней и высокая устойчивость к другим заболеваниям) было выделено 15 образцов картофеля, которые могут быть использованы в качестве источников устойчивости к S- и M-вирусам.

Последующая селекционная работа в 2025 г. в питомнике гибридов третьего года позволила выявить 15 высокоустойчивых образцов к S-вирусу, 20 – к M-вирусу и 7 – к комплексу вирусов S+M. Из их числа отобраны лучшие по морфологическим признакам клубней два гибрида картофеля – TBC160921-28 и 164yasm22-10, имеющие высокую степень относительной устойчивости к S- и M-вирусам, с наличием в генотипе ДНК-маркеров к генам *Ns*, *Rm*, *Gm* и обладающие другими хозяйственно полезными признаками, которые могут быть использованы в качестве исходных форм.

Выделенные исходные формы представляют интерес для вовлечения в дальнейший селекционный процесс по созданию новых исходных форм и сортов картофеля, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков и высоким уровнем устойчивости к данным патогенам.

Список литературы

1. Impact of positive selection on incidence of different viruses during multiple generations of potato seed tubers in Uganda / U. Priegnitz, W. J. M. Lommen, R. A. Van der Vlugt, P. C. Struik // Potato Res. – 2019. – Vol. 62. – P. 1–30.

2. Wasilewska-Nascimento, B. Challenges in the Production of High-Quality Seed Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in the Tropics and Subtropics / B. Wasilewska-Nascimento, D. Boguszewska-Mańkowska and K. Zarzyńska // *Agronomy*. – 2020. – Vol. 10, № 260. – P. 1–15. – DOI: 10.3390/agronomy10020260.

3. Русецкий, Н. В. Изучение образцов диких видов картофеля на устойчивость к вирусам S и M с использованием искусственного заражения и ПЦР-маркирования / Н. В. Русецкий, И. А. Шугинская, В. А. Козлов // V Вавиловская междунар. конф.: к 135-летию со дня рожд. Н. И. Вавилова, г. Санкт-Петербург, 21–25 нояб. 2022 г. : тез. докл. : науч. электр. изд. / под общ. ред. Е. К. Хлесткиной, Ю. В. Ухатовой, Е. А. Соколовой ; ФИЦ Всерос. ин-т генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова. – СПб. : ВИР, 2022. – С. 151–152.

4. Dziejowska, M. Necrotic reaction to *Potato virus M* in *Solanum stoloniferum* and *Solanum megistacrolobum* / M. Dziejowska, K. Ostrowska // *Phytopathol. Zeitschr.* – 1977. – Vol. 88. – P. 172–179.

5. Reaction of *Solanum gourlayi* and its hybrids with *S. tuberosum* to potato virus M (PVM) / M. Was [et al.] // *Phytopathol. Zeitschr.* – 1980. – Vol. 97. – P. 186–191.

6. Wróbel, S. The Rate of Virus Spread in New Potato Cultivars in the North of Poland / S. Wróbel // *Potato Research*. – 2015. – Vol. 58. – P. 329–342. – DOI: 10.1007/s11540-015-9308-2.

7. Методика исследований по культуре картофеля / Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, НИИ картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М. : [б. и.], 1967. – 263 с.

Поступила в редакцию 18.12.2025 г.

N. V. RUSETSKIY, V. A. KOZLOV, A. V. CHASHINSKIY,
T. V. SEMANYUK, D. V. BASHKO

CREATION OF POTATO INITIAL MATERIAL BASED ON THE USE OF GENETIC SOURCES OF RESISTANCE TO PVS AND PVM

SUMMARY

The results of studies on the development of initial potato forms using genetic sources of resistance to the viruses PVS and PVM are presented. The research was carried out using methods of artificial infection and assessment of infection by the ELISA method, as well as DNA markers for the resistance genes Ns, Rm, and Gm. As a result of the work, a number of sources of resistance to the studied pathogens were obtained, along with two samples that can be used as initial forms for the development of virus-resistant potato varieties.

Key words: potato; viral diseases; PVS; PVM; infection background; hybrid; DNA marker; genotype; resistance; ELISA.

УДК 635.63.044:631.526.32-048.24

А. Я. Хлебородов, кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий сектором тыквенных овощных культур

И. В. Гапоненко, старший научный сотрудник

О. С. Провоторова, научный сотрудник

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

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПАРТЕНОКАРПИЧЕСКОГО СРЕДНЕПЛОДНОГО ОГУРЦА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА ПО МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИМ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

РЕЗЮМЕ

Отражены результаты оценки коллекционного материала (гибриды F_1) партенокарпического огурца по ряду морфобиологических и хозяйственно ценных признаков.

Ключевые слова: огурец; гибрид; линия; партенокарпия; раннеспелость; урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, общая площадь зимних теплиц, используемых для выращивания овощных культур, составляет более 230 га, из которых около 100 га освоено под производство огурца, что в целом позволяет удовлетворить потребности внутреннего рынка. Однако сезонность производства формирует дефицит отечественных гибридов огурца с ноября по март. Получать урожай огурца в этот период возможно только при искусственном освещении (светокультура), что требует высоких затрат на энергоносители. Под светокультурой понимают оборот с досвечиванием растений в течение всего периода выращивания. Светокulturой занимаются такие хозяйства, как ОАО «Тепличный комбинат «Берестье», филиал «Весна-энерго» РУП «Витебскэнерго», КСУП «Рудаково», филиал «Тепличный» РУП «Витебскэнерго», УП «Агрокомбинат «Ждановичи», КУП «Минская овощная фабрика», ОАО «ДорОрс», УП «Минский парниково-тепличный комбинат».

Для светокультуры необходимо использовать специально выведенные для выращивания с досвечиванием партенокарпические гибриды огурца, рано вступающие в плодоношение, высокопродуктивные, преимущественно среднеплодные, с быстро наливающимися плодами, устойчивые к мучнистой росе и некрозам.

В настоящее время в Государственном реестре сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь все представленные гибриды огурца среднеплодного типа имеют иностранное происхождение. В этой связи актуальным направлением селекционных исследований остается расширение сортового ассортимента огурца, для чего необходимо оценить и изучить коллекционный материал партенокарпического среднеплодного огурца с определенным спектром хозяйственно ценных признаков. Оценка коллекционного материала позволит заложить основу для дальнейшей селекции.

Успех селекционной работы по созданию гибридов F_1 в наибольшей степени зависит от разнообразия исходного материала, обладающего важнейшими хозяйственно полезными признаками и биологическими свойствами. С помощью различных

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

методов селекции (гибридизация и отбор, возвратные и насыщающие скрещивания и др.) на его базе создают константные линии с заданным комплексом признаков. Подробное изучение и анализ коллекционного материала позволяет выявить наиболее эффективные методы использования источников ценных признаков [4].

При подборе исходного материала огурца необходимо учитывать агроклиматические условия, определенные периоды выращивания, а также важно принимать во внимание тенденции развития современного рынка. Изменения требований потребителей и товаропроизводителей к качеству товарной продукции требуют постоянного уточнения набора и оптимизации сочетания различных признаков в моделях сортов, гибридов и линий огурца, которые являются залогом успеха селекционного процесса [3, 4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в 2024–2025 гг. на базе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Объектом исследований выступал коллекционный материал среднеплодного партенокарпического огурца, представленный гибридами F_1 зарубежной селекции с различными морфологическими и хозяйственно-биологическими признаками (40 образцов).

В качестве защищенного грунта использовали остекленную отапливаемую теплицу и вегетационные сосуды, в которые высевались коллекционные сортообразцы. Опыты заложены согласно методическим указаниям [2]. Схема посева в защищенном грунте: в вегетационные сосуды объемом 20 000 см³, заполненные питательным органическим субстратом, высевали по 2 семени. Повторность опыта 3-кратная. В качестве стандарта использовали гибрид Мева F_1 . Агрохимические показатели органического субстрата представлены в таблице 1.

В течение периода вегетации поддерживали оптимальный температурный режим: днем – 22 °С, ночью – 19 °С. Для минерального питания растений применяли питательную смесь, дифференцированную в соответствии со стадией развития растений.

Культура огурца велась на вертикальной шпалере, растения выращивались в один стебель. Подвязку проводили, когда растения находились в фазе 4–5 настоящих листьев. Растения огурца формировали следующим образом: у нижних 2–3-х узлов удаляли из пазух листьев женские завязи до их цветения, а также зачатки боковых побегов. Затем на главном стебле оставляли плоды и удаляли все боковые побеги. Когда основной побег достигал шпалеры, его перекидывали через нее и опускали вниз.

Во время развития растений определяли:

- горечь будущего зеленца – в стадии развернутых семядольных листьев;
- тип цветения растений – до образования первого плода и во время плодоношения;
- раннеспелость – появление первых плодов на растении;
- окраску и размер листовой пластины;
- окраску, величину, форму, поверхность плода;
- количество завязей в пазухе листа;
- длину междоузлий;

Таблица 1 – Агрохимические показатели органического субстрата (торфа)

Показатели	Сухое вещество, мг/100 г	Сырое вещество, мг/100 г	%
P ₂ O ₅	149,4	76,0	0,21
K ₂ O	227,0	115,5	0,15
Азот аммиачный	–	15,7	0,02
Влажность, %	50,9		
pH _{KCl}	6,30		

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

коэффициент партенокарпии;
раннюю и общую урожайность;
устойчивость к мучнистой росе.

Описание биологических и хозяйственно ценных признаков огурца проводили согласно [5].

Степень проявления признака партенокарпии оценивали по числу плодов, выросших на одном растении без опыления при изоляции женских бутонов по мере их образования с самого начала цветения. Плоды, выросшие из завязей изолированных цветков, снимаются при достижении ими технической спелости, при этом отмечается число засохших завязей [6].

Анализ сортообразцов на устойчивость к настоящей мучнистой росе на естественном инфекционном фоне осуществляли по шкалам, представленным в таблицах 2 и 3, согласно [5].

Статистическую обработку результатов исследований проводили по методике Б. А. Доспехова [1] на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ табличного редактора.

Таблица 2 – Шкала устойчивости растений огурца к болезням

Степень устойчивости	Балл устойчивости
Очень высокая	9
Высокая	7
Средняя	5
Низкая	3
Очень низкая	1

Таблица 3 – Шкала степени поражения растений огурца болезнями

Балл поражения	Развитие болезни, %
1	Поражение отсутствует или менее 10
3	10–35
5	36–60
7	61–85
9	Более 85

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе предварительного изучения была сформирована коллекция среднеплодного партенокарпического огурца, состоящая из гибридов F₁ зарубежного происхождения. На рисунке 1 представлен состав коллекционных образцов по географическому происхождению. Наибольшая доля приходится на образцы из России (45 %) и Нидерландов (33 %).

При изучении морфологических признаков 40 испытуемых образцов выявлено, что выраженность признака партенокарпии у всех гибридов превышала 90 %, при этом варибельность данного признака между образцами отсутствовала (табл. 4).

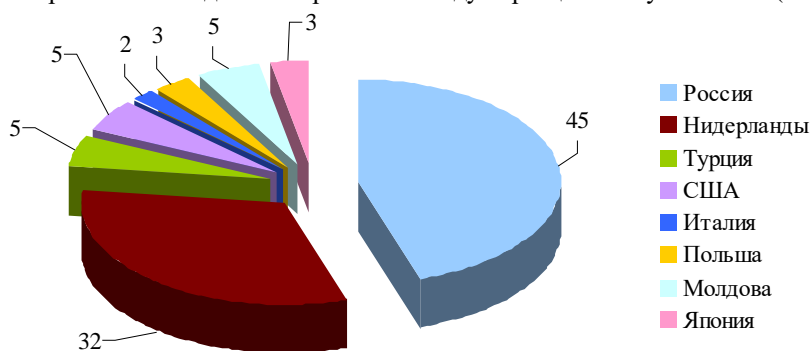


Рисунок 1 – Доля коллекционных образцов среднеплодного партенокарпического огурца по географическому происхождению, %

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Таблица 4 – Характеристика образцов огурца по морфологическим признакам, 2024–2025 гг.

Образец	Страна (происхождение)	Показатели листа		Длина междоузлий, см	Количество завязей в пазухе листа, шт.	Габитус куста	Коэффициент парте- нги- нокарпии
		окраска	длина : ширина				
Мева F ₁ (стандарт)	Нидерланды	Темно-зеленая	1,61	8,0	1–2	Среднеплетистый	1,0
Могура F ₁	Нидерланды	Темно-зеленая	1,53	8,5	1–2	Среднеплетистый	1,0
Солярис F ₁	Россия	Зеленая	1,51	8,0	1–2	Среднеплетистый	1,0
Мирослава F ₁	Нидерланды	Зеленая	1,52	8,5	1	Среднеплетистый	0,9
Янез F ₁	Италия	Зеленая	1,25	9,0	1	Среднеплетистый	0,9
Сайбер F ₁	Россия	Темно-зеленая	1,53	7,0	1–2	Среднеплетистый	1,0
Онтарио F ₁	Россия	Зеленая	1,45	8,5	1–2	Среднеплетистый	0,9
Варвар F ₁	Россия	Темно-зеленая	1,40	9,0	1	Среднеплетистый	1,0
Неман F ₁	Россия	Зеленая	1,61	9,0	1–2	Среднеплетистый	1,0
Раис F ₁	Россия	Зеленая	1,25	10,0	1	Среднеплетистый	1,0
Дельгостар F ₁	Нидерланды	Зеленая	1,53	9,0	1	Среднеплетистый	0,9
Танго F ₁	Россия	Зеленая	1,43	8,5	1–2	Среднеплетистый	0,9
Грациус F ₁	Польша	Зеленая	1,22	10,0	1	Среднеплетистый	0,9
Булаг F ₁	Россия	Темно-зеленая	1,39	8,5	1	Среднеплетистый	0,9
Геракл F ₁	Нидерланды	Зеленая	1,47	10,0	1	Среднеплетистый	0,9
Мертус F ₁	Нидерланды	Темно-зеленая	1,51	8,5	1–2	Среднеплетистый	1,0
Olympian F ₁	США	Зеленая	1,22	9,0	1	Среднеплетистый	1,0
Sardes F ₁	США	Зеленая	1,36	10,0	2–3	Сильноплетистый	1,0
Atom F ₁	Турция	Зеленая	1,41	8,5	1	Среднеплетистый	0,9
Media F ₁	Нидерланды	Темно-зеленая	1,46	8,5	1–2	Среднеплетистый	0,9
Zincir F ₁	Турция	Зеленая	1,39	9,0	2–3	Среднеплетистый	1,0
KS 930 F ₁	Молдова	Зеленая	1,51	9,5	1	Среднеплетистый	0,9
KS 260 F ₁	Молдова	Зеленая	1,35	9,0	2–3	Среднеплетистый	0,9
DG-1 F ₁	Нидерланды	Темно-зеленая	1,28	8,5	1	Среднеплетистый	0,9
DG-2 F ₁	Нидерланды	Темно-зеленая	1,53	8,5	1	Среднеплетистый	0,9
DG-3 F ₁	Нидерланды	Светло-зеленая	1,53	8,0	1–2	Среднеплетистый	1,0
Аромагия F ₁	Россия	Темно-зеленая	1,52	8,5	1–2	Среднеплетистый	0,9
Зена F ₁	Япония	Темно-зеленая	1,55	8,0	1–2	Среднеплетистый	1,0

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Окончание таблицы 4

Образец	Страна (происхождение)	Показатели листа		Длина междоузлий, см	Количество завязей в пазухе ли- ста, шт.	Габитус куста	Коэффици- ент парте- нет парте- нет
		окраска	длина : ширина				
Катя F ₁	Нидерланды	Зеленая	1,54	8,5	1	Среднелетистый	0,9
Кристина F ₁	Россия	Зеленая	1,45	9,0	1	Среднелетистый	0,9
Мелен F ₁	Нидерланды	Темно-зеленая	1,57	7,5	1-2	Среднелетистый	1,0
Микула F ₁	Россия	Темно-зеленая	1,55	7,5	1-2	Среднелетистый	1,0
Мустафа F ₁	Россия	Зеленая	1,49	8,5	1-2	Среднелетистый	0,9
Прадо F ₁	Нидерланды	Зеленая	1,48	8,5	1-2	Среднелетистый	1,0
Солтис F ₁	Россия	Зеленая	1,61	8,5	1-2	Среднелетистый	1,0
Стелла F ₁	Россия	Зеленая	1,55	9,0	1	Среднелетистый	0,9
Торнадо F ₁	Нидерланды	Зеленая	1,43	8,5	1-2	Среднелетистый	0,9
Фауст F ₁	Россия	Темно-зеленая	1,35	9,0	2-3	Среднелетистый	0,9
Форвард F ₁	Россия	Зеленая	1,45	8,5	1-2	Среднелетистый	1,0
Штраус F ₁	Россия	Зеленая	1,47	10,0	1	Среднелетистый	0,9
Шуберт F ₁	Россия	Темно-зеленая	1,53	8,5	1	Среднелетистый	1,0

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Изучаемый материал характеризовался преимущественно среднеплетистым габитусом куста, за исключением гибрида Sardes F₁, у которого отмечен сильноплетистый габитус куста.

Длина междоузлий у 77,5 % сортообразцов составила 8,0–9,0 см, у 15,0 % – > 9,0 см и у 7,5 % – < 8,0 см. Наиболее короткая длина междоузлий 7,0 см отмечена у гибрида Сайбер F₁.

В пазухе листа наблюдалось от одной до трех завязей (рис. 2). Большинство гибридов (47,5 %) имели по одной-две завязи в пазухе листа, 42,5 % образцов – одну завязь, 10,0 % – две-три завязи (гибриды Sardes F₁, Zinci F₁, KS 260 F₁, Фауст F₁).

Крупные листья были у 65,0 % сортообразцов, у остальных листья средней величины. Отмечено, что величина и окраска листьев значительно варьировались в зависимости от сортообразца. У большинства гибридов преобладала зеленая окраска листьев (62,5 %), с темно-зеленой окраской выделено 35,0 %, со светло-зеленой – отмечен только образец DG-3 F₁.

Анализ морфологических признаков плода показал, что у испытуемых сортообразцов преобладает цилиндрическая форма, веретеновидная форма плода была отмечена у гибридов Солярис F₁, Сайбер F₁, DG-3 F₁, Мелен F₁, Микула F₁, Солтис F₁, Шуберт F₁ (табл. 5).

Доля плодов меньше 18,0 см составила 32,5 %, >18,0–20,0 см – 30,0 % и >20,0 см – 37,5 %.

С темно-зеленой окраской плода выделено 52,5 % анализируемых форм, с зеленой окраской – 47,5 % (рис. 3).

У 97,5 % сортообразцов поверхность плода гладкая и только у гибрида Кристи-на F₁ – бугорчатая.

Все испытуемые гибриды имели плоды с белыми шипами. Масса плода у сортообразцов составила 140–260 г.

Кроме того, в ходе исследования гибридного коллекционного материала было установлено, что все испытуемые образцы имели женский тип цветения с партенокарпическим типом плода без горечи (кукурбитацина).

Среди изучаемых гибридов F₁ огурца по раннеспелости (48–50 дней) выделились следующие образцы: Микула F₁, Штраус F₁, Мустафа F₁, Шуберт F₁, Мирослава F₁, Онтарио F₁, KS 930 F₁, KS 260 F₁, Зена F₁, Солтис F₁, Мелен F₁. Наименьшее количество дней от всходов до плодоношения было отмечено у гибридов Аромагия F₁ и Солярис F₁ – 46 и 47 дней соответственно (табл. 6).

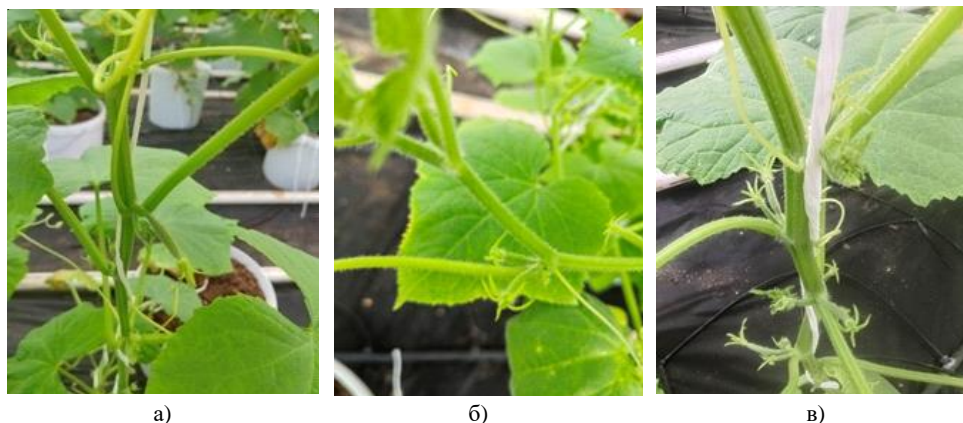


Рисунок 2 – Количество завязей в пазухе листа: а) одна завязь; б) две завязи; в) три завязи

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 5 – Характеристика сортообразцов огурца по морфологическим признакам зелена, 2024–2025 гг.

Образец	Зеленец					форма
	окраска	длина, см	масса, г	поверхность		
Мева F ₁ (стандарт)	Темно-зеленая	> 18–20	180–220	Гладкая	Цилиндрическая	
Могура F ₁	Темно-зеленая	> 20–22	220–260	Гладкая	Цилиндрическая	
Солярис F ₁	Темно-зеленая	> 20–22	210–230	Гладкая	Веретеновидная	
Мирослава F ₁	Зеленая	> 18–20	170–210	Гладкая	Цилиндрическая	
Янез F ₁	Зеленая	> 20–22	200–220	Бугорчатая	Цилиндрическая	
Сайбер F ₁	Темно-зеленая	> 20–22	200–240	Бугорчатая	Веретеновидная	
Онгарио F ₁	Темно-зеленая	> 18–20	200–210	Гладкая	Цилиндрическая	
Варвар F ₁	Темно-зеленая	> 20–22	200–230	Бугорчатая	Цилиндрическая	
Неман F ₁	Темно-зеленая	> 18–20	180–220	Гладкая	Цилиндрическая	
Райс F ₁	Зеленая	> 18–20	190–200	Бугорчатая	Цилиндрическая	
Дельгостар F ₁	Зеленая	16–18	160–170	Гладкая	Цилиндрическая	
Танто F ₁	Темно-зеленая	> 20–22	200–240	Гладкая	Цилиндрическая	
Грациус F ₁	Зеленая	> 18–20	200–220	Гладкая	Цилиндрическая	
Булат F ₁	Темно-зеленая	21–23	220–250	Бугорчатая	Цилиндрическая	
Геракл F ₁	Темно-зеленая	> 18–20	180–200	Бугорчатая	Цилиндрическая	
Меркус F ₁	Зеленая	> 20–22	200–230	Гладкая	Цилиндрическая	
Olympian F ₁	Темно-зеленая	16–18	140–180	Бугорчатая	Цилиндрическая	
Sardes F ₁	Зеленая	16–18	150–160	Гладкая	Цилиндрическая	
Atom F ₁	Зеленая	16–18	150–160	Гладкая	Цилиндрическая	
Media F ₁	Темно-зеленая	> 18–20	200–230	Гладкая	Цилиндрическая	
Zincir F ₁	Зеленая	16–18	140–160	Гладкая	Цилиндрическая	
KS 930 F ₁	Темно-зеленая	> 20–22	220–230	Гладкая	Цилиндрическая	
KS 260 F ₁	Темно-зеленая	16–18	150–160	Гладкая	Цилиндрическая	
DG-1 F ₁	Зеленая	> 18–20	200–220	Гладкая	Веретеновидная	
DG-2 F ₁	Темно-зеленая	> 20–22	230–250	Гладкая	Цилиндрическая	
DG-3 F ₁	Темно-зеленая	> 18–20	220–240	Гладкая	Цилиндрическая	
Аромагия F ₁	Темно-зеленая	16–18	180–200	Гладкая	Цилиндрическая	
Зена F ₁	Темно-зеленая	15–17	150–170	Гладкая	Цилиндрическая	
Катя F ₁	Зеленая	> 18–20	190–210	Гладкая	Цилиндрическая	

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Окончание таблицы 5

Образец	Зеленец					форма
	окраска	длина, см	масса, г	поверхность		
Кристина F ₁	Зеленая	> 20-22	200-220	Бугорчатая	Цилиндрическая	
Мелен F ₁	Темно-зеленая	17-18	180-190	Гладкая	Веретеновидная	
Микула F ₁	Темно-зеленая	> 20-22	200-230	Гладкая	Веретеновидная	
Мустафа F ₁	Темно-зеленая	> 18-20	180-200	Гладкая	Цилиндрическая	
Прадо F ₁	Темно-зеленая	16-18	160-180	Гладкая	Цилиндрическая	
Солтис F ₁	Зеленая	> 20-22	200-240	Гладкая	Веретеновидная	
Стелла F ₁	Зеленая	> 20-22	210-230	Гладкая	Цилиндрическая	
Торнадо F ₁	Зеленая	15-17	160-170	Гладкая	Цилиндрическая	
Фауст F ₁	Зеленая	16-18	160-170	Гладкая	Цилиндрическая	
Форвард F ₁	Зеленая	> 20-22	210-230	Гладкая	Цилиндрическая	
Штраус F ₁	Зеленая	16-18	160-170	Гладкая	Цилиндрическая	
Шуберт F ₁	Зеленая	> 18-20	190-210	Гладкая	Веретеновидная	

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР



а)



б)



в)



г)



д)



е)



ж)

Рисунок 3 – Коллекционные образцы среднеплодного
огурца:

- а) гибрид Аромагия F_1 ; б) гибрид Зена F_1 ;
- в) гибрид Фауст F_1 ; г) гибрид Шуберт F_1 ;
- д) гибрид Мустафа F_1 ; е) гибрид Кристина F_1 ;
- ж) гибрид Мева F_1 (стандарт)

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Таблица 6 – Урожайность и устойчивость к настоящей мучнистой росе коллекционных образцов среднеплодного огурца, 2024–2025 гг.

Образец	Раннеспелость (от всходов до вступления в плодоношение), дней	Урожайность, кг/м ²				Пораженность настоящей мучнистой росой, баллов	Степень устойчивости
		ранняя		общая			
		всего	товарных	всего	товарных		
Мева F ₁ (стандарт)	55	4,3	3,8	12,0	11,5	7	Низкая
Могура F ₁	52	5,1	4,6	11,9	10,6	5	Средняя
Солярис F ₁	47	6,3	5,5	12,2	11,2	7	Низкая
Мирослава F ₁	50	5,5	5,0	11,3	10,1	7	Низкая
Янез F ₁	55	3,5	2,6	9,9	8,4	7	Низкая
Сайбер F ₁	51	4,5	3,6	10,9	9,7	5	Средняя
Онтарио F ₁	50	4,4	3,2	8,7	7,6	5	Средняя
Варвар F ₁	53	3,8	3,2	9,7	8,5	5	Средняя
Неман F ₁	55	3,6	3,1	10,2	9,1	7	Низкая
Раис F ₁	55	3,5	2,8	9,6	8,2	7	Низкая
Дельгостар F ₁	54	3,9	3,0	10,5	9,0	7	Низкая
Танго F ₁	51	5,2	4,6	11,7	10,7	7	Низкая
Грациус F ₁	55	3,5	2,3	8,8	7,4	7	Низкая
Булат F ₁	56	3,2	2,3	9,3	8,0	7	Низкая
Геракл F ₁	57	3,8	3,2	11,2	10,2	7	Низкая
Мергус F ₁	57	3,9	3,4	10,5	9,1	5	Средняя
Olympian F ₁	58	2,8	2,0	8,3	7,0	7	Низкая
Sardes F ₁	55	3,6	2,4	8,5	7,5	5	Средняя
Atom F ₁	51	3,2	3,5	8,2	7,5	7	Низкая
Media F ₁	58	4,2	3,8	11,6	10,4	5	Средняя
Zincir F ₁	55	3,2	2,2	8,5	7,0	7	Низкая
KS 930 F ₁	50	4,5	3,7	9,6	8,3	7	Низкая
KS 260 F ₁	50	4,2	3,1	9,2	8,1	7	Низкая
DG-1 F ₁	52	4,7	4,2	10,8	9,2	5	Средняя
DG-2 F ₁	55	3,7	3,0	10,2	9,0	7	Низкая
DG-3 F ₁	55	3,7	2,2	9,5	8,4	7	Низкая
Аромагия F ₁	46	5,1	4,4	10,8	9,9	7	Низкая
Зена F ₁	50	4,7	4,2	11,5	10,7	5	Средняя
Катя F ₁	51	4,1	3,5	9,3	8,7	5	Средняя
Кристина F ₁	55	3,5	2,7	8,7	8,0	7	Низкая
Мелен F ₁	50	4,2	3,5	10,9	9,7	7	Низкая
Микула F ₁	48	4,5	3,5	9,7	8,9	7	Низкая
Мустафа F ₁	49	4,5	3,9	11,0	10,2	5	Средняя
Прадо F ₁	53	3,9	3,1	8,9	8,1	5	Средняя
Солгис F ₁	50	4,4	3,4	9,0	8,2	7	Низкая
Стелла F ₁	57	3,7	2,9	10,5	9,5	5	Средняя
Торнадо F ₁	53	4,3	3,5	10,7	9,5	7	Низкая
Фауст F ₁	54	3,9	3,1	9,3	8,4	5	Средняя
Форвард F ₁	60	2,8	2,2	8,8	8,0	5	Средняя
Штраус F ₁	48	4,4	3,8	10,5	10,0	7	Низкая
Шуберт F ₁	49	5,2	4,2	11,2	10,4	5	Средняя
НСР ₀₅	–	0,4	–	0,3	–	–	–

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Ранняя и общая урожайность у испытуемых гибридов составила 2,8–6,3 и 8,2–12,2 кг/м² соответственно. Относительно высокая ранняя урожайность отмечена у гибридов Соляриис F₁ (6,3 кг/м²), Мирослава F₁ (5,5), Танто F₁ и Шуберт F₁ (по 5,2), Могура F₁ (5,1 кг/м²), низкая – у образцов Olympian F₁ и Форвард F₁ (по 2,8 кг/м²). Высокую общую урожайность (11,5–12,2 кг/м²) показали Зена F₁, Могура F₁, Media F₁, Танто F₁, Могура F₁, Соляриис F₁.

Проведена оценка устойчивости коллекционных сортообразцов к настоящей мучнистой росе, в результате которой выявлены гибриды со средней устойчивостью к заболеванию: Могура F₁, Сайбер F₁, Онтарио F₁, Варвар F₁, Мертус F₁, Sardes F₁, Media F₁, DG-1 F₁, Зена F₁, Катя F₁, Мустафа F₁, Прадо F₁, Стелла F₁, Фауст F₁, Форвард F₁, Шуберт F₁. Степень поражения остальных образцов составила 7 баллов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения коллекции 40 гибридов F₁ партенокарпического среднеплодного огурца выделились следующие образцы, являющиеся источниками морфобиологических и хозяйственно ценных признаков:

раннеспелость: Аромагия F₁ и Соляриис F₁;
общая урожайность: Зена F₁, Могура F₁, Media F₁, Танто F₁, Могура F₁, Соляриис F₁;
ранняя урожайность: Соляриис F₁, Мирослава F₁, Танто F₁, Шуберт F₁, Могура F₁;
количество завязей в узле: Sardes F₁, Zincir F₁, KS 260 F₁, Зена F₁, Прадо F₁;
окраска листьев: Аромагия F₁, Зена F₁, Микула F₁, Фауст F₁, Шуберт F₁;
окраска плода: Аромагия F₁, Зена F₁, Микула F₁, Мустафа F₁, Прадо F₁;
устойчивость к мучнистой росе: Онтарио F₁, Варвар F₁, Мертус F₁, Зена F₁, Катя F₁, Мустафа F₁, Прадо F₁, Форвард F₁, Шуберт F₁.

Выделившиеся гибриды F₁ с ценными признаками задействованы в селекции по созданию отечественных форм огурца среднеплодного типа.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Методические указания по селекции огурца / О. В. Юрина, Н. Н. Корганова, В. Л. Налобова [и др.] ; МПОХ СССР. – М. : Агропромиздат, 1985. – 55 с.
3. Продуктивность и экономическая эффективность малообъемного выращивания новых гибридов огурца в защищенном грунте Кызылординской области / Р. И. Кудияров, Э. Б. Дямуршаева, Н. Ж. Уразбаев [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 2. – С. 26–30.
4. Хомченко, Н. Н. Современный сортимент огурца с гладким типом плода как исходный материал для селекции / Н. Н. Хомченко, В. Н. Шевкунов // Овощи России. – 2020. – № 3. – С. 10–20.
5. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ вида *Gucumis Sativus* L. / Науч.-техн. совет стран-членов СЭВ по коллекциям диких и культурных видов растений, ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, Ин-т интродукции и растит. ресурсов. – Л. : ВИР, 1980. – 28 с.
6. Lower, R. L. Prospects for increasing yields of cucumbers via *Cucumis sativus* var. *hardwickii*. ... *Sphaerotheca fulginea* / R. L. Lower, J. Nienhuis // Proceedings of the Eucarpia Meeting: Breeding of cucumber and melons, Wageningen, 19–22 August 1980. – Wageningen, 1980. – P. 16–22.

Поступила в редакцию 12.12.2025 г.

A. YA. HLEBORODOV, I. V. GAPONENKO, O. S. PROVOTOROVA

**EVALUATION OF THE COLLECTION MATERIAL
OF THE PARTHENOCARPCIC MEDIUM-FRUITED CUCUMBER
OF PROTECTED SOIL ACCORDING TO MORPHOBIOLOGICAL
AND ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS**

SUMMARY

The results of study on the evaluation of the collection material (F_1 hybrids) of pairs of parthenocarpic cucumber according to a number of morphobiological and economically valuable traits are presented.

Key words: cucumber; hybrid; line; parthenocarpy; early ripening; yield.

УДК 635.21(476.6)

Н. А. Хох, кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий отделом картофеля

И. И. Шкляр, научный сотрудник

РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства
Национальной академии наук Беларуси»,
г. Щучин, Гродненская область

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НОВЫХ СРЕДНЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты экологической оценки новых среднеспелых сортов картофеля по комплексу хозяйственно ценных признаков в условиях западного региона Республики Беларусь.

Высоким адаптивным потенциалом характеризовались Велес (1,34), Оптимум (1,08) и Вилия (1,06) с урожайностью 64,1; 51,7 и 50,7 т/га соответственно. По накоплению крахмала отмечены сорта Венера (14,6 %) и Велес (14,0 %). По комплексу изучаемых показателей (урожайность, товарность, устойчивость к патогенам) выделился сорт Оптимум с урожайностью 51,7 т/га, товарностью 97,8 % и очень высокой устойчивостью к парше обыкновенной и ризоктониозу.

Ключевые слова: картофель; сорт; экологическое испытание; урожайность; товарность; адаптивность.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель как продовольственная культура широко распространен в мире благодаря своей питательной ценности. Среди растительных продуктов он стоит на втором месте после зерновых культур, так как содержит все вещества, необходимые для поддержания жизни и сохранения трудоспособности человека. За счет суточной нормы картофеля можно компенсировать 40–50 % потребности человека в калии, до 15 % – в фосфоре, до 60 % – в железе и меди, до 30 % – в марганце [1].

Одним из определяющих факторов получения богатых и стабильных урожаев картофеля является создание новых сортов, потенциал урожайности которых сочетается с высокой устойчивостью к комплексу биотических, абиотических и антропогенных факторов внешней среды. Успешная селекция обеспечивает реальный прогресс в развитии отрасли картофелеводства за счет повышения продуктивности, улучшения качества продукции и снижения затрат на ее производство [2].

Исследования и практика свидетельствуют, что все большее влияние на устойчивый рост урожайности оказывают факторы внешней среды (вариабельность урожайности по годам на 60–80 % обусловлена погодными условиями). В связи с ростом потенциальной продуктивности и совершенствованием технологии возделывания, необходимостью повышения экологической устойчивости, устойчивости к абиотическим факторам роль сортов возрастает [3].

В условиях современного рынка сельскохозяйственные предприятия и К(Ф)Х наиболее остро испытывают потребность в высокопродуктивных столовых сортах

с улучшенными качественными характеристиками клубней и сортах для переработки на готовые картофелепродукты и полуфабрикаты, а владельцы личных подсобных хозяйств и садово-огородных участков – в первую очередь раннеспелых, фитофторо- и нематоустойчивых сортах картофеля [2].

В последние годы в результате успешной целенаправленной селекции в Республике Беларусь созданы сорта картофеля нового поколения различных сроков созревания с хозяйственно ценными признаками, которые по своим потенциальным возможностям способны обеспечить потребности производителя, перерабатывающей промышленности и потребителя как по уровню рентабельности производства, так и по качеству [4].

Целью наших исследований являлась оценка среднеспелых сортов картофеля по продуктивности и качеству.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Полевые опыты размещались на опытном поле института в 2023–2024 гг. Предшественник в годы исследований – зернобобовые и яровые зерновые культуры. Почва участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7 м мореным суглинком. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы следующие: рН – 5,4–5,8; содержание подвижного фосфора – 161–279 мг/кг, обменного калия – 176–222 мг/кг почвы, гумуса – 1,1–1,4 %.

В изучении находились следующие среднеспелые сорта отечественной селекции: Венера, Вилия, Оптимум и Велес, которые по всем показателям сравнивались со среднеспелым контрольным сортом Скарб. Делянки по экологическому испытанию 2-рядковые, по 30 клубней в рядке, схема посадки 70×35. Повторность 4-кратная.

На опытном участке с осени вносились калийные и фосфорные удобрения – суперфосфат и хлористый калий (40 и 150 кг д. в/га соответственно). Азотное удобрение КАС-32 (80 кг д. в/га) применялось весной перед нарезкой гребней, при высоте растений 15–20 см осуществлялась подкормка карбамидом (40 кг д. в/га).

Опыт ежегодно закладывался вручную в оптимальные для Гродненской области сроки. Спустя 14–17 дней формировали гребень, и после того как почва оседала, осуществлялась химпрополка одним из почвенных гербицидов – Мистрал (1,0 кг/га) или Магнат (0,95 кг/га). При засоренности опытного участка злаковыми сорняками вносилась Миура (0,8–1,0 л/га). Сложившаяся на опытном участке фитопатологическая ситуация требовала проведения четырех фунгицидных обработок. В 2023 г. на опытном участке фунгицидные обработки выполнялись следующими препаратами: Ридомил Голд МЦ (2,5 кг/га), Инфинито (1,6 л/га) и Банджо Форте (1,0 л/га, дважды). В 2024 г. работали по следующей схеме: Ридомил Голд МЦ (2,5 кг/га), Инфинито (1,6 л/га), Ревус Топ (0,6 л/га) и Ширма (0,4 л/га). Борьбу с колорадским жуком осуществляли ежегодно дважды инсектицидом Протеус (0,75 л/га).

Фенологические наблюдения, оценку пораженности растений болезнями во время вегетации и в момент уборки, клубневой анализ, учет урожая проводили согласно «Методике экологического сортоиспытания» [5].

Критерием адаптивности сорта является коэффициент адаптивности (Ка) относительно продуктивности в годы исследований при различных агроклиматических условиях (показатель 1,0 и выше – высокая адаптивность) [6]:

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

где X_iC – средняя урожайность сорта в годы исследования;

X_m – многолетняя среднесортная урожайность.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Для расчета адаптивного потенциала среднесортная урожайность (X_m), которая составила 47,9 т/га, рассчитывалась исходя из средней урожайности в опыте в годы исследований. В 2023 г. данный показатель достиг 54,8 т/га, в 2024 г. находился на уровне 41,0 т/га.

Содержание крахмала определялось на весах Парова.

Метеорологические условия в годы исследований отличались по температурному и водному режимам, что способствовало объективной оценке изучаемых сортов.

Май 2023 г. при средней температуре воздуха (13,3 °С), близкой к норме (13,1 °С), характеризовался пониженными температурами в первой декаде и практически отсутствием осадков в начале и конце месяца. Теплая погода после посадки способствовала дружному появлению всходов. Погодные условия второй и третьей декад июня (температура и осадки выше климатической нормы) и июля со средней температурой воздуха (18,6 °С) и суммой осадков (88,8 мм), близкими к средним многолетним значениям, способствовали интенсивному формированию вегетативной массы изучаемых сортов, образованию клубней и их росту. Аналогичная ситуация наблюдалась и в первой декаде августа. Затем дожди прекратились, температура воздуха стала расти (во второй и третьей декадах августа превышала норму на 4,6 и 3,9 °С соответственно), что отрицательно сказалось на накоплении урожая.

В мае 2024 г. средняя температура воздуха составила +15,7 °С, что превысило климатическую норму. В то же время наблюдался острый недостаток влаги: количество осадков не превысило 14,4 мм, или 20,6 % от среднееголетнего значения. Однако на интенсивность всходов данная ситуация не повлияла. Недостаток влаги в конце месяца оказал отрицательное влияние на формирование вегетативной массы растений. Осадки в начале июня (сумма осадков в первой и второй декадах выше нормы более чем на 30 %) способствовали развитию растений картофеля. Июль характеризовался избыточным увлажнением, сумма осадков в среднем за месяц составила 125 мм, что на 33 мм превышало среднееголетнее значение. Температурный режим выше нормы сохранился и в августе (2,8 °С к средним многолетним), при этом продолжительные засухи чередовались с ливневыми дождями (недостаток осадков в первой и второй декадах и ливневые дожди в начале третьей).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учет урожая показал, что продуктивность среднеспелых сортов за годы исследований составляла 45,5–64,1 т/га. Урожайность изучаемых сортов выше урожайности контрольного сорта на 1,7–18,6 т/га. При этом продуктивность сортов Вилия (50,7 т/га), Оптимум (51,7) и Велес (61,4 т/га) была значительно выше, чем у сорта Скарб, у сорта Венера данный показатель на уровне контроля (47,2 т/га). Максимальная прибавка урожая к контролю отмечена у сорта Велес (+18,6 т/га) (табл.).

На основании расчета коэффициента адаптивности установлено, что к высокоадаптивным ($K_a > 1$) относятся сорта Вилия (1,06), Оптимум (1,08) и Велес (1,34). Адаптивность сорта Венера при коэффициенте, близком к единице (0,99), выше контрольного сорта.

Товарность (выход клубней размером более 40 мм по наибольшему поперечному диаметру) у изучаемых сортов находилась на уровне 89,2–97,8 %. Достиг показателя контроля и несколько превысил его только сорт Оптимум с выходом товарной фракции 97,8 % (+0,6 % к контролю), товарность других сортов составила 89,2–95,0 %, что на 2,2–8,0 % меньше контроля. Минимальное значение данного показателя у сорта Вилия, хотя он и характеризовался существенной прибавкой урожая к контролю (+5,2 т/га). Скорее всего, данный сорт относится к многоклубневым.

**РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

В годы исследований основными болезнями, снижающими качество клубней, оказались парша обыкновенная и ризоктониоз. По результатам клубневого анализа очень высокую устойчивость к парше обыкновенной, как и контроль, проявили сорта Оптимум и Велес (9 баллов). Остальные сорта по данному показателю уступали контролю, характеризуясь при этом относительно высокой устойчивостью (7 баллов). Очень высокой устойчивостью к ризоктониозу отличались сорта Вилия, Венера и Оптимум, сорт Велес идентично контролю обладал относительно высокой устойчивостью к возбудителю. На фоне четырех фунгицидных обработок против фитофтороза признаков поражения патогеном не обнаружено как на растениях во время вегетации, так и на клубнях во время уборки и спустя месяц после нее.

Анализ содержания крахмала в клубнях показал, что в среднем за годы исследований в зависимости от сорта крахмалистость находилась на уровне 11,2–14,6 %. Максимальный показатель отмечен у сорта Венера, минимальный – у сорта Вилия. Все изучаемые сорта, за исключением Венеры, по накоплению крахмала превосходили контрольный сорт Скарб на 1,2–2,5 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных по экологическому испытанию среднеспелых сортов отечественной селекции показал, что в условиях западного региона Республики Беларусь высоким адаптивным потенциалом характеризовались Велес (1,34), Оптимум (1,08) и Вилия (1,06) с урожайностью 64,1; 51,7 и 50,7 т/га соответственно. По накоплению крахмала отмечены сорта Венера (14,6 %) и Велес (14,0 %). По комплексу изучаемых показателей (урожайность, товарность, устойчивость к патогенам) выделился сорт Оптимум с урожайностью 51,7 т/га, товарностью 97,8 % и очень высокой устойчивостью к парше обыкновенной и ризоктониозу.

Таблица – Адаптационный потенциал новых среднеспелых сортов картофеля отечественной селекции, среднее за 2023–2024 гг.

Сорт	Урожайность, т/га		Коэффициент адаптивности (Ка)	Товарность, %	Устойчивость, баллов			Содержание крахмала, %
	Среднее	± к контролю			Парша обыкновенная	Ризоктониоз	Фитофтороз по клубням	
Скарб (контроль)	45,5	–	0,95	97,2	9	7	9	12,1
Вилия	50,7	+5,2	1,06	89,2	7	9	9	11,2
Венера	47,2	+1,7	0,99	94,2	7	9	9	14,6
Оптимум	51,7	+6,2	1,08	97,8	9	9	9	13,3
Велес	64,1	+18,6	1,34	95,0	9	7	9	14,0
Среднесортная урожайность	47,9							
НСР ₀₅	2,05							

Список литературы

1. Козлова, Л. Н. Биохимическая характеристика новых сортов и перспективных гибридов картофеля / Л. Н. Козлова, О. Б. Незаконова, Е. А. Рядинская // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2020. – Т. 28. – С. 5–10.
2. Симаков, Е. А. Сравнительные агроэкологические испытания современных сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции / Е. А. Симаков. – URL: <https://potatosystem.ru/sravnitelnye-agroekologicheskie-ispytaniya> (дата обращения: 22.10.2025).
3. Оценка сортов и гибридов картофеля по динамике накопления урожайности и содержанию крахмала в клубнях в агроэкологических условиях Волго-Вятского региона / Н. Ф. Синцова, И. В. Лыскова, Е. И. Кратюк, В. М. Архипов. – URL: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.423-432> (дата обращения: 22.10.2025).
4. Новые сорта белорусской селекции / Ю. В. Гунько, В. Л. Маханько, Г. И. Пискун, Е. И. Медведева // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2022. – Т. 30. – С. 15–19.
5. Методика экологического сортоиспытания : рекомендации. – Самохваловичи, 2003. – С. 7.
6. Корзун, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений : пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно : ГТАУ, 2011. – 140 с.

Поступила в редакцию 24.11.2025 г.

N. A. KHON, I. I. SHKLYAR

ADAPTIVE POTENTIAL OF NEW MID RIPENING POTATO VARIETIES OF DOMESTIC SELECTION IN THE WESTERN REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS

SUMMARY

The results of the ecological assessment of new mid ripening potato varieties based on a set of economically valuable traits in the western region of the Republic of Belarus are presented.

Veles (1.34), Optimum (1.08) and Viliya (1.06) were characterized by high adaptive potential, with yields of 64.1; 51.7 and 50.7 t/ha, respectively. According to starch accumulation, the varieties Venera (14.6 %) and Veles (14.0 %) were noted. According to the complex of studied indicators (yield, marketability, resistance to pathogens), the Optimum variety stood out with a yield of 51.7 t/ha, marketability of 97.8 % and very high resistance to common scab and rhizoctonia.

Key words: potato; variety; environmental testing; yield; marketability; adaptability.

РАЗДЕЛ 2

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

УДК 635.21.044:631.532.2.027.2:631.81.095.337

В. В. Анципович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий отделом семеноводства картофеля

Н. А. Анципович, А. И. Попкович, старшие научные сотрудники

О. И. Бобкова, научный сотрудник

А. В. Есьман, младший научный сотрудник

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

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ *IN VIVO* В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты исследований по изучению эффективности использования микроудобрений для обработки корневой системы растений *in vivo* картофеля перед посадкой в торф в условиях защищенного грунта и влиянию способов их применения на приживаемость и урожайность.*

Ключевые слова: картофель; сорт; микроудобрения; защищенный грунт; приживаемость; урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Потребность в исходном материале (мини-клубнях) картофеля велика, а себестоимость производства пока еще довольно высока. Этап получения мини-клубней очень затратный. Повышение его эффективности и снижение себестоимости продукции в значительной степени определяют результативность всего семеноводства в целом [1, 2].

Выращивание мини-клубней обычно проводится в сооружениях защищенного грунта в насыпном субстрате, в горшках либо на стеллажах с единовременной уборкой урожая в конце вегетации. Традиционные подходы ориентированы на получение наибольшего выхода клубней картофеля с квадратного метра теплиц за счет максимальной густоты посадок. При этом сбор клубней в расчете на 1 растение обычно 3–5, очень редко 8 шт. При высоких затратах посадочного материала (безвирусных растений *in vivo*) сбор клубней даже в лучших случаях не превышает 70–100 шт/м².

В связи с этим, наряду с традиционной технологией выращивания мини-клубней картофеля, необходимо использование современных инновационных методов, способствующих повышению эффективности семеноводства картофеля.

Использование микроудобрений в современных технологиях производства клубней первого клубневого поколения – существенный фактор повышения урожайности. Для нормального роста и развития растениям необходимы определенные химические элементы.

Микроэлементы выполняют важнейшие функции в процессах жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом системы удобрения для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур. На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 10–15 % и более. Микроудобрения существенно улучшают качество растениеводческой продукции, так как они положительно влияют на накопление белков и углеводов [3].

Активизация ростовых процессов в самом начале развития растений картофеля способствует хорошей приживаемости и наступлению основных фаз онтогенеза [4, 5]. В этом случае для повышения их устойчивости к патогенам и стрессовым факторам внешней среды могут служить обработки как при посадке, так и по вегетирующим растениям микроэлементами, которые способствуют увеличению активности ферментов, отвечающих за стимулирование роста и развития растений, адаптогенность, стрессоустойчивость, что в свою очередь способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур [5–7].

В литературе встречается чрезвычайно мало информации об изучении влияния корневых обработок путем замачивания корневой системы адаптированных *in vivo* растений картофеля перед высадкой в грунт на приживаемость и урожайность. Основной целью работы являлась оценка влияния способов применения и видов микроудобрений на приживаемость и увеличение количественных показателей урожайности картофеля в условиях защищенного грунта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2023–2025 гг. в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в сооружениях защищенного грунта ОПУ «Николка» Узденского района Минской области.

Объектом исследований являлись растения картофеля сортов различных групп спелости: Мастак (среднеранний), Лель (среднеспелый) и Вектар (среднепоздний), высаженные в торф в условиях регулируемого микроклимата защищенного грунта с предварительно обработанной корневой системой по следующей схеме:

1. Контроль – без обработки;
2. Обработка корней растений путем обмакивания при посадке в смесь протравителя и микроудобрения Нутривант плюс картофель (8 г/л);
3. Обработка корней растений путем выдерживания 12 ч в рабочем растворе микроудобрения Нутривант плюс картофель (8 г/л);
4. Обработка корней растений путем обмакивания при посадке в смесь протравителя и микроудобрения Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание) (0,3 мл/л);
5. Обработка корней растений путем выдерживания 12 ч в рабочем растворе микроудобрения Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (0,3 мл/л) перед посадкой и обработка протравителем при посадке.

Состав применяемых микроудобрений:

Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se производства НТООО «Актех», Беларусь. Действующее вещество Нанопланта – наночастицы соединений микроэлементов;

Нутривант плюс картофель производства ICL Fertilizers, Израиль. Состав удобрения: фосфор (P_2O_5) – 43 %, калий (K_2O) – 28, магний (MgO) – 2, бор (B) – 0,5, марганец (Mn) – 0,2, цинк (Zn) – 0,2 %.

Обработка полученных данных проводилась с помощью программы STATISTICA 7.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Растения выращивали на насыпном грунте (торф) толщиной 15–20 см, который предварительно был обследован на отсутствие карантинных объектов, и определена его кислотность (рН), которая составила 5,7–5,8.

В условиях защищенного грунта в течение вегетационного периода проводили запланированный комплекс мероприятий: систематическое рыхление и окучивание, полив по мере высыхания, обработки против фитофтороза и альтернариоза: две – системно-контактными фунгицидами [Акробат МЦ (2 кг/га) и Ридомил Голд МЦ (2,5 кг/га)] и три – контактными [Дитан Нео Тек 75 (1,6 кг/га), Эффикур (1,6 кг/га), Трайдекс (1,6 кг/га)] в баковой смеси с инсектицидами против колорадского жука и тлей [Бискайя (0,3 л/га), Протеус (0,75 л/га), Актара (0,08 кг/га)]. За две недели до уборки картофеля проводили десикацию ботвы препаратом Реглон супер (2 л/га).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для установления влияния предпосадочной обработки микроудобрениями на приживаемость растений картофеля после посадки в грунт через 20 дней после высадки провели учет количества сохранившихся растений.

При оценке результатов анализа данных с учетом сортовой отзывчивости на изучаемые приемы установлено, что наиболее восприимчивы к микроудобрениям и способу их применения в метеорологических условиях 2025 г. оказались растения картофеля сорта Лель. Наибольший эффект отмечен при сравнении способов применения: в варианте 12-часового замачивания прибавка к контролю при применении Нутриванта плюс картофель составила 11,1 %, Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – 12,2 %. Применение изучаемых микроудобрений путем обмакивания корней непосредственно перед посадкой обеспечило превышение контроля на 7,8 %. Марка удобрений не оказала влияния на величину изучаемого показателя.

У сорта Мастак существенное изменение приживаемости в 2025 г. отмечено только в варианте с обмакиванием корней растений *in vivo* в растворе Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – 8,9 % по отношению к контролю. У растений сорта Вектар в данном варианте наблюдалось незначительное превышение контроля – 4,4 % (рис. 1).

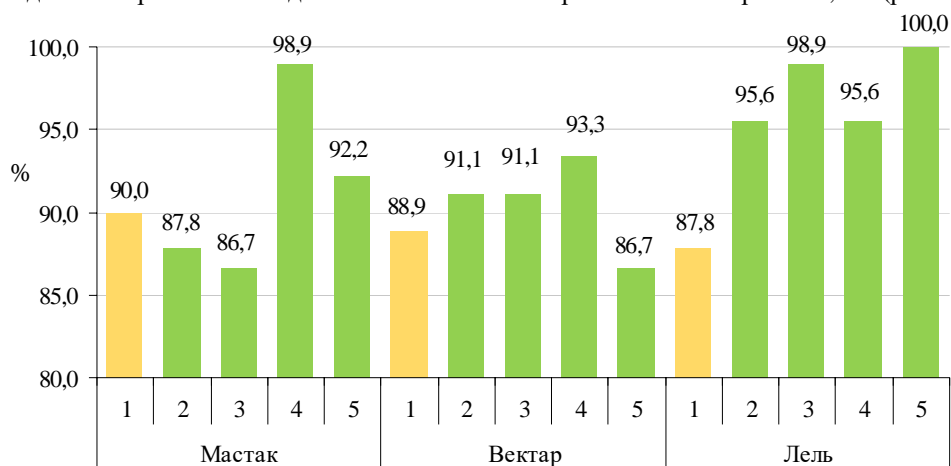


Рисунок 1 – Приживаемость растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2025 г., %: 1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 ч); 4 – Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 ч)

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Анализ среднесезонных данных показал, что на приживаемость растений картофеля сорта Мастак наиболее благоприятное воздействие оказало 12-часовое замачивание корневой системы в растворе микроудобрения Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se. В данном варианте количество прижившихся в среднем за три года растений на 3,7 % превышало контрольный вариант.

Максимальная эффективность изучаемых микроудобрений установлена у сорта Вектар: в течение всего периода наблюдений при применении микроудобрения Нутривант плюс картофель отмечено устойчивое по годам увеличение приживаемости растений в среднем на 5,1 % по отношению к контролю и на 4,8 % по отношению к другим вариантам в пределах сорта. Растения сорта Лель оказались наиболее восприимчивы к стрессу при пересадке в условия защищенного грунта (рис. 2).

Результаты учета количества продуктивных стеблей за период 2023–2025 гг. без учета сортовых особенностей показали, что растения картофеля *in vivo* достаточно активно реагируют на корневые обработки. Особенно эффективным оказалось применение Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se. Независимо от способа обработки при применении данного микроудобрения отмечено существенное увеличение количества продуктивных стеблей относительно контрольного варианта – 50,0–58,3 % (рис. 3).

При оценке показателя «количество стеблей» в 2025 г. отмечено, что максимальное значение 3,1 стебля получили при 12-часовом замачивании корней растений картофеля сорта Мастак перед посадкой в раствор протравителя с микроудобрением Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se. Показатель данного варианта превышал контроль в 2,4 раза внутри данного сорта и в 2,0–3,1 раза – остальные варианты опыта. Применение Нутриванта плюс картофель также эффективно повлияло на формирование количества продуктивных стеблей: при длительном замачивании корневой системы растений картофеля оцениваемый показатель увеличился на 107,7 %, при обмакивании – на 69,2 %.

У сортов Вектар и Лель применение изучаемых микроудобрений и способов обработки обеспечило превышение контроля в 1,1–1,5 раза (рис. 4).



Рисунок 2 – Приживаемость растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений, среднее за 2023–2025 гг., %:

1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 ч); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 ч)

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

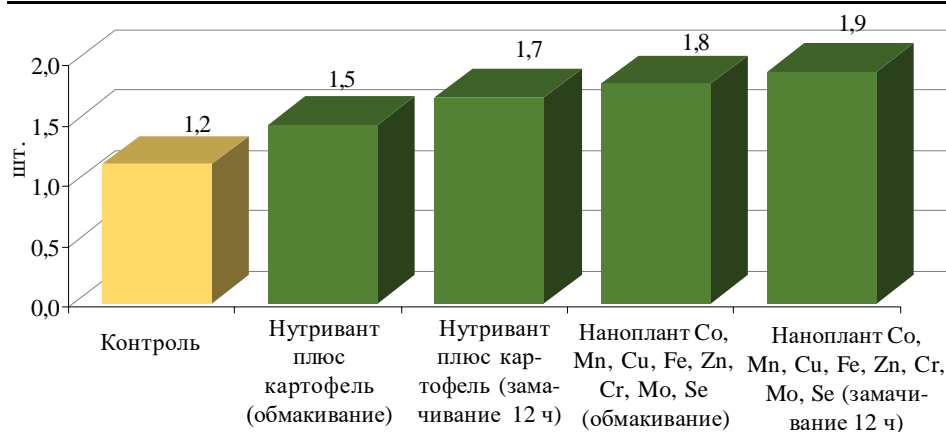


Рисунок 3 – Количество продуктивных стеблей у растений картофеля в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений, среднее за 2023–2025 гг., шт.

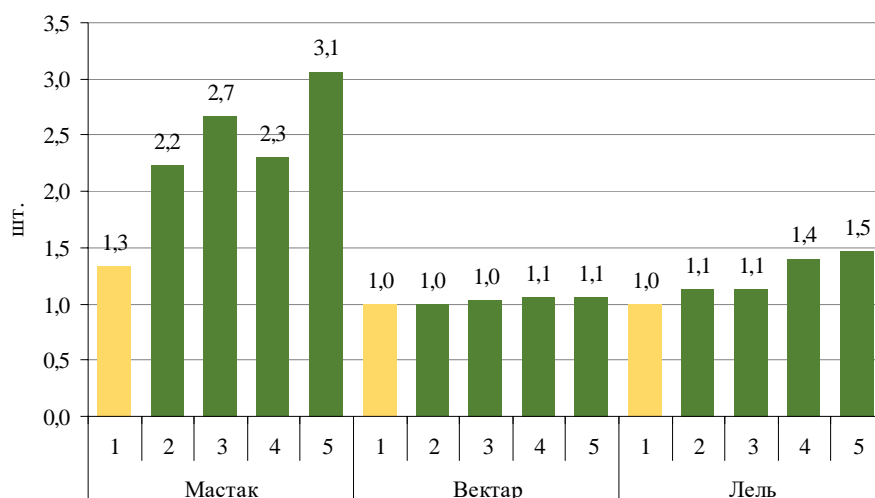


Рисунок 4 – Количество продуктивных стеблей растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2025 г., шт.:

1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 ч); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 ч)

Анализ данных за три года показал, что растения сорта Мастак оказались наиболее отзывчивы на применение изучаемых микроудобрений независимо от способа корневой обработки. В среднем за период исследований максимальное количество продуктивных стеблей отмечено в варианте с 12-часовым замачиванием корней растений в растворе с микроудобрениями – превышение контроля составило 107,1 %. По отношению к варианту с предварительным обмакиванием в растворе Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se рост показателя составил 7,4 %, Нутриванта плюс картофель – 38,1 %.

Существенное увеличение количества стеблей в среднем на растение отмечено также у сорта Вектар от применения Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se в зависимости от способа обработки корней. Прибавка к контролю составила при замачивании 45,5 %, при обмакивании – 36,4 %.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

У сорта Лель устойчивое по годам превышение контроля отмечено в варианте с предпосадочным обмакиванием корней в растворе Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – рост среднемноголетнего значения показателя составил 30 %. В варианте с длительным замачиванием существенное превышение контроля по количеству продуктивных стеблей наблюдалось в последние два года исследований и, как следствие, среднемноголетнее значение также оказалось выше контроля на 30 % (рис. 5).

Коэффициент размножения является одним из основных показателей, определяющих эффективность агротехнических приемов при получении клубней картофеля первого клубневого поколения.

При оценке трехлетних данных без учета сортовых особенностей отмечено, что наиболее значимое превышение контроля обеспечила обработка корней растений картофеля непосредственно перед посадкой в растворе с Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – 10 % (рис. 6).

Результаты оценки данных, полученных за вегетационный период 2025 г. с учетом сортовой отзывчивости на применение изучаемых микроудобрений и способов обработки, показали, что наибольший эффект от применения обработок в процентном выражении был получен у сорта Вектар при длительном замачивании корневой системы растений в растворе с Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – 31,1 %, Нутривантом плюс картофель – 17,4 %. У сорта Лель эффективность применения изучаемых микроудобрений в виде увеличения коэффициента размножения по отношению к контролю в большей степени зависела от препарата, а не от способа применения. Таким образом, обработка корней Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se позволила увеличить изучаемый показатель на 11,4 и 16,1 % по сравнению с контролем (рис. 7).

Результаты учета коэффициента размножения в разрезе сортов за 2023–2025 гг. показали, что корневая обработка растений картофеля *in vivo* сортов Лель и Вектар микроудобрением Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se обеспечивает увеличение коэффициента размножения на 18,8 и 25,6 % у сорта Вектар и на 17,3 и 25,7 % у сорта

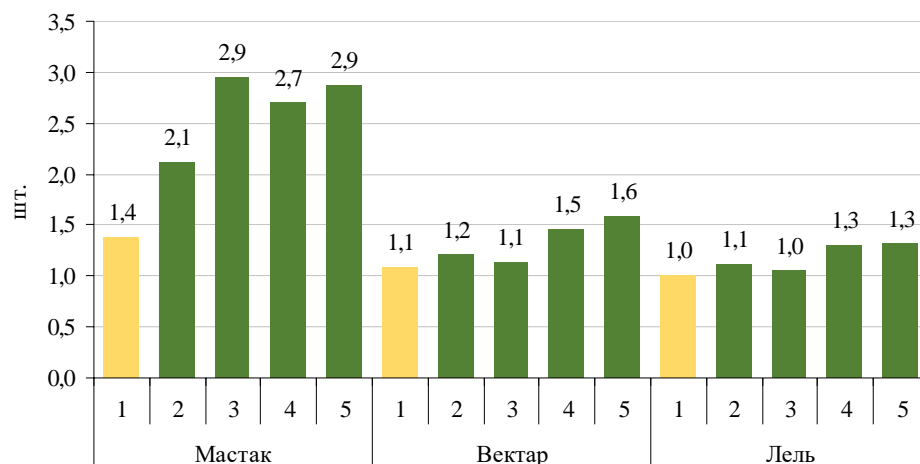


Рисунок 5 – Количество продуктивных стеблей у растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений, среднее за 2023–2025 гг., шт.:

1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 ч); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 ч)

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

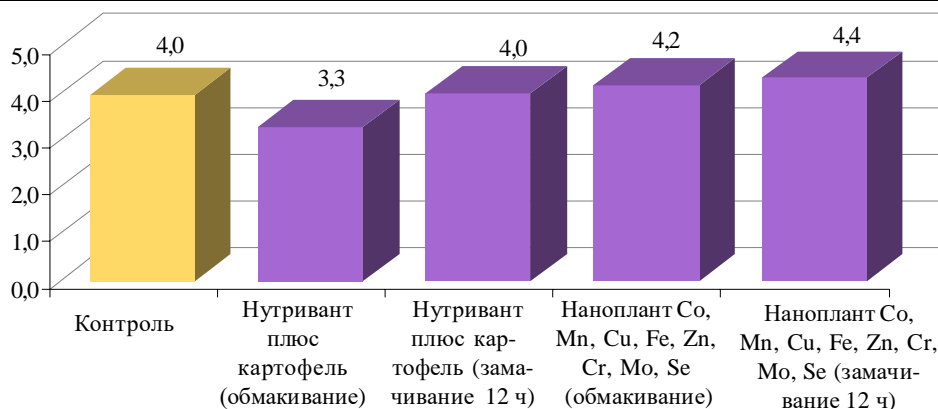


Рисунок 6 – Коэффициент размножения картофеля в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений, среднее за 2023–2025 гг.

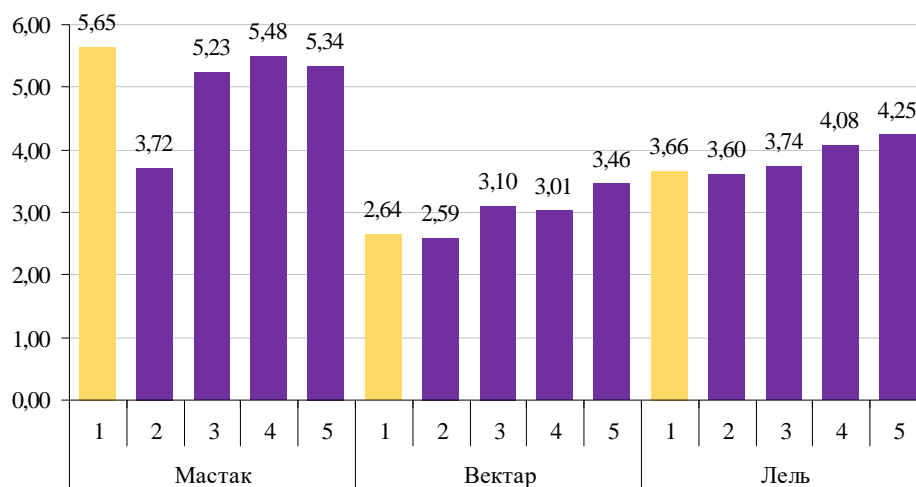


Рисунок 7 – Коэффициент размножения растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2025 г.: 1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 ч); 4 – Наноплант Со, Мп, Сu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Со, Мп, Сu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 ч)

Лель при замачивании на 12 ч и при обмакивании перед посадкой соответственно по отношению к контролю (рис. 8).

Продуктивность растений картофеля, в том числе и в условиях защищенного грунта, формируется за счет количества образовавшихся клубней и их массы. По результатам анализа без учета сортовых особенностей отмечено, что наиболее эффективным приемом повышения продуктивности растений в условиях защищенного грунта стало 12-часовое замачивание корневой системы растений картофеля в растворе Нанопланта Со, Мп, Сu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – превышение контроля составило 15 % (рис. 9).

Оценка данного показателя с учетом сортовых особенностей свидетельствует, что в условиях вегетационного периода 2025 г. обмакивание корней при посадке оказало отрицательное влияние независимо от марки микроудобрений.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

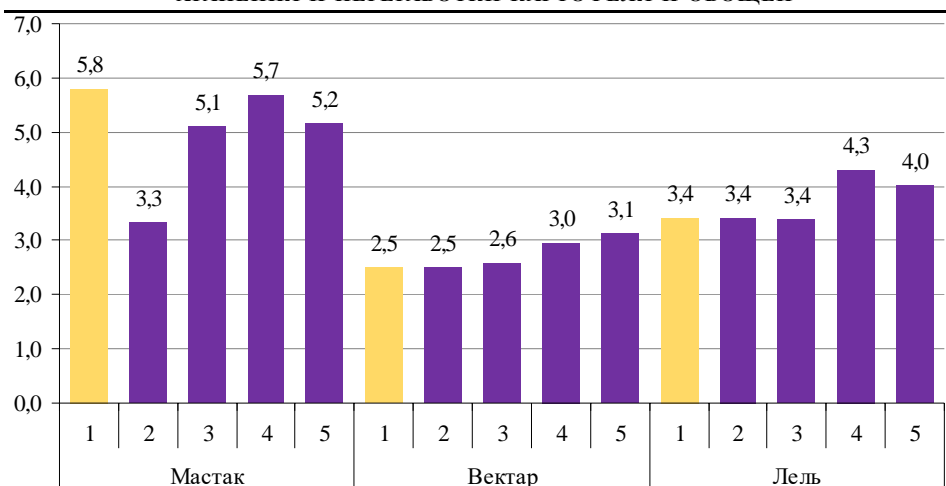


Рисунок 8 – Коэффициент размножения растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений, среднее за 2023–2025 гг.:

1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 ч); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 ч)

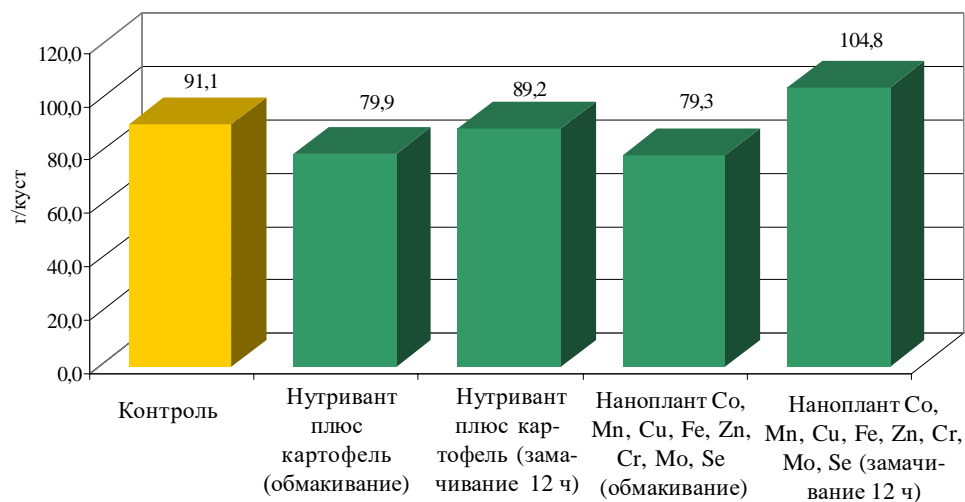


Рисунок 9 – Продуктивность растений картофеля в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений, среднее за 2023–2025 гг., г/куст

Растения картофеля сорта Мастак, в отличие от предыдущих двух лет наблюдений, в варианте с длительным замачиванием корней в растворе с Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se отреагировали существенным увеличением продуктивности – прибавка к контролю составила 26,2 %.

У сорта Вектар 12-часовое замачивание корней увеличило продуктивность растений на 18,0 % при применении Нутриванта плюс картофель и на 52,2 % – Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se. У растений сорта Лель рост продуктивности отмечен в варианте с Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – прибавка составила 6,7 % (рис. 10).

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Анализ данных за 2023–2025 гг. показал, что у сорта Вектар в варианте с обработкой корней перед посадкой микроудобрением Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se отмечена существенная прибавка к контролю: при обмакивании – на 21,2 %, при замачивании – на 55,4 %. У растений картофеля сорта Лель существенная прибавка продуктивности отмечена при 12-часовом замачивании в растворе Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – 15,8 % по отношению к контролю (рис. 11).

Статистический анализ среднееголетних данных показал, что наибольшее влияние на продуктивность растений *in vivo* в условиях защищенного грунта оказал фактор «год» – 59,2 %, а также сортовые особенности – 13,3 %. В структуре совокупного влияния факторов преобладает взаимодействие «год×вариант» – 10,3 % (рис. 12).

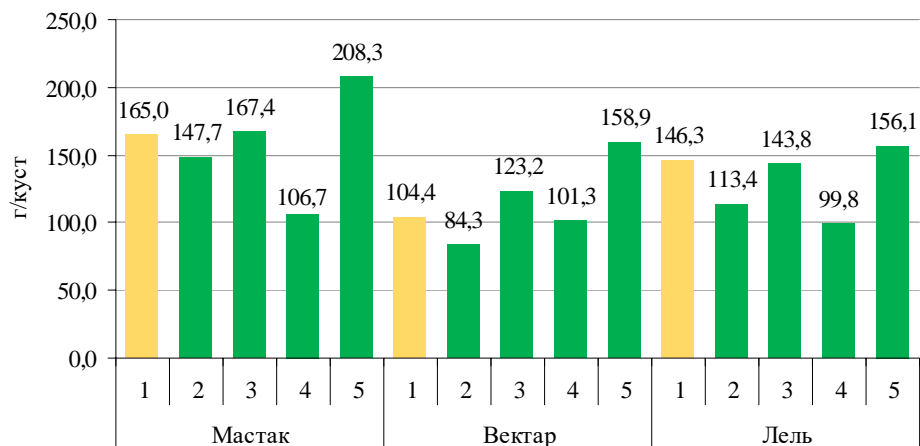


Рисунок 10 – Продуктивность растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2025 г., г/куст:
1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 ч); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 ч)

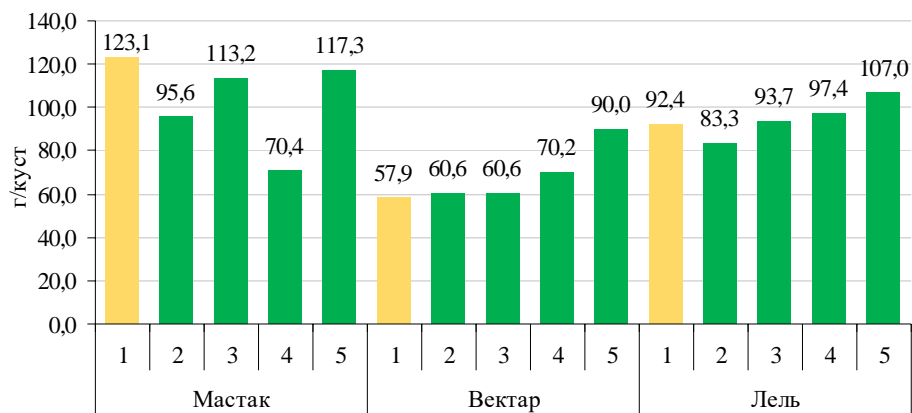


Рисунок 11 – Продуктивность растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений, среднее за 2023–2025 гг., г/куст:
1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 ч); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 ч)

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

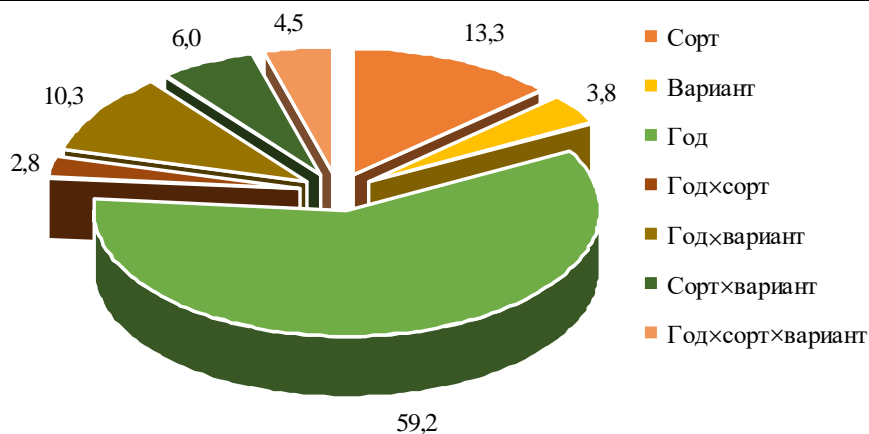


Рисунок 12 – Доля влияния факторов на продуктивность растений картофеля *in vivo* в условиях защищенного грунта, среднее за 2023–2025 гг., %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований установлено, что применение микроудобрений для обработки корневой системы растений *in vivo* перед посадкой в торф в условиях защищенного грунта способствует увеличению количества продуктивных стеблей, коэффициента размножения и средней массы клубня и, как следствие, продуктивности растений. На основании анализа данных установлены различия в сортовой реакции на изучаемые микроудобрения и способы их применения. Использование микроудобрений Нутривант плюс картофель и Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se для растений картофеля сорта Мастак увеличило среднее количество стеблей на 50,0–121,4 %. Однако на другие показатели (приживаемость, продуктивность и коэффициент размножения) влияние микроудобрений не установлено. На растениях картофеля сортов Лель и Вектар отмечены существенные положительные изменения продуктивности. У сорта Вектар отдельные показатели продуктивности увеличились на 40,0–53,5 % в варианте с применением Нутриванта плюс картофель, при корневой обработке растений Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – на 19,5–68,2 % по сравнению с контролем. Растения картофеля сорта Лель увеличили значения коэффициента размножения, продуктивности одного куста и средней массы клубня на 18,9–47,1 % по сравнению с контролем в зависимости от показателя.

Список литературы

1. Мартиросян, Ю. Ц. Новые технологии в производстве оздоровленного семенного картофеля / Ю. Ц. Мартиросян, В. В. Мартиросян, В. Н. Зернов // Аграрный вопрос. – 2012. – № 5 (37). – С. 18–19.
2. Сорокин, А. А. Методы сепарации клубней картофеля на тяжелых влажных почвах / А. А. Сорокин, А. Г. Пономарев // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – № 2. – С. 28–31.
3. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, О. И. Мишура, А. А. Цыганова. – Мн. : Беларус. навука, 2011. – С. 3.
4. Simko, I. Gibberellic acid-reversion of paclobutrazol-inhibited growth on *in vitro* cultured potato nodal segments / I. Simko // Biologia Bratislava. – 2007. – № 48/4. – P. 447–450.

5. Лебедева, Н. В. Ускоренное размножение ранних сортов картофеля в условиях *in vitro* и его использование в семеноводстве Северо-Запада РФ : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Лебедева Надежда Владимировна ; ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия». – Великие Луки, 2015. – 18 с.

6. Сергеев, С. Н. Сравнительная оценка различных по скороспелости сортов картофеля / С. Н. Сергеев // Научные труды ВГСХА. – Великие Луки, 2005. – С. 224–227.

7. Дайнеко, Т. М. Сравнительная эффективность применения регуляторов роста и микроудобрений нового поколения «АгроНАН» и «Наноплант» на картофеле / Т. М. Дайнеко // Агробиотехнология-2021 : материалы Междунар. науч. конф. / М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева ; под. ред. В. И. Трухачева, А. В. Шитиковой. – М., 2021. – С. 71–74.

Поступила в редакцию 17.12.2025 г.

V. V. ANTSIPOVICH, N. A. ANTSIPOVICH,
A. I. POPKOVICH, O. I. BOBKOVA, A. V. ESMAN

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF METHODS FOR INCREASING PLANT PRODUCTIVITY *IN VIVO* UNDER PROTECTED GROUND CONDITIONS

SUMMARY

The results of studies on the effectiveness of using micronutrient fertilizers for treating the root system of potato plants in vivo before planting in peat under protected ground conditions, as well as on the influence of application methods on plant survival rate and yield are presented.

Key words: potato; variety; micronutrient fertilizers; protected ground; survival rate; yield.

УДК [635.21:631.526.32]:631.5/8(476)

Д. С. Гасило, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
старший научный сотрудник

Д. Д. Фицуру, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий
отделом технологий производства, защиты и хранения картофеля

В. А. Сердюков, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

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

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СРЕДНЕСПЕЛОГО СТОЛОВОГО СОРТА КАРТОФЕЛЯ ВОДАР

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований влияния агротехнических приемов (густоты посадки и системы применения удобрений) при выращивании нового сорта картофеля Водар на биометрические (высота растений, количество стеблей) и биохимические показатели (сухое вещество, крахмал, суммарный белок, витамин С, нитраты), урожайность и ее структуру. Определены оптимальная густота посадки и система применения удобрений, обеспечивающие максимальный выход товарного картофеля.

Ключевые слова: картофель; густота посадки; дозы удобрений; биометрические и биохимические показатели; урожайность; Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений пополняется новыми сортами картофеля, отвечающими уровню интенсификации растениеводства, различающимися по длине вегетационного периода, мощности развития надземной массы и корневой системы, типу куста и форме листьев, характеру размещения клубневого гнезда и количеству клубней [1].

Генетический потенциал созданных селекционной наукой сортов реализуется при условии сбалансированности минерального питания [2], оптимизации водного режима и густоты посадок [3].

В комплексе регулируемых внешних факторов, под действием которых формируется урожайность, важное значение имеют правильно выбранная густота посадки, дозы и приемы внесения минеральных удобрений с учетом биологических особенностей возделываемого сорта, качества семенного материала, гранулометрического состава, температуры почвы [4].

Исследователи, изучавшие биологические основы получения высоких урожаев картофеля, о густоте посадки высказывали различные мнения и нередко противоречивые. Одни из них указывают, что максимально высокие урожаи картофеля обеспечиваются такими площадями питания, которые позволяют, с одной стороны, разместить как можно большее число растений, а с другой – создать благоприятные условия их питания [5, 6].

Меньшую площадь питания требуют растения, образующие небольшой куст, с малооблиственной прямостоячей ботвой. По данным ряда авторов, ранние сорта картофеля более отзывчивы на загущение, чем поздние [7, 8]. Противоположную точку зрения высказал В. К. Мосин, который указал, что среднепоздний сорт Лорх гораздо сильнее увеличивает урожай при загущении, чем ранний сорт Приекульский [9]. По данным Г. Д. Пельтекс, Н. Е. Власенко [10], заметная разница в реакции сортов различной зрелости на густоту посадки не обнаружена. По мнению Т. Я. Протасовой [11], прибавка урожая клубней возрастает с уменьшением площади питания растений, то есть с увеличением густоты посадки.

Многие исследователи сходятся во мнении, что по мере улучшения плодородия и влагообеспеченности почвы необходимо уменьшение площади питания растений [12, 13]. Вместе с тем ряд авторов отмечает, что в засушливых зонах, где картофель выращивается без орошения и испытывает недостаток влаги, рекомендуется разреженная посадка [14, 15].

При загущении посадок ботва развивается в основном за счет числа стеблей, в то время как на разреженных посадках растения картофеля, наоборот, больше ветвятся, и ботва в основном формируется за счет побегов. Загущение посадок способствует более интенсивному росту ботвы и одновременно более раннему ее отмиранию, что в свою очередь ускоряет созревание клубней. Последнее обстоятельство имеет важное значение для получения ранней продукции [16].

При загущении посадок высота растений увеличилась на 2–4 см, урожайность – на 1,9–3,3 т/га, или 7,3–8,7 %, содержание крахмала – на 0,3–0,8 %, витамина С – на 0,6–1,8 мг%, при этом снижалась товарность на 1,0–6,0 %, масса товарного клубня – на 9,0–41,0 г, концентрация белка и редуцирующих сахаров – на 0,1–0,2 и 0,1–0,6 % соответственно [17].

На основании вышеизложенного целью исследований было определение реакции нового среднеспелого сорта картофеля белорусской селекции Водар на изменение густоты посадки, доз внесения органических и минеральных удобрений по урожайности и показателям качества клубней.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в отделе технологий производства, защиты и хранения картофеля в 2020–2021 гг. на среднеспелом сорте картофеля белорусской селекции Водар. Полевой двухфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – густота посадки:

1. 45–50 тыс. шт/га;
2. 50–55 тыс. шт/га;
3. 55–60 тыс. шт/га.

Фактор В – дозы удобрений:

1. Контроль – без удобрений;
2. Фон – 40 т/га органических удобрений;
3. Фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$;
4. Фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$.

Пахотный горизонт опытных участков характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН – сильнокислые (1 группа), содержание гумуса недостаточное (3 группа), содержание фосфора и калия – высокое (табл. 1).

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 1 – Агрохимический анализ опытных участков

Показатели	2020 г.	2021 г.	Среднее
pH	4,6	4,1	4,4
Гумус, %	1,98	1,92	1,95
Фосфор, мг/кг	260,9	292,5	276,7
Калий, мг/кг	310,0	305,0	307,5

Предшественник – озимый рапс на маслосемена. Внесение органических и минеральных удобрений осуществляли весной согласно схеме опыта. Технология возделывания была общепринятая при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 см [18].

Площадь опытной делянки с междурядьем 75 см – 45,0 м², повторность 4-кратная. Общая площадь под опытом 1,0 га.

Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и обменного калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическую кислотность по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [19].

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. Урожайность учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям [20, 21].

Биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества, крахмала определяли весовым методом, содержание нитратов – потенциометрически с использованием ионоселективного электрода, витамина С – по Мурри, суммарного белка – реактивом Оранж Ж [22].

Результаты полевых опытов обработаны методом дисперсионного анализа по «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова и программой STATISTICA 10 [23].

Метеорологические условия в годы проведения полевых исследований отличались и были нестабильны в течение вегетационных периодов (рис. 1 и 2). В апреле, в период проведения весенне-полевых работ по подготовке почвы к посадке картофеля среднесуточная температура воздуха была выше среднегодовой (5,3 °С) на 1,4 °С (6,7 °С) в 2020 г. и на 1,5 °С (6,8 °С) в 2021 г. Осадков в 2020 и 2021 гг. выпало меньше нормы (47,9 мм) на 14,3 мм (33,6 мм).

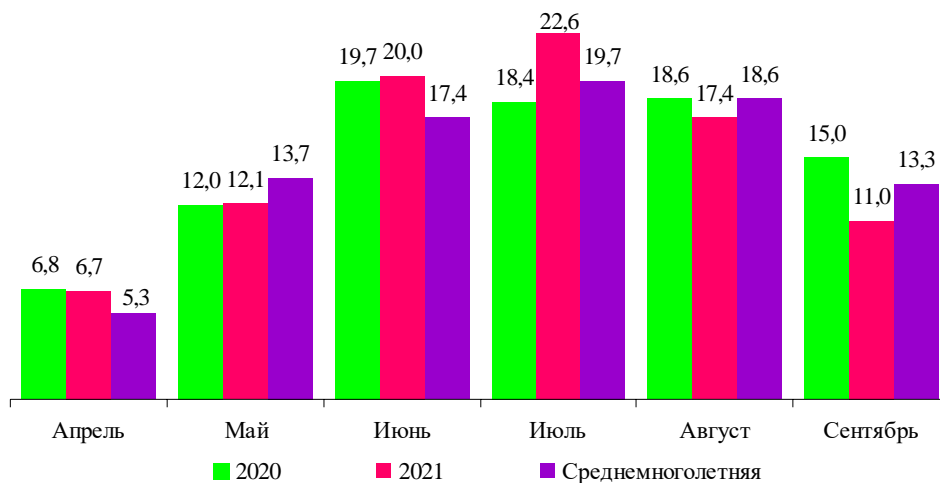


Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха по месяцам за 2020–2021 гг., °С (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

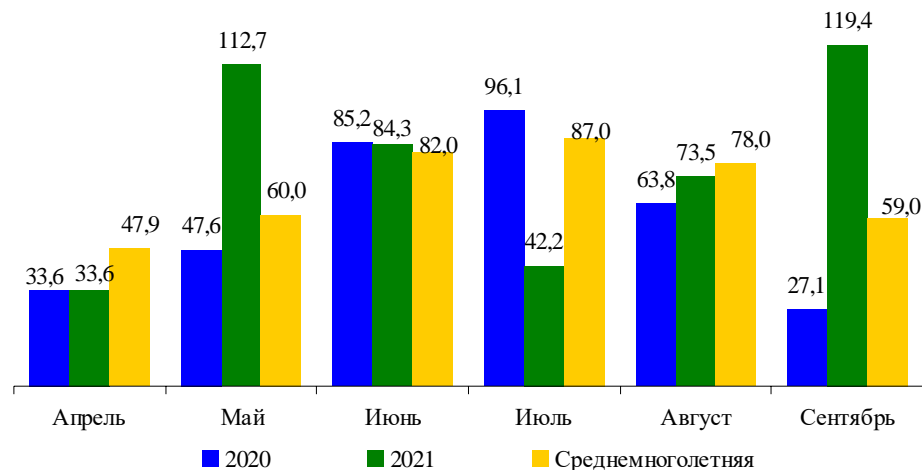


Рисунок 2 – Количество осадков по месяцам за 2020–2021 гг., мм
(агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

Среднесуточная температура в мае 2020 г. (12,0 °С) и 2021 г. (12,1 °С) оказалась ниже среднеголетнего значения – 13,7 °С. В 2021 г. количество осадков составило 93,3 мм, что на 33,3 мм больше нормы (60,0 мм). Май 2020 г. был более сухой, осадков выпало 47,6 мм, что составило 79,3 % от нормы. Почва в 2021 г. была в течение всего месяца хорошо увлажненная, в 2020 г. – от слабо до хорошо увлажненной.

В июне 2021 г. среднесуточная температура воздуха была наиболее теплой, а порой и жаркой – 20,0 °С, в 2020 г. – 19,7 °С, что соответственно на 2,6 и 2,3 °С выше среднеголетней (17,4 °С). В июне 2021 г. отмечался дефицит осадков, всего за месяц выпало 69,0 мм, или 84,2 % от нормы (82,0 мм). В 2020 г. их количество незначительно превысило норму – на 3,2 мм (85,2 мм, или 103,9 % от нормы).

В июле 2020 г. среднесуточная температура воздуха была на 1,3 °С ниже среднеголетней (19,7 °С) и составила 18,4 °С. В 2021 г. отмечалось существенное превышение – 22,6 °С, что выше среднеголетней на 2,9 °С. Количество выпавших осадков в июле 2020 г. превысило норму (87,0 мм) на 9,1 мм. В 2021 г. первая декада была очень сухой – всего 0,4 мм осадков, что составило 1,3 % от нормы. Во второй и третьей декадах количество осадков составило 23,0 и 18,8 мм соответственно, что ниже нормы. За месяц их выпало 42,2 мм, или 47,4 % от нормы (89,0 мм).

В августе 2020 г. среднесуточная температура была на уровне среднеголетней (18,6 °С), в 2021 г. – ниже на 1,2 °С. Осадки выпадали неравномерно по годам: в 2020 г. – 63,8 мм, или 81,8 % от нормы (78 мм), в 2021 г. – 84,8 мм, или 108,2 % от нормы. Почва в августе была от слабо до хорошо увлажненной.

В сентябре 2021 г. среднесуточная температура была ниже на 2,3 °С, а в 2020 г. – на 1,7 °С выше среднеголетней (13,3 °С). Количество выпавших осадков было значительно ниже нормы в 2020 г. – 27,1 мм, или 45,9 % от нормы (59,0 мм). Большое количество выпавших осадков отмечено в сентябре 2021 г. – 119,4 мм, что выше нормы на 60,4 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных учетов и наблюдений у изучаемого сорта картофеля Водар высота растений находилась в пределах 57,1–90,2 см в зависимости от варианта

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

опыта (табл. 2). Густота посадки 45–50, 50–55 и 55–60 тыс. шт/га, а также внесение органических удобрений не оказали существенного влияния на высоту растений независимо от года исследований. Применение минеральных удобрений в дозе Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ увеличило высоту растений на 21,7–25,3 см, Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ – на 27,7–33,1 см. Увеличение дозы удобрений с Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ до Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ не оказало существенного влияния на высоту растений.

Количество стеблей у изучаемого сорта варьировало от 3,9 до 4,3 шт/куст. Дозы минеральных удобрений на фоне 40 т/га органических удобрений (Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀, Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀) и густота посадки (45–50, 50–55 и 55–60 тыс. шт/га) не оказали достоверного влияния на количество стеблей.

Следует отметить, что агротехнические приемы и метеорологические условия в период вегетации картофеля оказали существенное влияние как на урожайность, так и на выход товарной продукции (табл. 3).

При увеличении густоты посадки до 50–55 и 55–60 тыс. шт/га отмечался рост общей урожайности от 0,1 до 4,7 т/га, а также от 3,1 до 5,2 т/га при дозах удобрений Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ и Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ соответственно. Анализ структуры урожая показал, что увеличение густоты посадки до 50–55 тыс. шт/га привело к снижению доли крупной фракции на 0,9–10,2 %, а до 55–60 тыс. шт/га – на 15,0–20,2 % по сравнению с густотой 45–50 тыс. шт/га.

Внесение 40 т/га органических удобрений позволило увеличить урожайность на 4,0–5,8 т/га. В структуре урожая выросло количество крупной фракции на 3,0–5,4 %, семенной – на 4,6–6,3, а мелкой – уменьшилось на 0,7–3,3 %. Товарность и товарная урожайность возросла на 0,7–3,3 % и 4,3–5,8 т/га соответственно.

При внесении удобрений в дозе Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ отмечены рост урожайности на 8,5–18,2 т/га, количества крупной фракции – на 5,5–15,8 %, а также снижение доли семенной на 0,1–10,0 % и мелкой – на 4,1–6,4 %. Товарность повысилась на 4,1–5,8 %, а товарная урожайность – на 8,9–18,3 т/га. Доза удобрений Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ обеспечила рост урожайности на 13,7–21,3 т/га, крупной фракции – на 5,4–20,0 %, снижение семенной и мелкой – на 2,8–15,3 и 4,7–6,2 % соответственно, а товарность

Таблица 2 – Биометрические показатели сорта Водар в зависимости от доз удобрений и густоты посадки, среднее за 2020–2021 гг.

Дозы удобрений	Густота посадки, тыс. шт/га	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см
Контроль – без удобрений	45–50	4,2	59,5
	50–55	4,2	61,8
	55–60	4,1	57,1
Фон – 40 т/га органических удобрений	45–50	4,1	68,1
	50–55	4,1	67,9
	55–60	4,0	68,1
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	45–50	4,3	81,2
	50–55	3,9	83,8
	55–60	4,1	82,4
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	45–50	4,0	87,2
	50–55	4,0	89,7
	55–60	4,3	90,2
НСР ₀₅	Фактор А – густота посадки	0,31	17,14
	Фактор В – дозы удобрений	0,36	18,31
	Взаимодействие А×В	0,66	33,79

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

8 Таблица 3 – Урожайность сорта Водар в зависимости от доз удобрений и густоты посадки, среднее за 2020–2021 гг.

Дозы удобрений	Густота посадки, тыс. шт/га	Урожай- ность, т/га	Структура урожая, %			Товарность, %	Товарная урожайность, т/га
			> 60 мм	30–60 мм	< 30 мм		
Контроль – без удобрений	45–50	28,7	54,4	32,4	13,2	86,8	24,9
	50–55	23,8	44,2	43,9	11,9	88,1	21,0
	55–60	24,2	38,0	45,0	17,0	83,0	20,0
Фон – 40 т/га органических удобрений	45–50	32,7	50,5	37,0	12,5	87,5	28,6
	50–55	29,6	49,6	39,5	10,9	89,1	26,4
	55–60	29,9	35,0	51,3	13,7	86,3	25,8
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	45–50	37,2	63,7	27,2	9,1	90,9	33,8
	50–55	41,9	60,0	33,9	6,1	93,9	39,3
	55–60	42,4	43,5	44,9	11,6	88,4	37,5
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	45–50	42,4	61,9	29,6	8,5	91,5	38,8
	50–55	42,5	64,2	28,6	7,2	92,8	39,4
	55–60	45,5	43,4	45,8	10,8	89,2	40,6
НСР ₀₅	Фактор А – густота посадки	6,10	—			—	5,87
	Фактор В – дозы удобрений	5,17	—				4,86
	Взаимодействие А×В	9,27	—				8,79

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

и товарная урожайность увеличилась на 4,7–6,2 % и 13,9–20,6 т/га в зависимости от густоты посадки.

Увеличение дозы минеральных удобрений с Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ до Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ способствовало росту урожайности от 0,6 т/га (50–55 тыс. шт/га) до 5,2 т/га (45–50 тыс. шт/га). В структуре урожая отмечалось увеличение крупной и мелкой фракций на 4,2 и 1,1 %, снижение семенной – на 5,3 % (50–55 тыс. шт/га). Товарность повысилась на 0,6–1,1 %, а товарная урожайность – на 0,1–5,0 т/га.

При внесении 40 т/га органических удобрений прибавка урожайности составила 4,0–5,8 т/га, окупаемость – 100–145 кг клубней (табл. 4).

Применение удобрений в вариантах Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ и Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ позволило получить прибавку урожайности 4,5–12,5 и 9,7–15,6 т/га (минеральные удобрения). Окупаемость составила от 15,0 до 41,6 и от 24,9 до 40,0 кг клубней/1 кг NPK соответственно вариантам опыта Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ и Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀. Максимальная окупаемость получена в варианте Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ при густоте посадки 50–55 тыс. шт/га (41,0 кг клубней/1 кг NPK) и 55–60 тыс. шт/га (41,6 кг клубней/1 кг NPK). Увеличение дозы удобрений с Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ до Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ при густоте посадки 45–50 тыс. шт/га обеспечило рост окупаемости на 9,9 кг клубней/1 кг NPK, а при 50–55 и 55–60 тыс. шт/га – снижение на 7,9 и 1,6 кг клубней/1 кг NPK соответственно.

При выращивании картофеля важна не только величина урожайности, но и биохимические показатели клубней, которые представлены в таблице 5.

Посадка картофеля с густотой 50–55 тыс. шт/га не оказала существенного влияния на содержание сухого вещества и крахмала, но обеспечила повышение суммарного белка на 0,03–0,08 % и нитратов на 41,0–46,1 мг/кг, а также снижение витамина С на 1,6–2,7 мг%. При густоте посадки 55–60 тыс. шт/га отмечено уменьшение количества сухого вещества на 0,8–1,2 %, крахмала – на 0,8–1,0 %, витамина С – на 2,2–2,4 мг%, а также увеличение содержания суммарного белка на 0,07–0,10 % и нитратов – на 60,3–90,0 мг/кг.

Применение органических удобрений обеспечило снижение количества сухого вещества на 1,4–2,7 %, крахмала – на 1,4–2,4 %, витамина С – на 1,5–2,0 мг%, а также увеличение суммарного белка на 0,07–0,09 % и нитратов на 63,6–76,3 мг/кг.

Внесение минеральных удобрений в дозе Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ привело к уменьшению содержания сухого вещества на 1,8–2,0 % и крахмала – на 1,7–1,8 %, а также к увеличению количества суммарного белка на 0,08–0,13 %, нитратов – на 58,1–131,6 мг/кг. Доза удобрений Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ способствовала снижению сухого вещества на 0,9–1,5 %, крахмала – на 1,1–1,3 %, витамина С – до 2,9 мг%, а также повышению содержания суммарного белка на 0,11–0,19 %, нитратов – на 84,6–165,1 мг/кг. При увеличении дозы удобрений с Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ до Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ отмечен рост содержания сухого вещества и крахмала на 0,6–1,5 %, суммарного белка – на 0,03–0,06 %, а также снижение витамина С на 2,6–3,3 мг%.

Доля влияния факторов на изучаемые показатели представлена на рисунке 3.

Согласно статистической обработке данных, количество стеблей зависело от совместного действия факторов (А×В) на 68,41 %. Дозы удобрений (В) оказали влияние на высоту растений – 98,68 %, общую и товарную урожайность – 93,78 и 95,77 соответственно, содержание сухого вещества – 83,63, крахмала – 77,51, суммарного белка – 81,42, витамина С – 28,61, нитратов – 75,55 %, а густота посадки (А) – на 0,52; 0,18; 0,08; 9,09; 11,92; 11,17; 47,7 и 14,25 % соответственно.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 4 – Окупаемость сорта Водар в зависимости от доз удобрений и густоты посадки, среднее за 2020–2021 гг.

Дозы удобрений	Густота посадки, тыс. шт/га	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га			Окупаемость 1 кг НРК/1 т органических удобрений
			общая	с органическими удобрениями	с НРК	
Контроль – без удобрений	45–50	28,7	–	–	–	–
	50–55	23,8	–	–	–	–
	55–60	24,2	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	45–50	32,7	4,0	4,0	–	100,0
	50–55	29,6	5,8	5,8	–	145,0
	55–60	29,9	5,7	5,7	–	142,5
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	45–50	37,2	8,5	4,0	4,5	15,0/100,0
	50–55	41,9	18,1	5,8	12,3	41,0/145,0
	55–60	42,4	18,2	5,7	12,5	41,6/142,5
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	45–50	42,4	13,7	4,0	9,7	24,9/100,0
	50–55	42,5	18,7	5,8	12,9	33,1/145,0
	55–60	45,5	21,3	5,7	15,6	40,0/142,5
НСР ₀₅	Фактор А – густота посадки	7,67				
	Фактор В – дозы удобрений	6,48				
	Фактор С – год исследований	7,76				
	Взаимодействие А×В×С	6,65				

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 5 – Биохимические показатели сорта Водар в зависимости от доз удобрений и густоты посадки, среднее за 2020–2021 гг.

Дозы удобрений	Густота посадки, тыс. шт/га	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль – без удобрений	45–50	21,3	15,3	0,88	19,0	73,9
	50–55	20,8	14,9	0,91	16,9	114,9
	55–60	20,1	14,3	0,90	16,8	83,4
Фон – 40 т/га органических удобрений	45–50	18,6	12,9	0,95	17,0	137,5
	50–55	18,6	12,9	1,00	15,4	144,7
	55–60	18,7	12,9	0,97	17,9	159,7
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	45–50	19,3	13,5	0,96	20,0	154,7
	50–55	18,9	13,2	1,04	17,3	173,0
	55–60	18,3	12,6	1,03	17,6	215,0
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	45–50	19,8	14,0	0,99	17,4	158,5
	50–55	20,4	14,7	1,05	14,0	204,6
	55–60	19,0	13,2	1,09	17,5	248,5
НСР ₀₅	Фактор А – густота посадки	0,74	0,69	0,03	1,84	40,43
	Фактор В – дозы удобрений	0,66	0,64	0,03	2,19	39,29
	Взаимодействие А×В	1,11	1,05	0,05	3,74	66,04

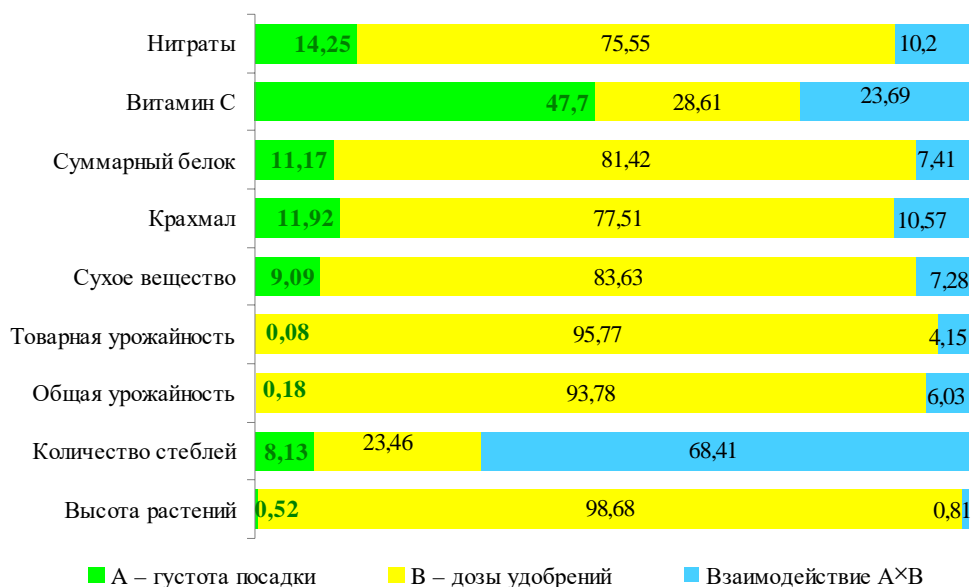


Рисунок 3 – Доля влияния факторов на изучаемые показатели, среднее за 2020–2021 гг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что использование минеральных удобрений обеспечило увеличение высоты растений и урожайности на 21,7–25,3 см и 8,5–18,2 т/га (вариант Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀), 27,7–33,1 см и 13,7–21,3 т/га (Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀) в зависимости от густоты посадки. Повышение дозы минеральных удобрений с Фон + N₉₀P₆₀K₁₅₀ до Фон + N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ способствовало росту урожайности от 0,6 до 5,2 т/га.

Окупаемость 1 кг минеральных удобрений при внесении дозы Фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$ составила 15,0–41,6, а Фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$ – 24,9–40,0 кг клубней. При внесении 40 т/га органических удобрений прибавка урожайности была на уровне 4,0–5,8 т/га, а окупаемость – 100,0–145,0 кг клубней.

Внесение удобрений в дозе Фон + $N_{90}P_{60}K_{150}$ обеспечило рост количества крупной фракции на 5,5–15,8 %, снижение доли семенной на 0,1–10,0 % и мелкой – на 4,1–6,4 %. Доза удобрений Фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$ привела к увеличению количества крупной фракции на 5,4–20,0 %, снижению семенной и мелкой на 2,8–15,3 и 4,7–6,2 % соответственно.

Густота посадки (А) 45–50, 50–55 и 55–60 тыс. шт/га не оказала существенного влияния на количество стеблей (А×В – 68,41 %), высоту растений, общую и товарную урожайность, содержание сухого вещества, крахмала, суммарного белка, нитратов (В – от 75,55 до 98,68 %), только содержание витамина С зависело от густоты посадки (А – на 47,7 %).

Список литературы

1. Абазов, А. Х. Управление урожайностью картофеля с применением основ сортовой агротехники / А. Х. Абазов, Х. К. Абидов // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 55–56.
2. Васильев, А. А. Влияние сбалансированности питания, протравливания и сроков посадки картофеля на урожайность и качество клубней / А. А. Васильев // Земледелие. – 2021. – № 2. – С. 22–26.
3. Икоева, Л. П. Влияние густоты посадки и сроков уборки на урожай картофеля / Л. П. Икоева, О. Э. Хаева // Горное сельское хозяйство. – 2023. – № 2 (32). – С. 80–84.
4. Бацанов, Н. С. Картофель / Н. С. Бацанов. – М. : Колос, 1970. – 376 с.
5. Касимова, Н. В. Урожайность и качество клубней картофеля различных групп скороспелости в зависимости от приемов технологии выращивания в условиях Среднего Урала / Н. В. Касимова, С. К. Мингалиев, В. Р. Лаптев // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 5 (71). – С. 41–44.
6. Танаков, Н. Т. Влияние массы посадочного клубня и густоты посадки на урожайность раннего картофеля / Н. Т. Танаков // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 6 (241). – С. 118–122.
7. Евдокимова, З. З. Новый сорт картофеля Сиверский и некоторые агроприемы его возделывания / З. З. Евдокимова, С. В. Балакина, М. В. Калашник // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 3 (206). – С. 10–18.
8. Чекмарев, П. П. Оптимальная густота посадки среднеранних сортов картофеля / П. П. Чекмарев, В. П. Владимиров, Ф. М. Давлетшин // Картофель и овощи. – 2006. – № 3. – С. 12.
9. Мосин, В. К. Урожай и качество картофеля в зависимости от условий формирования корневой системы и приемов возделывания на разных типах почв : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Мосин Василий Константинович. – Горький, 1978. – 58 с.
10. Пельтекс, Г. Д. Урожай и качество картофеля в зависимости от густоты посадки и уровня минерального питания / Г. Д. Пельтекс, Н. Е. Власенко // Картофелеводство. – 1978. – № 9. – С. 54–57.
11. Протасова, Т. Я. Влияние густоты посадки на элементы структуры и урожай картофеля / Т. Я. Протасова // Научные труды Белорусской СХА. – 1982. – Т. 83. – С. 76–81.
12. Паламарчук, М. В. Выбирайте оптимальные схемы посадки / М. В. Паламарчук, Ю. П. Логинов // Картофель и овощи. – 2008. – № 2. – С. 10.

13. Горбунов, А. К. Урожайность картофеля в зависимости от срока, способа и глубины посадки в условиях северной лесостепной зоны Челябинской области / А. К. Горбунов, Д. А. Бобоев // Агропродовольственная политика России. – 2023. – № 3. – 7–14.
14. Котиков, М. В. Влияние площади питания на урожайность и товарность различных сортов картофеля / М. В. Котиков, О. А. Сапажкова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы VIII Междунар. науч. конф., Брянск, 14–18 марта 2011 г. / Брянская ГСХА. – Брянск : Изд-во Брянской ГСХА, 2011. – С. 256–258.
15. Карпухин, М. Ю. Технология возделывания картофеля на Среднем Урале / М. Ю. Карпухин. – Екатеринбург : Изд-во Уральского ГАУ. – 2016. – 15 с.
16. Ганзин, Г. А. Сортовая агротехника / Г. А. Ганзин, А. Х. Абазов, А. И. Киселев // Картофель России. – 2003. – № 2. – С. 201–208.
17. Шабанов, А. Э. Отзывчивость новых сортов картофеля на загущение посадок / А. Э. Шабанов, П. В. Соломенцев // Овощи России. – 2024. – № 3. – 107–111.
18. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разраб. В. Г. Гусаков [и др.]. – Мн. : Беларус. наука, 2005. – 460 с.
19. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 512 с.
20. Росс, В. Биометрические измерения в посевах сельскохозяйственных культур / В. Росс, Ю. Росс // Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Отд-ние растениеводства и селекции, Науч. совет по фотосинтезу АН СССР. – М., 1969. – С. 25–49.
21. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М. : [б. и.], 1967. – 265 с.
22. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь ; разраб.: С. А. Банадыев, А. М. Старовойтов, И. И. Колядко [и др.]. – Мн. : [б. и.], 2003. – 71 с.
23. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1985. – 416 с.

Поступила в редакцию 01.12.2025 г.

D. S. GASTILO, D. D. FITSURO, V. A. SERDYUKOV

THE INFLUENCE OF PLANTING DENSITY AND FERTILIZER RATES ON YIELD AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF THE MID-SEASON TABLE POTATO VARIETY VODAR

SUMMARY

The results of a study examining the impact of agronomic practices (planting density and fertilizer application system) in growing the new potato variety Vodar on biometric (plant height, stem count) and biochemical parameters (dry matter, starch, total protein, vitamin C, nitrates), yield, and yield structure, are presented. The optimal planting density and fertilizer application system for maximizing commercial potato yield are determined.

Key words: potato; planting density; fertilizer rates; biometric and biochemical parameters; yield; Belarus.

УДК 631.52:633.8

А. Л. Исакова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусская государственная орденов
Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия», г. Горки, Могилевская область

ОЦЕНКА НОРМ ВЫСЕВА И СПОСОБОВ ПОСЕВА НИГЕЛЛЫ (*NIGELLA L.*) ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА СЕМЕНА

РЕЗЮМЕ

Одним из ключевых вопросов при ведении семеноводства является получение качественного семенного материала и увеличение коэффициента его размножения. В настоящее время в Республике Беларусь особую актуальность приобретает интродукция эфирномасличных, лекарственных растений в условиях изменения климата. В данной связи целью работы являлось выявление оптимальных способов посева и норм высева видов нигеллы при возделывании на семенные цели. В результате исследований установлено, что оптимальным является широкорядный способ посева (0,45 м) в питомнике испытания потомств 1-го и 2-го поколения с нормой высева 0,4–1,1 млн шт. всхожих семян на 1 га. Посев семян обычным рядовым (0,15 м) и широкорядным способом (0,30 и 0,70 м) с нормой высева 3,3; 1,6; 0,7 млн шт. всхожих семян на 1 га соответственно можно использовать в питомнике размножения, а также для получения суперэлиты, элиты и репродукций семян.

Ключевые слова: сорт; семеноводство; нигелла; способы посева; нормы высева.

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь интродукция эфирномасличных, лекарственных растений в условиях изменения климата является актуальной в настоящее время. Нигелла, или черный тмин, как однолетнее растение, обладающее лекарственными и декоративными свойствами, нашло применение и в условиях Беларуси. Выращивание культуры на больших площадях усложняется недоработанной технологией возделывания: эффективностью применения гербицидов, регуляторов роста, удобрений, определением оптимальных норм высева, способов и сроков посева [2]. При ведении семеноводства особенно важным становится получение качественного семенного материала и увеличение коэффициента его размножения. Определение оптимальных норм высева и способов посева являются неотъемлемой частью технологии возделывания нигеллы на семена. Следует отметить, что способ посева сельскохозяйственных культур определяется биологическими требованиями растений к площади питания, освещению, обеспечению влагой, возможностью проведения механизированного ухода за растениями, целью возделывания, засоренностью поля, наличием гербицидов, качеством подготовки почвы к посеву, наличием соответствующей техники. Необходимо создавать одинаковые и благоприятные условия для каждого растения в отдельности и рационально использовать всю посевную площадь [1, 5]. Рядовой посев является наиболее распространенным при возделывании сельскохозяйственных культур. При таком способе посева семена заделываются в ровные параллельные ряды с междурядьем от 12,5–15,0 см на глубину 2–10 см. Широкий (обычный) способ посева применяется главным образом для растений, требующих большой площади питания и медленно отрастающих после сева и часто сильно засоряемых сорняками. Ширина междурядий для разных культур устанавливается разная: от 25–30 см

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

до 60–70 и даже до 90 см. Широкорядные посевы применяют на семенных участках для увеличения коэффициента размножения. Норму высева значительно уменьшают, чтобы увеличить индивидуальную продуктивность каждого растения и получить больше семян из небольшого количества исходной партии [1, 4].

Целью настоящей работы являлось выявление оптимальных способов посева и норм высева видов нигеллы при возделывании на семенные цели.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили на учебно-опытных полях БГСХА в 2022–2024 гг. Объектами исследования являлись сорт Знахарка нигеллы посевной (*N. sativa* L.) и сорт Суничны Водар нигеллы дамасской (*N. damascena* L.). Посев осуществлялся в первой декаде мая ручной сеялкой в трех повторениях, площадь учетной делянки – 7 м², возделывание – без применения удобрений, уход заключался в прорывке, культивации, прополке, обработке почвенным гербицидом Сириус, 2,5 л/га, уборка проводилась селекционным комбайном Wintersteiger. В таблице 1 указаны схемы опыта по изучению норм высева и способов посева нигеллы. Предшественники: черный пар, капуста белокочанная, свекла столовая. Всхожесть семян определяли через 6 месяцев после сбора.

Климат Беларуси характеризуют как переходный от морского к континентальному и называют умеренно континентальным. Среднегодовая температура воздуха равна 7,1 °С. Сумма активных температур (среднесуточная температура воздуха выше 10 °С) за период вегетации растений в республике в среднем составляет 2 667 °С [2]. За годы проведенных исследований при достаточной увлажненности и температуре воздуха растения нигеллы полноценно развивались и формировали качественные семена. Почва опытного участка дерново-подзолистая слабоподзоленная легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины 1,1 м. Почва имеет среднюю степень окультуренности. В таблице 2 представлены метеорологические данные за годы исследований.

Таблица 1 – Нормы высева и способы посева нигеллы

Способ посева	Норма высева, млн шт. всхожих семян на 1 га
Обычный рядовой, ширина междурядий 0,15 м (0,15×0,02 м)	3,3
Рядовой широкорядный, ширина междурядий 0,30 м (0,30×0,02 м)	1,6
Широкорядный:	
0,45×0,02 м	1,1
0,45×0,05 м	0,4
0,70×0,02 м	0,7

Таблица 2 – Метеорологические данные за годы исследований

Месяц	2022 г.		2023 г.		2024 г.	
	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм
Май	14,6	60,3	16,5	5,4	15,4	90,4
Июнь	22,5	88,0	21,5	46,2	20,6	113,2
Июль	22,5	65,5	22,5	88,5	21,5	110,3
Август	25,6	10,9	25,5	42,8	22,3	64,6
Среднее/сумма	21,3	224,7	21,5	182,9	19,9	378,5
ГТК	0,86		0,69		1,54	

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований было выявлено, что все схемы посева по признаку «высота растений» у сортов Знахарка и Сунічны Водар существенно отличаются друг от друга (особенно $0,15 \times 0,02$ м < $0,70 \times 0,02$ м), по признаку «количество побегов на растении» имеются существенные отличия между узкими и широкими схемами посева. По признаку «количество побегов 1-го порядка» отличие значимо только между схемой $0,15 \times 0,02$ м и остальными, а по признаку «количество побегов 2-го порядка» все схемы, кроме $0,45 \times 0,05$ м и $0,70 \times 0,02$ м, имеют значимые различия. Признак «количество листовок» имеет существенные различия во всех случаях, кроме широких схем, по массе семян с растения – существенные различия почти во всех парах.

Оптимальные схемы посева сорта Знахарка нигеллы посевной: $0,45 \times 0,05$ м и $0,70 \times 0,02$ м (широкорядный способ). В среднем масса семян с растения составила 3,6 и 3,4 г соответственно, фактическая урожайность – 106,8 и 104,3 г/м². Наиболее чувствительные признаки: количество побегов 2-го порядка, масса семян с растения, количество листовок. Менее чувствительные: масса 1 000 семян – различия есть, но небольшие (табл. 3).

Оптимальные схемы посева сорта Сунічны Водар нигеллы дамасской – также $0,45 \times 0,05$ м и $0,70 \times 0,02$ м (широкорядный способ). В среднем масса семян с растения была 4,3 и 3,9 г соответственно, фактическая урожайность составляла 106,3 и 106,6 г/м². Наиболее чувствительные признаки: количество побегов 2-го порядка, масса семян с растения, количество листовок. Менее чувствительные: масса 1 000 семян.

Анализ рассчитанной наименьшей существенной разницы за три года (2022–2024 гг.) по каждому признаку и схеме посева для сортов Знахарка и Сунічны Водар выявляет закономерности, которые можно обобщить по следующим группам:

1. *Стабильные признаки с низким НСР.* Низкие значения НСР (меньше 0,3 для массы, меньше 1,0 для счетных признаков) говорят о высокой стабильности измерений, низкой вариативности между повторностями и возможности выявления значимых различий между вариантами посева. Признаки «масса 1 000 семян» по всем схемам посева, «масса семян с растения» по схемам $0,45 \times 0,05$ м и $0,45 \times 0,02$ м подходят для оценки влияния агротехнических методов обработки посевов. Особенно ценны схемы $0,45 \times 0,05$ м и $0,45 \times 0,02$ м – при стабильной урожайности они демонстрируют наименьшую дисперсию.

2. *Умеренно вариативные признаки.* При средних значениях НСР (1,0–2,0) различия зависят от схем посева. По признаку «количество листовок» на сортах Знахарка, Сунічны Водар, особенно по схеме посева $0,45 \times 0,02$ м и признаку «количество побегов 1-го порядка» на сорте Сунічны Водар ($0,45 \times 0,02$ м, $0,70 \times 0,02$ м) сильно сказывается ветвление растения и генотип-среда.

3. *Высокая вариативность (чувствительные признаки).* Высокая НСР (> 2,5) затрудняет выявление различий между вариантами – признак чувствителен к внешним факторам или генетически пластичен. Признаки «высота растений» сорта Сунічны Водар (особенно $0,30 \times 0,02$ м) и «количество побегов 1-го порядка» сортов Знахарка и Сунічны Водар подвержены экологическим колебаниям.

Сорт Знахарка имеет более стабильные показатели по массе семян с растения и структурным признакам. Сорт Сунічны Водар более вариативен, особенно по количеству побегов 2-го порядка и высоте растений, но устойчив по массе 1 000 семян и урожайности. Схемы посева $0,45 \times 0,02$ м и $0,45 \times 0,05$ м (широкорядный способ) на протяжении всех лет и для обоих сортов демонстрируют наименьшую вариативность и высокие показатели урожайности.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 3 – Морфометрические признаки нигеллы в зависимости от способов посева за 2022–2024 гг.

Способ посева, м	Высота растений, см	Количество побегов, шт.			Количество листовок, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1 000 семян, г
		всего	1-го порядка	2-го порядка			
Сорт Знахарка							
2022 г.							
0,15×0,02	49,5	8,7	7,6	0,7	8,7	2,4	1,9
0,30×0,02	50,5	13,0	11,9	1,3	12,9	2,7	2,1
0,45×0,02	56,0	15,9	12,6	3,4	15,9	3,1	2,5
0,70×0,02	61,5	17,0	13,5	3,9	17,0	3,2	2,3
0,45×0,05	59,8	16,5	11,7	4,5	16,5	3,5	2,5
2023 г.							
0,15×0,02	48,6	8,2	7,3	1,1	8,0	2,4	1,9
0,30×0,02	51,3	12,1	10,7	1,3	12,1	2,8	2,1
0,45×0,02	57,9	15,5	12,9	2,6	1,5	3,1	2,4
0,70×0,02	61,5	16,2	12,0	4,0	16,2	3,5	2,3
0,45×0,05	58,5	15,8	11,5	4,1	15,8	3,5	2,4
2024 г.							
0,15×0,02	49,3	7,6	6,6	1,4	7,5	2,2	2,1
0,30×0,02	51,0	13,1	12,0	2,1	13,1	2,9	2,2
0,45×0,02	59,1	16,4	13,2	3,3	16,4	3,0	2,4
0,70×0,02	60,4	15,5	10,9	4,0	15,5	3,4	2,2
0,45×0,05	57,8	16,2	12,4	3,9	16,2	3,7	2,3
Сорт Сунічны Водар							
2022 г.							
0,15×0,02	57,2	9,6	6,6	2,4	9,6	3,6	3,0
0,30×0,02	61,4	14,8	13,0	2,5	14,7	4,0	3,0
0,45×0,02	63,9	17,5	12,8	3,8	17,5	4,2	3,1
0,70×0,02	63,0	15,8	11,2	4,8	15,8	3,8	3,2
0,45×0,05	60,8	16,7	11,5	5,4	16,7	4,3	3,2
2023 г.							
0,15×0,02	56,6	8,8	7,3	2,0	8,8	3,5	2,9
0,30×0,02	62,1	13,9	12,3	2,0	13,9	4,0	3,1
0,45×0,02	63,9	17,3	12,5	4,1	17,3	4,0	3,0
0,70×0,02	61,9	15,4	11,8	4,2	15,4	4,0	3,1
0,45×0,05	62,9	16,2	11,0	5,4	16,2	4,3	3,2
2024 г.							
0,15×0,02	56,4	8,6	6,5	1,7	8,6	3,4	2,9
0,30×0,02	60,4	14,2	12,4	2,1	14,2	4,0	3,1
0,45×0,02	63,0	17,0	11,9	5,0	17,0	4,2	3,2
0,70×0,02	63,8	15,2	10,0	4,3	15,2	4,0	3,2
0,45×0,05	62,0	17,2	12,3	5,5	17,2	4,3	3,2

Основным признаком семенной продуктивности является масса семян с растения, за годы исследований этот признак варьировал незначительно в пределах определенной схемы посева. Так, на рисунке представлены данные о массе семян сорта Знахарка нигеллы посевной и сорта Сунічны Водар нигеллы дамасской. Больше количество семян образовалось при посеве широкорядным способом, при норме высева 0,4 млн шт. всхожих семян на 1 га. Данная норма высева является оптимальной при использовании схем посева в питомниках испытания потомств для получения качественного материала.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

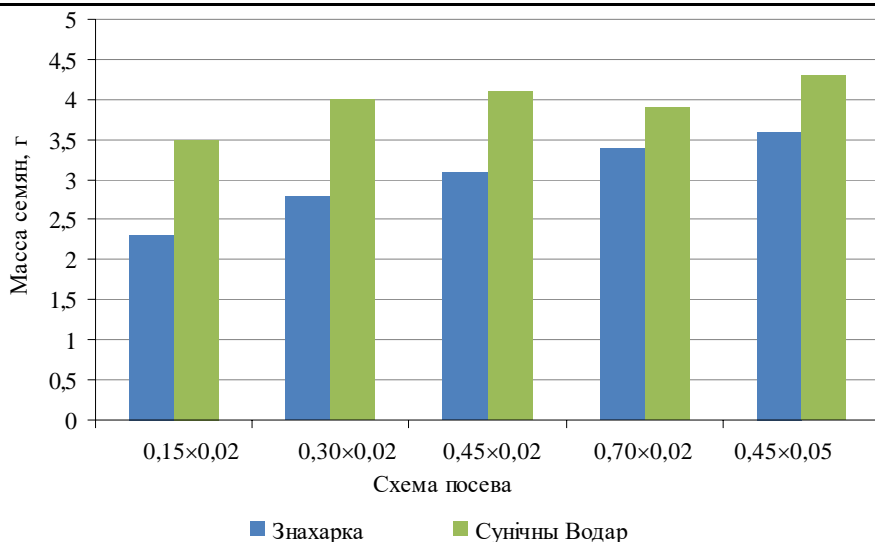


Рисунок – Средняя масса семян с растениями по сортам и схемам посева, 2022–2024 гг.

В таблице 4 представлены данные по выравненности нигеллы по морфометрическим признакам в зависимости от способов посева. Наиболее выравненные признаки – высота растений и масса 1 000 семян (во всех схемах) у сорта Знахарка. Самая высокая нестабильность – у побегов 2-го порядка, особенно при густом посеве 0,15×0,02 м. Оптимальные схемы по стабильности – 0,45×0,02 м и 0,45×0,05 м. Признаки «масса 1 000 семян» и «масса семян с растения» – наилучшие для оценки агротехнических эффектов: стабильные, чувствительные и экономически важные. Для определения различий в архитектуре растения стоит обращать внимание на количество побегов 2-го порядка и высоту растений, но учитывать их высокую дисперсию.

У сорта Сунічны Водар наиболее выравненные признаки: высота растений, масса 1 000 семян, масса семян с растения (особенно при схемах посева 0,45×0,05 м и 0,45×0,02 м). Наименее стабильный признак – количество побегов 2-го порядка ($CV > 20\%$ в большинстве схем). Схема 0,45×0,05 м снова подтверждает высокую выравненность по большинству признаков.

Исходя из полученных результатов исследований, можно сделать вывод, что посев семян с расстоянием в ряду 5 см предоставляет растению большую возможность для развития его семенного потенциала, чем расстояние в 2 см, однако для увеличения коэффициента размножения и предотвращения нерационального использования площади посева расстояние между рядами в 45 см и в ряду 2 см является более рациональным при возделывании нигеллы для получения качественного посевного материала, в особенности в питомниках испытания потомств 1-го и 2-го поколения. Использование же схем посева с расстоянием между рядами в 70 см также возможно при классическом механизированном уходе за растениями с получением качественных семян.

Необходимо отметить, что всхожесть нигеллы посевной и нигеллы дамасской составила 87 и 94 % соответственно при норме высева в 0,4–1,1 млн шт. всхожих семян на 1 га, что отвечает требованиям приложения 7 постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 29 октября 2015 г. № 37 «Об установлении требования к сортовым и посевным качествам семян сельскохозяйственных растений» (табл. 5) [3].

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 4 – Коэффициент вариации и выравненности нителлы по морфометрическим признакам в зависимости от способа посева, среднее за 2022–2024 гг.

Признаки	Обычный рядовой (ширина междурядий 0,15 м)		Рядовой широкорядный (ширина междурядий 0,30 м)		Широкорядный					
	0,45×0,02 м		0,45×0,05 м		0,70×0,02 м					
	CV, %	В, %	CV, %	В, %	CV, %	В, %	CV, %	В, %		
Сорт Знахарка										
Высота растений, см	0,8	99,2	1,2	98,8	2,7	97,3	1,9	98,1	1,7	98,3
Количество побегов, шт.:										
всего	13,2	86,8	6,3	93,7	3,1	96,9	3,1	96,9	4,7	95,3
1-го порядка	16,6	83,4	7,0	93,0	4,2	95,8	5,7	94,3	13,7	86,3
2-го порядка	38,1	61,9	27,3	72,7	13,2	86,8	8,4	91,6	14,8	85,2
Количество листовок, шт.	13,0	87,0	6,1	93,8	2,8	97,2	3,1	96,9	4,7	95,3
Масса семян с растения, г	11,9	88,1	3,6	96,4	1,9	98,0	4,2	95,8	3,9	96,1
Масса 1 000 семян, г	5,1	94,9	2,3	97,7	2,2	97,8	5,1	94,9	3,8	96,2
Сорт Сунічны Водар										
Высота растений, см	1,2	98,8	2,4	97,6	1,1	98,9	2,0	98,0	1,3	98,6
Количество побегов, шт.:										
всего	7,6	92,3	5,4	94,6	1,9	98,1	4,4	95,6	4,1	95,9
1-го порядка	9,4	90,6	6,9	94,0	6,2	93,7	8,3	91,7	11,8	88,2
2-го порядка	22,1	77,9	30,7	69,3	20,3	79,7	3,2	96,8	11,4	88,5
Количество листовок, шт.	10,7	89,3	5,3	94,6	1,8	98,2	4,4	95,6	4,1	95,9
Масса семян с растения, г	3,0	97,0	1,7	98,3	5,5	94,5	1,2	98,8	4,6	95,4
Масса 1 000 семян, г	3,4	96,6	1,4	98,6	2,8	97,2	1,6	98,4	2,3	97,7

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 5 – Всхожесть семян в зависимости от нормы высева, %

Норма высева, млн шт. всхожих семян на 1 га	Сорт Знахарка	Сорт Сунічны Водар
3,3	85	86
1,6	88	88
1,1	87	94
0,4	87	94
0,7	85	90

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам исследований оптимальным способом посева при возделывании видов нигеллы на семенные цели на примере сорта Знахарка нигеллы посевной и сорта Сунічны Водар нигеллы дамасской, которые полноценно развивались и формировали качественные семена, является широкорядный способ (0,45×0,05 м или 0,45×0,02 м) при посеве в питомнике испытания потомств 1-го и 2-го поколения с нормой высева 0,4–1,1 млн шт. всхожих семян на 1 га. Посев семян обычным рядовым (0,15 м) и широкорядным (0,30 и 0,70 м) способами с нормой высева 3,3; 1,6; 0,7 млн шт. всхожих семян на 1 га соответственно можно использовать в питомнике размножения, а также для получения суперэлиты, элиты и репродукций семян. Данные способы посева при совмещении с должным уходом за растениями предоставляют возможность для увеличения коэффициента размножения и получения качественного посевного материала.

Список литературы

1. Бузенков, Г. М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г. М. Бузенков. – М. : Машиностроение, 1976. – 272 с.
2. Исакова, А. Л. Нигелла в Беларуси / А. Л. Исакова, В. Н. Прохоров, А. В. Исаков. – Горки : БГСХА, 2021. – 118 с.
3. Исакова, А. Л. Первичное семеноводство нигеллы (*Nigella L.*) / А. Л. Исакова, А. В. Исаков, Е. В. Костицкая // Вестник БГСХА. – 2025. – № 1. – С. 56–59.
4. Исакова, А. Л. Черный тмин в Беларуси / А. Л. Исакова // Наше сельское хозяйство. – 2020. – №. 17 – С. 48–52.
5. Таранухо, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур / Г. И. Таранухо. – Мн. : Ураджай, 2001. – 314 с.

Поступила в редакцию 24.11.2025 г.

A. L. ISAKOVA

EVALUATION OF SEEDING RATES AND SOWING METHODS OF NIGELLA (*NIGELLA L.*) IN CULTIVATION FOR SEEDS

SUMMARY

One of the key issues in seed production is obtaining high-quality seed material and increasing the multiplication factor. In the Republic of Belarus, the introduction of essential oil and medicinal plants in the context of climate change is currently relevant. The purpose of the work was to identify optimal sowing methods and seeding rates for nigella species when cultivating for seed purposes. As a result of the research, it was established that the optimal method is a wide-row sowing method (0.45 m) in the nursery for testing the progeny of the 1st and 2nd generations with a seeding rate of 0.4–1.1 million viable seeds per 1 ha. Sowing seeds in the usual row (0.15 m) and wide-row (0.30 and 0.70 m) method, with a seeding rate of 3.3; 1.6; 0.7 million pcs. of viable seeds per hectare, respectively, can be used in a propagation nursery, as well as for obtaining super-elite, elite and reproduction seeds.

Key words: variety; seed production; nigella; sowing methods; sowing rates.

УДК 635.21:632.651:519.237.5:631.524.84

М. В. Конопацкая, старший научный сотрудник

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

ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ ИНВАЗИОННОЙ НАГРУЗКИ *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* В ПОЧВЕ НА ВСХОЖЕСТЬ, ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

В результате исследований, проведенных в 2018–2023 гг., выявлено, что зараженность почвы яйцами и личинками золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* (Woll., 1923) Behrens) от 770 до 30 000 шт/100 см³ оказывает существенное влияние на всхожесть, стеблеобразующую способность растений картофеля, а также его продуктивность. Так, с увеличением инвазивной нагрузки глободеры в почве всхожесть растений снижается на 13,2 %, количество продуктивных стеблей – на 1,6 шт/растение, урожайность – на 243,2 ц/га. Выявлено, что плотность популяции глободеры не оказывает существенного влияния на высоту растений картофеля, которая колеблется от 40,3 до 42,8 см. Проведенный корреляционный анализ позволил установить, что между уровнем зараженности почвы яйцами и личинками *G. rostochiensis* и параметрами роста и развития растений картофеля существует обратная корреляционная связь ($r = -0,77$ и $-0,82$).

Ключевые слова: картофель; золотистая картофельная нематода; *Globodera rostochiensis*; всхожесть; высота; количество стеблей; продуктивность; корреляционный анализ.

ВВЕДЕНИЕ

Золотистая картофельная нематода (*Globodera rostochiensis* (Woll., 1923) Behrens) (далее – ЗКН) является узкоспециализированным паразитом и развивается только на пасленовых культурах (картофель, томат, баклажан и др.). Поражает в основном корни растений, реже клубни. Нематода *G. rostochiensis* включена в карантинный список А2 Европейской и средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) и зарегистрирована в странах, входящих в эту организацию, в том числе в Республике Беларусь [1].

Вследствие многообразия условий внешней среды, уровня плодородия почвы, технологических приемов возделывания, сортов картофеля и других факторов размеры недобора урожая от глободероза могут варьировать от 20–30 до 70–80 % [2, 3]. Известно, что при высокой инвазивной нагрузке происходит снижение урожайности картофеля не только у восприимчивых, но и у устойчивых сортов. Так, по данным И. Н. Ананьевой (2005), в условиях Республики Беларусь на инфекционном фоне более 9,5 тыс. личинок/100 см³ почвы потери урожая у восприимчивых сортов Одиссей и Здабытак достигали 85,3 и 83,9 % соответственно, у устойчивых Скарб и Сантэ – 52,6 и 56,9 % соответственно [4].

Исследованиями Е. П. Иешко и др. (1999) установлено, что с увеличением инвазивной нагрузки нематоды количество и вес клубней уменьшаются, однако при заражении картофеля малым количеством нематод снижение числа клубней незначительное, а их масса даже превышает значение контроля. Выявлено также, что корневая

система картофеля при заражении нематодами испытывает угнетение и менее развита по сравнению с контролем. В то же время Е. А. Колесовой (2010) определено, что на восприимчивом сорте Синеглазка урожайность картофеля связана с плотностью популяции ЗКН в почве: при увеличении инвазии глободеры урожайность снижается, а коэффициент корреляции равен $-0,55$. Кроме того, установлено, что потери урожая картофеля сортов Синеглазка и Невский только на 30–32 % зависят от плотности популяции нематоды и на 68–76 % – от степени развития глободероза [5, 6].

У растений, пораженных глободерозом в сильной степени, снижается стеблеобразовательная способность, в результате чего формируется от 1 до 3 стеблей на куст, кроме того, сокращается число клубней, которые к тому же очень мелкие (15–45 г) или могут вовсе не образоваться [3].

Воздействие картофельной цистообразующей нематоды на растение провоцирует водный стресс и преждевременное старение листьев, что, в свою очередь, может привести к тому, что сильно зараженное растение вряд ли обеспечит 100 %-е покрытие почвы из-за уменьшенного полога листьев [7, 8]. В связи с этим в очагах со степенью зараженности свыше 25 цист/100 см³ почвы наблюдается изреженность посадок, что приводит к увеличению их засоренности. Кроме того, в очагах глободероза растения быстрее заселяются колорадским жуком. Такие посадки в первую очередь поражаются альтернариозом и фитофторозом [3].

Известно, что в почве инвазия глободеры распределена крайне неравномерно, а значит, и степень вредоносности нематоды зависит прежде всего от количества живых личинок в почве или степени ее зараженности. В связи с этим цель наших исследований – оценка влияния плотности популяции ЗКН в почве на всхожесть, биометрические показатели роста и развития растений картофеля, а также на продуктивность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили на базе карантинного стационара лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений» в 2018–2023 гг. на сорте картофеля Ласунак (репродукция элита), восприимчивом к ЗКН и являющемся эталонным для такого рода испытаний.

Почва карантинного стационара дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризующаяся следующими показателями: рН – 5,3, содержание гумуса – 2,67 %, P₂O₅ и K₂O – 402,0 и 443,0 мг/кг почвы соответственно. Обработка почвы: осенью – зяблевая вспашка, весной – культивация, нарезка гребней культиватором-гребнеобразователем КГО-3,0. Весной под культивацию ежегодно вносили азотные, фосфорные и калийные удобрения в виде карбамида (90 кг/га д. в.), аммонизированного суперфосфата (90) и хлористого калия (120 кг/га д. в.). Посадка осуществлялась вручную в гребни с шириной междурядий 70 см. Система защиты посадок картофеля от вредных организмов в годы исследований включала внесение гербицидов до всходов картофеля, опрыскивание вегетирующих растений инсектицидами против вредной энтомофауны и фунгицидами против листовых пятнистостей препаратами, разрешенными к применению в Республике Беларусь [9, 10].

В зависимости от года исследования опыты закладывали на 10–15 делянках с различной инвазионной нагрузкой площадью 12 м². Всего за шесть лет было проанализировано 80 делянок.

Плотность популяции нематоды на каждой учетной делянке определяли весной перед посадкой картофеля. Почвенные пробы анализировали флотационно-вороночным

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

методом. В литровый стакан высыпали 100 см^3 просеянной почвы, которую затем заливали водой. Полученную взвесь отстаивали в течение 3–5 мин, после чего верхний слой жидкости со всплывшими цистами и органическими частицами пропускали через фильтр с ячейками размером 200 мкм, вложенный в воронку диаметром 10–15 см. Далее полученный фильтрат просматривали под бинокляром и считали общее количество цист [11–13].

Подсчет жизнеспособных личинок и яиц в цистах проводили следующим образом: все цисты с каждой пробы собирали в капле воды на конце предметного стекла, эту каплю закрывали концом другого предметного стекла и цисты раздавливали между ними. Затем содержимое смывали со стекол в химический стакан, где уровень воды доводили до 10 мл. Взвесь личинок в стакане перемешивали магнитной мешалкой в течение 1–2 мин при скорости вращения 3–5 тыс. оборотов/мин. Для того чтобы разъединить яйца, не прекращая перемешивания, из стакана отбирали мерной пипеткой 10 проб по 0,1 мл каждая, которые помещали на предметные стекла с лункой. Под микроскопом просматривали и подсчитывали выделившиеся из цист яйца и жизнеспособных личинок (выпрямленных, имеющих нормальный тургор тела, а также с хорошо просматривающимися сквозь кутикулу внутренними органами). Подсчитав среднее количество личинок и яиц в 0,1 мл взвеси, рассчитывали их содержание в 10 мл, то есть в каждой пробе [11, 13].

Учет всхожести проводили в фазу полных всходов картофеля, высоты стеблей и стеблеобразующей способности растений – в фазу бутонизации – цветения культуры. Продуктивность и выход клубней картофеля с 1 га определяли путем взвешивания и подсчета их количества с учетной делянки [11, 14].

Для оценки значимости взаимосвязи каждого элемента с плотностью популяции глободеры был проведен корреляционный анализ с вычислением коэффициента корреляции, который позволил выявить факторы, имеющие наиболее тесную связь со степенью заражения почвы *G. rostochiensis*. Для анализа коэффициента корреляции (r) применяли шкалу [15]:

- $r \geq 0,7$ или $r \leq -0,7$ – корреляция тесная;
- $0,5 < r < 0,7$ или $-0,7 < r < -0,5$ – корреляция умеренная;
- $r \leq 0,5$ или $r \geq -0,5$ – корреляция слабая.

Знак при коэффициенте корреляции указывает на направление связи, которая может быть отрицательной или положительной. Так, при положительной корреляции коэффициент (r) будет иметь знак плюс, при отрицательной – минус [15].

Для статистической оценки результатов исследований проводили дисперсионный анализ [15]. Экспериментальные данные обрабатывали, используя пакет прикладных программ Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам весенней фитогельминтологической оценки опытных делянок предпосадочная плотность ЗКН колебалась от 4 до 150 цист/ 100 см^3 почвы, или от 770 до 30 000 яиц и личинок/ 100 см^3 . Анализ распределения цист, а также количества яиц и личинок в них за годы исследований позволил объединить все опытные делянки в 4 группы по степени заражения почвы:

- 1 группа – менее 5 000 яиц и личинок/ 100 см^3 почвы;
- 2 группа – от 5 000 до 10 000 яиц и личинок / 100 см^3 почвы;
- 3 группа – от 10 000 до 20 000 яиц и личинок / 100 см^3 почвы;
- 4 группа – более 20 000 яиц и личинок / 100 см^3 почвы.

Данные о всхожести и густоте стояния растений картофеля свидетельствуют, что с увеличением нематодной инвазии количество растений, взшедших через 30 дней после посадки, достоверно снижается на 13,2 % (табл. 1).

Тесноту связи между рассматриваемыми факторами и плотностью популяции ЗКН позволяет установить корреляционный анализ. При оценке воздействия плотности популяции ЗКН на всхожесть растений картофеля выявлена обратная умеренная связь, коэффициент корреляции равен $-0,66$. Как видим, при начальной инвазивной нагрузке до 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы корреляционная зависимость имеет отрицательное значение, а коэффициент корреляции указывает на умеренную связь между изучаемыми признаками. В то же время, согласно данным корреляционно-регрессионного анализа, при увеличении нематодной инвазии свыше 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы корреляционная зависимость между данными признаками ослабевает, то есть на всхожесть кроме инвазивной нагрузки оказывают влияние физиологический возраст посадочного клубня, гидротермические условия от посадки до всходов и др. [16]. Можно заключить, что при дальнейшем повышении зараженности почвы цистами ЗКН всхожесть растений картофеля не будет сильно снижаться.

Известно, что заражение почвы цистами *G. rostochiensis* приводит к угнетению роста надземных частей растений картофеля [3, 5, 17]. Тем не менее в наших исследованиях при оценке биометрических параметров роста и развития растений в фазу бутонизации – цветения картофеля не выявлено существенных изменений в высоте растений в зависимости от начальной инвазивной нагрузки ЗКН. Установлено, что высота стеблей во всех изучаемых вариантах находилась на одном уровне – от 40,3 до 42,8 см (табл. 1).

Однако в результате оценки количества продуктивных стеблей на куст было отмечено достоверное его снижение в 1,6 раза, что указывает на влияние плотности популяции ЗКН на стеблестой растений картофеля. Так, при уровне заражения почвы до 5 000 яиц и личинок/100 см³ почвы количество стеблей достигает 4,4 шт/растение, а с увеличением инфекционной нагрузки число стеблей снижается и при инфицированности участка свыше 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы не превышает 2,8 шт/растение (табл. 1).

Корреляционный анализ влияния нематодной инвазии на ростовые процессы у растений картофеля показал наличие определенной корреляционной зависимости между плотностью популяции ЗКН и показателями роста и развития растений. Статистическая обработка материалов многолетних наблюдений позволила установить, что начальная инвазивная нагрузка наиболее сильно влияет на стеблестой растений картофеля ($r = -0,82$) и в меньшей степени – на высоту растений ($r = -0,77$). В большинстве случаев характерна обратная корреляция между изучаемыми параметрами. Однако при плотности популяции менее 5 000 яиц и личинок/100 см³ почвы выявляется сильная положительная зависимость между высотой растений и начальной инвазией ($r = 0,72$). Следовательно, можно констатировать, что заражение почвы до определенного количества яиц и личинок глободеры не оказывает отрицательного влияния на интенсивность ростовых процессов, что подтверждается российскими исследователями [17].

Помимо того что зараженность почвы цистами *G. rostochiensis* оказывает воздействие на рост и развитие растений картофеля, увеличение инвазивной нагрузки нематоды сопровождается значительным снижением продуктивности растений. Анализ многолетних данных показал, что начальная инвазия глободеры сильно повлияла на урожайность, которая снизилась в 3 раза и при зараженности участка свыше 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы не превысила 123,8 ц/га, в то время как при минимальной инфицированности до 5 000 яиц и личинок/100 см³ почвы урожайность достигла 367,0 ц/га (табл. 2).

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 1 – Влияние плотности популяции ЗКН на выходность и биометрические параметры роста и развития растений картофеля (карантинный стационар РУП «Институт защиты растений», сорт Ласунак, 2018–2023 гг.)

Степень заражения почвы (яиц и личинок/100 см ³)	Выходность, %		Высота, см		Количество стеблей, шт/растение	
	Средняя, ± ошибка	Коэффициент корреляции (r)	Средняя, ± ошибка	Коэффициент корреляции (r)	Средняя, ± ошибка	Коэффициент корреляции (r)
< 5 000	99,1±1,3	-0,65	40,4±1,9	0,72	4,4±0,2	-0,90
5 000–10 000	93,1±6,5	-0,48	41,3±0,5	-0,44	3,6±0,4	-0,65
10 000–20 000	90,4±1,9	-0,55	40,3±2,7	-0,45	3,3±0,9	-0,96
> 20 000	85,9±6,9	-0,18	42,8±2,0	-0,61	2,8±0,1	-1,00
Всего	–	-0,66	–	-0,77	–	-0,82
НСР ₀₅	6,6	–	3,6	–	1,1	–

Таблица 2 – Влияние плотности популяции ЗКН на продуктивность растений картофеля (карантинный стационар РУП «Институт защиты растений», сорт Ласунак, 2018–2023 гг.)

Степень заражения почвы (яиц и личинок/100 см ³)	Урожайность, ц/га		Количество клубней, тыс. шт/га	
	Средняя, ± ошибка	Коэффициент корреляции (r)	Средняя, ± ошибка	Коэффициент корреляции (r)
< 5 000	367,0±35,8	-0,79	330,4±39,0	-0,80
5 000–10 000	264,6±47,6	-0,85	306,5±38,0	-0,81
10 000–20 000	161,6±25,4	-0,71	265,9±49,8	-0,34
> 20 000	123,8±13,3	-0,73	215,3±37,4	-0,20
Всего	–	-0,88	–	-0,73
НСР ₀₅	88,7	–	52,3	–

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что при увеличении исходной степени заражения почвы урожайность клубней картофеля достоверно снижается на 102,5–243,2 ц/га относительно минимальной нагрузки глободеры. Однако при высокой инфицированности почвы цистами ЗКН (более 10 000 яиц и личинок/100 см³) понижение продуктивности картофеля уже не существенное и составляет только 37,8 ц/га.

При оценке влияния уровня плотности популяции ЗКН на выход количества клубней с гектара установлена та же закономерность, что по урожайности. Определена существенная разница в формировании клубней между вариантами с минимальной и максимальной степенью зараженности почвы цистами глободеры, которая составила 115,1 тыс. шт/га. В то же время статистическая обработка данных показала, что между смежными вариантами отсутствуют достоверные отличия в выходе общего количества клубней картофеля с гектара. Так, различия между этими вариантами не превышали показатель НСР₀₅ (52,3 тыс. шт/га) и варьировали от 23,8 до 50,6 тыс. шт/га.

Отмеченные выше изменения подтвердились результатами корреляционного анализа. При этом установлено более сильное влияние плотности популяции ЗКН на урожайность клубней картофеля ($r = -0,88$), чем на выход количества клубней ($r = -0,73$). Корреляционный анализ показал, что на урожайность оказывает влияние даже невысокая нагрузка глободеры, поскольку коэффициент корреляции во всех вариантах превышает 0,7. В то же время при увеличении исходной плотности популяции корреляционная связь между плотностью и количеством клубней уменьшается, что может быть связано с воздействием сопутствующих факторов, например, снижением подземной массы корней, количества столонов и облиственных стеблей [5, 18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что на всхожесть растений картофеля наибольшее влияние оказывает плотность популяции ЗКН. Так, с увеличением нематодной нагрузки с 5 000 до 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы всхожесть растений снижается с 99,1 до 85,9 %. Определено, что при оценке воздействия рассматриваемых факторов выявлена обратная умеренная связь между всхожестью и начальной инвазивной нагрузкой глободеры.

Отмечена взаимосвязь между плотностью популяции ЗКН и биометрическими показателями роста и развития растений картофеля. Так, при повышении инвазии снижается количество стеблей на растение картофеля, в то время как их высота изменяется незначительно. Невысокая степень зараженности почвы цистами нематоды не оказывает отрицательного воздействия на рост стеблей картофеля.

Определено, что плотность популяции ЗКН влияет на урожайность картофеля и выход клубней с 1 га. При увеличении инвазивной нагрузки продуктивность растений снижается в 3,0 раза, а количество клубней – в 1,5 раза. При зараженности почвы более чем 20 000 яиц и личинок/100 см³ количество клубней не зависит от начальной степени зараженности почвы цистами ЗКН.

Таким образом, плотность популяции ЗКН в почве оказывает в большинстве случаев отрицательное влияние на всхожесть, биометрические показатели роста и развития растений картофеля, а также на продуктивность.

Список литературы

1. EPPO A1: List of pests recommended for regulation as quarantine pests (version 2025-09) // The European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). – URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A1_list (date of access: 11.02.2021).

2. Бондарь, Л. В. Дифференцированный подход к использованию нематодоустойчивых сортов картофеля в борьбе с картофельной нематодой / Л. В. Бондарь, Р. М. Гладкая // Защита растений : сб. науч. тр. / Белорусский НИИ защиты растений ; редкол.: В. Ф. Самарсов (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 1989. – Вып. 14. – С. 7–13.
3. Митюшев, И. М. Золотистая картофельная нематода (литературный обзор) / И. М. Митюшев. – URL: <https://globodera.narod.ru/> (дата обращения: 23.10.2023).
4. Ананьева, И. Н. Видовая идентификация, патотипический состав *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens и устойчивость картофеля к глободерозу : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Ананьева Ирина Николаевна ; Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – пос. Прилуки, Минский р-н, 2005. – 20 с.
5. Иешко, Е. П. Экспериментальное изучение популяционных аспектов взаимодействия хозяина и паразита на примере картофеля – золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* / Е. П. Иешко, Е. М. Матвеева, Л. И. Груздева // Паразитология. – 1999. – № 4 (33). – С. 340–349.
6. Колесова, Е. А. Разработка методов прогнозирования глободероза картофеля и использование нематодоустойчивых сортов в борьбе с ним : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01, 06.01.07 / Колесова Елена Алексеевна ; ФГОУ ВПО РГАЗУ. – М., 2010. – 26 с.
7. Rowe, J. *Globodera rostochiensis* (yellow potato cyst nematode) / J. Rowe // CABI Digital Library. – URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.27034> (date of access: 08.02.2025).
8. Potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* / J. A. Price, D. Coyne, V. C. Blok, J. T. Jones // Molecular Plant Pathology. – 2021. – № 22 (5). – С. 495–507. – URL: https://www.researchgate.net/publication/350017275_Potato_cyst_nematodes_Globodera_rostochiensis_and_G_pallida (date of access: 08.02.2025).
9. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений ; сост.: А. В. Пискун, О. А. Хвалей, Т. И. Гололоб [и др.]. – Мн. : Промкомплекс, 2017. – 688 с.
10. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений ; сост.: А. В. Пискун, О. А. Хвалей, С. А. Яблонская [и др.]. – Мн. : Промкомплекс, 2020. – 742 с.
11. Методические указания по проведению регистрационных испытаний нематод для защиты картофеля от стеблевой (*Ditylenchus* spp.) и цистообразующих (*Globodera* spp.) нематод / М. В. Конопацкая, Г. М. Середа, В. И. Халаева [и др.] ; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Мн. : Колорград, 2020. – 19 с.
12. Матвеева, М. А. Методические указания по выявлению цист картофельной нематоды в растительных материалах и в почве / М. А. Матвеева, Т. Н. Якубович, Л. С. Дроздов. – М. : Колос, 1972. – 16 с.
13. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens) и бледной картофельной нематоды (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) / А. В. Пискун, Т. В. Ерчик, А. Т. Мартынович [и др.] ; Ин-т защиты растений. – Мн., 2017. – 24 с.
14. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / ВНИИ картоф. хоз-ва ; сост.: А. С. Воловик, Л. Н. Трофимец, А. Б. Долягин, В. М. Глез. – М. : Россельхозакадемия, 1995. – 108 с.

15. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Мн. : Выш. шк., 1967. – 328 с.

16. Картофель / Д. Шпаар, Д. Дрегер, В. Г. Иванюк [и др.]; под ред. Д. Шпаара. – Мн. : ФУАинформ, 1999. – 272 с.

17. Физиология глободерорезистентности картофеля / Г. И. Соловьева, Е. В. Потаевич, А. П. Богданова [и др.]. – Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1989. – 134 с.

18. Шестеперов, А. А. Влияние ЗКН на развитие глободероза картофеля / А. А. Шестеперов, Е. А. Лукьянова, А. А. Бондарев // ГлавАгроном. – URL: <https://glavagronom.ru/articles/Vliyanie-ZKN-na-razvitie-globoderoza-kartofelya> (дата обращения: 08.02.2024).

Поступила в редакцию 03.12.2025 г.

M. V. KONOPATSKAYA

**THE INFLUENCE OF THE INITIAL INVASIVE LOAD
OF *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* IN THE SOIL
ON THE GERMINATION, GROWTH AND DEVELOPMENT
INDICATORS OF POTATO PLANTS**

SUMMARY

*As a result of the conducted research in 2018–2023, it was revealed that the contamination of the soil with eggs and larvae of the golden potato nematode (*Globodera rostochiensis* (Woll., 1923) Behrens), from 770 to 30 000 pieces per 100 cm³, has a significant effect on the germination, stem-forming ability of potato plants, as well as its productivity. Thus, with an increase in the invasive load of *Globodera* in the soil, plant germination decreases by 13.2 %, the number of productive stems – by 1.6 pcs./plant, and the yield – by 243.2 c/ha. It was found that the population density of *Globodera* does not have a significant effect on the height of potato plants, which fluctuates from 40.3 to 42.8 cm. The conducted correlation analysis allowed us to establish that there is an inverse correlation between the level of soil infestation with eggs and larvae of *G. rostochiensis* and the parameters of growth and development of potato plants ($r = -0.77$ and -0.82).*

Key words: potato; golden potato nematode; *Globodera rostochiensis*; germination; height; number of stems; productivity; correlation analysis.

УДК 635.262:631.53.01

Н. П. Купреенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий отделом холодостойких овощных культур

В. В. Корецкий, заведующий сектором луковых культур

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

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЧЕСНОКА ЯРОВОГО

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты изучения влияния способов хранения посадочного материала чеснока ярового на фенологические фазы развития, биометрические показатели и урожайность в условиях Беларуси.

Установлено, что рост, развитие и продуктивность растений чеснока ярового существенно зависят от температурного режима хранения луковиц и массы посадочных зубков. Хранение чеснока ярового при сменном режиме температур (с теплого на холодный) независимо от сорта обеспечивает прибавку урожайности в зависимости от крупности зубков на 48,6–76,7 %.

Использование в качестве посадочного материала зубков мелкой фракции, хранившихся холодным способом, нецелесообразно, поскольку ведет к значительному снижению урожайности и товарности луковиц.

Ключевые слова: чеснок яровой; посадочный материал; режимы хранения; фенологические фазы; биометрические показатели; урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Чеснок – одна из древнейших овощных культур. Благодаря своим уникальным свойствам – специфическому вкусу и остроте, биохимическому и минеральному составу, большой фитонцидной активности, широкому использованию в фармацевтической, пищевой и перерабатывающей промышленности, медицине, ветеринарии и косметологии, способности к длительному хранению в свежем виде – он по праву занимает ведущее место среди пряно-вкусовых овощных культур [1].

В последнее десятилетие ежегодные объемы производства чеснока в мире неуклонно увеличиваются, однако спрос на него значительно опережает предложение, даже несмотря на рост цен. В то же время в нашей стране объемы его выращивания существенно сократились, потребность населения республики в чесноке удовлетворяется в основном за счет импорта и выращивания на приусадебных участках [2]. Одной из основных причин такой ситуации является низкая рентабельность производства чеснока на промышленной основе вследствие снижения урожайности озимых форм из-за складывающихся в последние годы экстремальных условий для перезимовки.

В связи с этим вызывает интерес выращивание в сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах яровой формы чеснока [1]. Несмотря на то что этот вид чеснока уступает озимому по урожайности, массе луковиц и зубков, он имеет ряд преимуществ: в первую очередь более длительный период покоя и способность сохранять

потребительские качества до нового урожая за счет более высокой водоудерживающей способности коллоидов ярового чеснока [3].

Продуктивность растений чеснока как вегетативно размножаемой культуры в большой степени зависит от качества посадочного материала и условий его хранения. Режим хранения посадочного материала чеснока ярового оказывает существенное влияние на отрастание зубков, габитус и продуктивность растений, сохраняемость луковиц, число кроющих чешуй и зубков в луковице, а также на массу зубка: чем выше показатель температуры в хранилище, тем лучше урожай с такого посадочного материала будет получен в первую очередь за счет увеличения периода вегетации. Ряд исследователей указывает, что хранение посадочного материала чеснока ярового в течение 4–5 месяцев при температуре 16–18 °С увеличивает вегетационный период на 2–4 недели [4, 5]. В то же время с повышением температуры увеличивается потеря массы луковиц. Хранение чеснока при температуре от 6 до 10 °С приводит к естественной убыли массы за весь период хранения от 10 до 15 % [4]. При хранении посадочного материала чеснока ярового при температуре 2–5 °С получают более ранний, но невысокий урожай [5].

Масса посадочного зубка оказывает большее влияние на урожайность семенного чеснока по сравнению с такими факторами, как режим хранения, масса маточной луковицы и местоположение зубков в луковице. При посадке крупными зубками массой не менее 2 г урожайность, масса луковицы и выход посадочного материала выше, чем при использовании мелкой фракции зубков [6].

Крупные зубки массой 1,9 г внутреннего местоположения несколько уступают по урожайности аналогичным по массе зубкам внешнего расположения. Однако в целом их урожайные качества достаточно высокие. Посадка мелкими зубками массой 1,3 г различного местоположения дает одинаковый по урожайности результат [7].

В связи с вышеизложенным нами была поставлена цель изучить влияние способов хранения чеснока ярового и качества посадочного материала на урожайность при выращивании в условиях республики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2024–2025 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодородию почвы». Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризуется следующими показателями: pH_{KCl} – 6,2, содержание гумуса – 2,1–2,4 %, подвижных форм P_2O_5 и K_2O – 248 и 152 мг/кг почвы соответственно.

Объектами исследований являлись сорта чеснока ярового Лагодны и Ярвинит.

Предмет исследований – фенологические и морфологические признаки растений чеснока, урожайность и качество продукции. Материалом для изучения служили растения и луковицы чеснока.

Для посадки использовались зубки только наружного диаметра трех фракций: 1 группа – 2,0–2,5 см, 2,7–3,2 г; 2 группа – 1,5–1,8 см, 2,0–2,5 г; 3 группа – 1,0–1,3 см и 1,2–1,5 г.

Хранение посадочного материала осуществлялось двумя способами – холодным и сменным (с теплого на холодный режим). При холодном способе луковицы чеснока ярового сортов Лагодны и Ярвинит хранились при температуре 0–6 °С с 15 октября до 15 апреля, при сменном – в период с 15 октября до 15 марта температура в хранилище поддерживалась на уровне 16–18 °С, а в последующем до посадки в поле 2–5 °С.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Для проведения исследований был заложен полевой опыт в 4-кратной повторности по следующим вариантам:

тепло-холодное хранение (тх)	холодное хранение (хх)
Лагодны 1 тх	Лагодны 1 хх
Лагодны 2 тх	Лагодны 2 хх
Лагодны 3 тх	Лагодны 3 хх
Ярвинит 1 тх	Ярвинит 1 хх
Ярвинит 2 тх	Ярвинит 2 хх
Ярвинит 3 тх	Ярвинит 3 хх

Агротехника выращивания чеснока общепринятая для лабораторно-полевых опытов, с использованием капельного полива.

Наблюдения и учеты проводились согласно существующим методикам полевого опыта Б. А. Доспехова и С. С. Литвинова [8, 9].

Статистическая обработка полученных в результате исследований данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову с использованием системы STATISTICA10.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В период хранения посадочного материала чеснока ярового ежемесячно проводился учет потери массы луковиц (табл. 1).

В результате проведенной оценки установлено, что потери массы луковиц (с учетом больных луковиц) в меньшей степени зависят от размера луковиц и в значительной мере – от способа хранения. Так, разница потерь у луковиц 1 и 2 класса при теплом хранении составила 0,4 % у сорта Ярвинит и 1,1 % у сорта Лагодны, а при холодном – 0,3 и 0,6 % соответственно. При сравнении способов хранения потери массы значительно больше: по сорту Ярвинит при теплом хранении она составила на 4,7 и 4,6 %, по сорту Лагодны – на 4,2 и 3,7 % соответственно больше, чем при холодном хранении.

Проведенные фенологические наблюдения показали, что способы хранения посадочного материала существенно влияют на рост и развитие растений чеснока ярового (табл. 2). Так, всходы у зубков, хранившихся холодным способом, появились на 2–3 дня раньше, чем у хранившихся сменным способом. Такая же тенденция наблюдалась и при прохождении этапов развития до фазы 5–6 листьев, однако фаза образования 8–9 листьев (этап 19 органогенеза по шкале ВВСН) у растений из зубков, хранившихся сменным способом, наступила на 4–5 дней раньше, чем при холодном способе хранения.

Таблица 1 – Результаты учета убыли массы луковиц чеснока ярового при хранении, кг

Образец	16.11	16.12	15.01	17.02	17.03	01.04	Потери – всего	
							кг	%
Ярвинит 1 класс, тх	3,50	3,42	3,35	3,24	2,98	2,94	0,56	16,1
Лагодны 1 класс, тх	3,50	3,36	3,28	3,14	2,92	2,91	0,59	16,8
Ярвинит 2 класс, тх	3,50	3,39	3,3	3,17	2,96	2,95	0,55	15,7
Лагодны 2 класс, тх	3,50	3,35	3,27	3,15	2,96	2,95	0,55	15,7
Ярвинит 1 класс, хх	3,50	3,44	3,40	3,34	3,26	3,10	0,40	11,4
Лагодны 1 класс, хх	3,50	3,44	3,36	3,22	3,14	3,06	0,44	12,6
Ярвинит 2 класс, хх	3,50	3,46	3,42	3,37	3,26	3,11	0,39	11,1
Лагодны 2 класс, хх	3,50	3,47	3,42	3,34	3,24	3,08	0,42	12,0

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 2 – Результаты фенологических наблюдений за ростом и развитием растений чеснока ярового, 2025 г.

Вариант	Этапы органогенеза по шкале ВВСН							
	05	09	12	15	19	41	45	49
Лагодны 1 тх	24.04	02.05	16.05	30.05	18.06	13.07	01.08	12.08
Лагодны 2 тх	24.04	02.05	19.05	02.06	20.06	15.07	28.07	09.08
Лагодны 3 тх	26.04	05.05	19.05	05.06	24.06	15.07	25.07	05.08
Ярвинит 1 тх	24.04	01.05	13.05	30.05	18.06	11.07	28.07	10.08
Ярвинит 2 тх	24.04	01.05	14.05	30.05	20.06	11.07	26.07	08.08
Ярвинит 3 тх	02.05	01.05	17.05	03.06	25.06	9.07	21.07	01.08
Лагодны 1 хх	22.04	28.04	11.05	27.05	22.06	11.07	18.07	25.07
Лагодны 2 хх	22.04	30.04	13.05	29.05	25.06	11.07	18.07	23.07
Лагодны 3 хх	23.04	30.04	13.05	02.06	29.06	07.07	11.07	18.07
Ярвинит 1 хх	21.04	28.04	10.05	27.05	21.06	07.07	15.07	23.07
Ярвинит 2 хх	22.04	28.04	12.05	27.05	25.06	07.07	15.07	20.07
Ярвинит 3 хх	22.04	30.04	13.05	30.05	01.07	05.07	09.07	16.07

В дальнейшем начало формирования луковиц у чеснока ярового, хранившегося при температуре 0–6 °С, в зависимости от размера зубков, наступило на 2–8 дней раньше. Луковицы достигли 50 %-го размера (этап 45 по шкале ВВСН) на 11–14 дней раньше как у сорта Ярвинит, так и у сорта Лагодны. Прекращение периода вегетации и вызревание луковиц у обоих сортов при хранении луковиц холодным способом произошло на 13–18 дней раньше.

Что касается влияния размера посадочного материала на рост и развитие растений чеснока ярового, следует отметить, что мелкий посадочный материал существенно повлиял на прохождение этапов органогенеза. Посадка зубками массой 1,2–1,5 г сократила период вегетации на неделю и привела к формированию мелких луковиц.

Способы хранения и размер посадочного материала чеснока ярового также влияют на габитус растений и их продуктивность. Биометрические измерения проведены на трех этапах органогенеза – формирование 5, 7 и 9 листьев (этапы 15, 17 и 19 по шкале ВВСН).

Как показали фенологические наблюдения 29 мая, фаза роста и развития 4–5 листьев у чеснока, посаженного зубками, хранившимися холодным способом, наступила несколько раньше и биометрические показатели были также выше по всем трем группам зубков (табл. 3). Так, высота растений у сорта Лагодны превышала на 7–10 см, Таблица 3 – Биометрические показатели чеснока ярового на 29 мая, среднее за 2024–2025 гг.

Образец	Высота растений, см	Ширина листа, см	Длина листа, см	Количество листьев, шт.	Диаметр стебля, см	Высота ложного стебля, см	Густота, тыс. шт/га
Лагодны 1 тх	29,0	0,9	24,0	5,0	0,5	6,0	288,0
Лагодны 2 тх	28,0	0,8	21,0	5,0	0,5	5,0	360,0
Лагодны 3 тх	26,0	0,7	19,0	4,0	0,4	5,0	394,0
Ярвинит 1 тх	30,0	1,0	22,0	6,0	0,8	7,0	288,0
Ярвинит 2 тх	28,0	0,8	21,0	5,0	0,6	5,0	356,0
Ярвинит 3 тх	26,0	0,7	19,0	4,0	0,4	5,0	390,0
Лагодны 1 хх	39,0	1,0	35,0	6,0	0,9	8,0	286,0
Лагодны 2 хх	37,5	0,8	29,0	5,0	0,7	7,0	358,0
Лагодны 3 хх	33,0	0,7	25,0	5,0	0,7	7,0	390,0
Ярвинит 1 хх	39,5	1,0	34,0	6,0	0,9	7,5	286,0
Ярвинит 2 хх	38,0	0,8	30,0	5,0	0,7	7,0	354,0
Ярвинит 3 хх	34,5	0,8	24,0	5,0	0,6	6,5	393,0
НСР ₀₅	0,98	0,1	1,47	–	0,09	0,56	–

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

у сорта Ярвинит на 8,5–10,0 см, длина листа на 6–11 и 5–12 см соответственно. Такая же закономерность наблюдалась по диаметру ложного стебля и его высоте. В то же время ширина листа растений отличалась несущественно.

Биометрические измерения, проведенные 26 июня (этап 17 по шкале ВВСН) показали, что уже в этот период растения чеснока сменного способа хранения опережают по габитусу растения при холодном способе (табл. 4).

На этот период высота растений у сорта Лагодны по группам составила 58,6; 54,0 и 53,8 см соответственно, тогда как при холодном способе – 53,0; 49,2 и 46,4 см, что на 9,6; 8,9 и 13,8 % ниже. Такая же тенденция по длине и ширине листа, высоте ложного стебля и его толщине. Аналогичная ситуация и по сорту Ярвинит. Следует также отметить, что на величину биометрических показателей оказал влияние размер посадочного материала: чем крупнее были высажены зубки, тем мощнее выглядели растения. Например, у сорта Ярвинит 1тх высота растений и ложного стебля составила 53,2 и 23,0 см, а у Ярвинит 3тх – 49,8 и 20,0 см, или на 6,4 и 13,0 % меньше.

На момент полегания ложного стебля чеснока ярового при холодном способе хранения были проведены окончательные биометрические измерения, которые показали, что на этот период более мощные растения сформировались у чеснока, посаженного зубками, хранившимся сменным способом, которые продолжали вегетировать и сформировали луковицу на 50 % (табл. 5). Причем у сорта Лагодны габитус растений был значительно мощнее, чем у сорта Ярвинит, тогда как в начальный период вегетации он был несколько меньше.

В конце первой декады июля высота растений сорта Лагодны 1тх составляла 62,8 см, тогда как у Лагодны 1хх – 55,0 см, что на 12,4 % меньше. Примерно такая же разница (11,1 %) наблюдается и у сорта Ярвинит.

В целом растения чеснока, выращенные из зубков, хранившихся сменным способом, всех групп посадочного материала превосходили по основным параметрам, влияющим на продуктивность, растения, выращенные из посадочного материала, хранившегося холодным способом. Так, высота растений была в среднем больше на 9,3 см (18,3 %) по сорту Лагодны и на 4,3 см (8,6 %) по сорту Ярвинит. У растений, посадочный материал которых хранился сменным способом, длина листа по сортам превосходила на 17,7 и 19,1 % соответственно, а его ширина – на 38,2 % у сорта Лагодны

Таблица 4 – Результаты биометрических измерений чеснока ярового на 26 июня, среднее за 2024–2025 гг.

Образец	Высота растений, см	Ширина листа, см	Длина листа, см	Количество листьев, шт.	Диаметр стебля, см	Высота ложного стебля, см	Густота, тыс. шт/га
Лагодны 1 тх	58,6	1,5	42,0	7,8	1,0	25,4	286,0
Лагодны 2 тх	54,0	1,4	39,8	7,2	1,0	22,8	357,0
Лагодны 3 тх	53,8	1,4	39,2	7,2	0,9	21,8	392,0
Ярвинит 1 тх	53,2	1,6	41,4	7,8	1,0	23,0	286,0
Ярвинит 2 тх	52,8	1,4	40,8	7,2	1,0	20,4	355,0
Ярвинит 3 тх	49,8	1,1	36,0	6,8	0,8	20,0	388,0
Лагодны 1 хх	53,0	1,2	37,0	7,4	0,9	18,0	284,0
Лагодны 2 хх	49,2	1,0	35,8	7,2	0,8	17,0	356,0
Лагодны 3 хх	46,4	0,8	30,6	7,0	0,8	16,5	386,0
Ярвинит 1 хх	50,2	1,0	33,8	7,4	1,0	18,2	284,0
Ярвинит 2 хх	49,8	1,0	33,6	7,0	0,8	17,2	353,0
Ярвинит 3 хх	46,8	1,0	32,4	6,8	0,7	16,6	390,0
НСР ₀₅	1,26	0,1	1,17	–	0,1	1,18	–

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 5 – Биометрические показатели чеснока ярового на 9 июля, среднее за 2024–2025 гг.

Образец	Высота растений, см	Ширина листа, см	Длина листа, см	Количество листьев, шт.	Диаметр стебля, см	Высота ложного стебля, см	Густота, тыс. шт/га
Лагодны 1 тх	62,8	1,8	43,4	8,4	1,2	28,4	284,0
Лагодны 2 тх	61,8	1,7	42,2	8,2	1,1	27,2	354,0
Лагодны 3 тх	58,0	1,6	39,8	8,0	1,0	26,8	390,0
Ярвинит 1 тх	57,8	1,7	42,6	8,2	1,1	26,0	285,0
Ярвинит 2 тх	54,4	1,5	41,5	8,0	1,1	25,0	353,0
Ярвинит 3 тх	51,0	1,3	37,4	7,4	1,0	23,8	384,0
Лагодны 1 хх	55,0	1,5	37,8	7,6	1,0	25,6	282,0
Лагодны 2 хх	51,6	1,2	36,6	7,3	1,0	23,6	352,0
Лагодны 3 хх	48,0	1,0	32,0	7,2	0,9	22,2	383,0
Ярвинит 1 хх	51,4	1,2	34,6	7,6	1,0	25,4	282,0
Ярвинит 2 хх	50,4	1,1	34,4	7,2	1,0	23,2	350,0
Ярвинит 3 хх	48,4	1,0	33,0	7,0	0,9	22,2	387,0
НСР ₀₅	1,88	0,14	1,57	–	0,14	1,48	–

и на 36,4 % у сорта Ярвинит. Высота ложного стебля была больше на 3,7 и 1,3 см, а его диаметр на 10 %.

Результаты биометрических измерений свидетельствуют, что сорт Лагодны более чувствительный к изменению режимов хранения посадочного материала, чем сорт Ярвинит.

Анализ урожая, проведенный после сушки и доработки, показал, что способы хранения посадочного материала и его размер существенно влияют на урожайность и качество продукции (табл. 6). Средняя урожайность чеснока ярового при хранении посадочного материала сменным способом превосходит варианты холодного способа хранения на 3,28 т/га, или 56,4 %. Такая же тенденция отмечена и по товарности луковиц, которая у сорта Лагодны варианта 1 тх составила 92,0 %, у сорта Ярвинит – 91,5 %. При холодном способе хранения этот показатель составил 80,0 и 74,0 % соответственно.

Таблица 6 – Результаты оценки продуктивности чеснока ярового, среднее за 2024–2025 гг.

Образец	Средняя масса луковицы, г	Урожайность, т/га	Прибавка к средней по варианту		Товарность, %	Густота, тыс. шт/га
			т/га	%		
Лагодны 1 тх	37,7	10,7	1,6	17,6	92,0	284,0
Лагодны 2 тх	26,0	9,2	0,1	1,1	81,5	354,0
Лагодны 3 тх	19,7	7,7	-1,4	-15,4	52,4	390,0
Ярвинит 1 тх	36,5	10,4	1,3	14,3	91,5	285,0
Ярвинит 2 тх	25,5	9,0	-0,1	-1,1	82,0	353,0
Ярвинит 3 тх	19,8	7,6	-1,5	-16,5	52,5	384,0
Средняя по варианту	–	9,1	–	–	–	–
НСР ₀₅	1,41	0,49	–	–	–	–
Лагодны 1 хх	25,5	7,2	1,38	23,7	80,0	282,0
Лагодны 2 хх	17,0	6,0	0,08	1,4	51,0	352,0
Лагодны 3 хх	11,5	4,4	-1,42	-24,4	28,5	383,0
Ярвинит 1 хх	24,8	7,0	1,18	20,3	74,0	282,0
Ярвинит 2 хх	17,1	6,0	0,08	1,4	52,0	350,0
Ярвинит 3 хх	11,1	4,3	-1,52	-26,1	28,0	387,0
Средняя по варианту	–	5,82	–	–	–	–
НСР ₀₅	1,81	0,37	–	–	–	–

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

Наиболее высокая урожайность в опыте получена у обоих сортов при посадке крупными зубками сменного способа хранения – у сорта Лагодны 10,7 т/га, Ярвинит – 10,4 т/га. Самая низкая урожайность чеснока наблюдалась по вариантам холодного способа хранения посадочного материала 3 группы. У сорта Лагодны она составила 4,4 т/га, у сорта Ярвинит – 4,3 т/га. При этом товарность луковиц была критически низкая – 28,5–28,0 %.

Способы хранения посадочного материала ярового чеснока и его размер существенно повлияли и на среднюю массу луковиц. При сменном способе она составила по 1 группе обоих сортов 37,7 и 36,5 г, тогда как при холодном способе хранения – 25,5 и 24,8 г соответственно у сорта Лагодны и Ярвинит.

Результаты оценки урожая показали, что использование для посадки ярового чеснока зубков массой 1,2–1,5 г, хранившихся при температуре 0–6 °С, нецелесообразно из-за слабой урожайности и крайне низкой товарности луковиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований использования двух способов хранения посадочного материала различной массы луковиц установлено, что рост, развитие и продуктивность растений чеснока ярового существенно зависят от температурного режима хранения луковиц и массы посадочных зубков.

Размер посадочного материала чеснока ярового и способы его хранения существенно влияют как на срок прохождения этапов органогенеза, так и на биометрические показатели растений. До фазы 2–4 настоящих листьев растения, выращиваемые из зубков, хранившихся холодным способом, опережают в росте и развитии растения, посадочный материал которых хранился сменным способом. В дальнейшем развитие растений сменного способа хранения идет быстрее, у них формируется более мощный габитус растений и существенно увеличивается период вегетации.

Хранение чеснока ярового при сменном режиме температур (с теплого на холодный) независимо от сорта обеспечивает прибавку урожайности в зависимости от крупности зубков на 48,6–76,7 %.

Использование в качестве посадочного материала зубков мелкой фракции, хранившихся холодным способом, нецелесообразно, поскольку ведет к значительному снижению урожайности и товарности луковиц.

Список литературы

1. Купреенко, Н. П. Результаты селекционной работы с яровой формой чеснока в условиях Беларуси / Н. П. Купреенко, В. В. Корецкий // Картофелеводство и овощеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2023. – Т. 1. – С. 36–42.
2. Попков, В. А. Чеснок: биология, технология, экономика / В. А. Попков. – Мн. : Наша идея, 2012. – 768 с.
3. Алексеева, М. В. Культурные луки / М. В. Алексеева. – М. : Сельхозгиз, 1960. – 303 с.
4. Герасимова, Л. И. Изучение биологических особенностей ярового чеснока в целях его семеноводства в Центральной Нечерноземной зоне : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Герасимова Любовь Ивановна ; Всесоюз. науч.-исслед. Ин-т селекции и семеноводства овощ. культур. – М., 1984. – 21 с.
5. Алексеева, М. В. К вопросу об изучении всхожести и энергии отрастания чеснока / М. В. Алексеева, Л. Т. Соловей // Тр. Всесоюз. с.-х. ин-та заочного образования. – М., 1971. – С. 177–182.

6. Акаев, П. П. Влияние размера посадочного материала на урожайность чеснока / П. П. Акаев // Тр. Дагестанского с.-х. ин-та. – Кировобад, 1979. – С. 3–4.

7. Боровикова, Г. Я. Особенности агротехники для механизированного производства ярового чеснока : автореф. дис.... канд. с.-х. наук : 06.01.06 / Боровикова Галина Яковлевна ; Науч.-исслед. ин-т овощ. хоз-ва. – М., 1984. – 21 с.

8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

9. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М. : Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства, 2011. – 648 с.

Поступила в редакцию 01.12.2025 г.

N. P. KUPREENKO, V. V. KORETSKIY

THE INFLUENCE OF STORING PLANTING MATERIAL METHODS ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF SPRING GARLIC

SUMMARY

The results of a study on the effect of storage conditions of spring garlic planting material on the phenological phases of development, biometric indicators and yield in the conditions of Belarus are presented.

It has been established that the growth, development, and productivity of spring garlic plants are significantly dependent on the bulb storage temperature and the weight of the planting cloves. Storing spring garlic in alternating warm and cold temperatures, regardless of variety, increases yield by 48.6–76.7 %, depending on clove size.

Using cold stored small fraction cloves as planting material is impractical, as it leads to a significant reduction in the yield and marketability of the bulbs.

Key words: spring garlic; planting material; storage conditions; phenological phases; biometric indicators; yield.

УДК 635.21.632.3.07

А. В. Поделёшкин, младший научный сотрудник

О. В. Соловей, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий лабораторией иммунодиагностики картофеля

Е. С. Досина-Дубешко, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, ученый секретарь

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ФИТОПАТОГЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА

РЕЗЮМЕ

*Приведены результаты исследований вирусных и бактериальных болезней картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в Республике Беларусь и применения иммуноферментного анализа (ИФА) для их выявления. Картофель является важной сельскохозяйственной культурой, однако его урожайность существенно снижается под влиянием вирусных инфекций, в частности PVY, PVS и PVM, а также бактериальных заболеваний [*Pectobacterium carotovorum* var. *atrosepticum* (van Hall)] Patro и [*Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi] Rs. Проанализировано 13 800 образцов картофеля, из которых 58,2 % оказались зараженными вирусами. Наиболее часто выявлялись вирусы M и S (42,8 и 29,7 % соответственно), при этом 27,2 % образцов содержали комплексные инфекции двух и более вирусов. Бактериальные инфекции выявлены не были. Результаты подтверждают высокую эффективность ИФА для контроля фитопатогенов, получения чистого семенного материала и селекции устойчивых сортов.*

Ключевые слова: картофель; вирусы картофеля; бактериальные болезни (Rs и Patro); иммуноферментный анализ.

ВВЕДЕНИЕ

Паслен клубненосный, или картофель (*Solanum tuberosum* L.), в общемировом сельском хозяйстве признан крайне важным культурным растением в первую очередь благодаря высокому содержанию крахмала – до 30 % в клубне. Кроме того, эта культура отличается высоким содержанием сухого вещества, которое может достигать 35 %. В картофеле содержится около 1 % минеральных солей, а также витамины группы B, витамины PP, K, C и пигменты каротиноиды. Все вышеуказанные характеристики делают картофель перспективной культурой, выращивание которой обеспечивает пищевую безопасность [1].

Республика Беларусь также использует пищевой потенциал картофеля. В 2023 г. в сельскохозяйственных организациях площадь посевов картофеля составляла 174 тыс. га [2].

Урожайность картофеля, как и других важных сельскохозяйственных культур, может меняться как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения из-за различных факторов внешней среды, таких как повышение или понижение температур, засуха, затяжные дожди и, как следствие, переувлажнение, а также плотность почвы и дефицит

минеральных веществ [3, 4]. Кроме того, значительное воздействие оказывают патогены грибной, бактериальной и вирусной природы.

Болезни вирусной природы представляют особый интерес, потому что в случае поражения ими картофеля урожайность может значительно снизиться. Так, например, вирус Y картофеля (PVY) способен снизить урожайность посадок картофеля до 85 %. Однако потери урожая картофеля могут достигать и катастрофических 100 % при воздействии неблагоприятных факторов внешней среды [5].

Вирусные заболевания картофеля включают в себя, по разным данным, от 30 до 50 вирусов [6, 7]. Однако наиболее значимые на территории Республики Беларусь potato virus S (PVS) и potato virus M (PVM). Данные вирусные патогены, особенно при комплексной инфекции и действии неблагоприятных факторов внешней среды, могут причинить значительный ущерб урожаю картофеля [5].

Бактериальные болезни картофеля не менее опасны, чем вирусные, потому что они способны в короткий срок распространиться среди всех растений посадок картофеля. Среди вредоносных бактериальных заболеваний особое значение имеют черная ножка [*Pectobacterium carotovorum* var. *atrosepticum* (van Hall)] (далее – Patro) и бурая бактериальная гниль [*Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi] (далее – Rs). Patro опасна тем, что может сохраняться в семенном материале и тем самым способствовать заражению здоровых клубней при хранении и в посадках, а молодые зараженные клубни без визуальных симптомов могут быть убраны на хранение к здоровым, что будет способствовать распространению инфекции при их хранении. Rs представляет примерно ту же опасность: клубни без видимых симптомов попадают на хранение, а при посадке зараженных клубней болезнь успешно распространяется вредителями картофеля – нематодами и насекомыми [5].

Отмечено, что в условиях поражения и быстрого распространения вирусных и бактериальных болезней картофеля встает вопрос о необходимости контроля распространения фитопатогенов с применением инструментальных методов обнаружения данных инфекций. Эта детекция необходима для получения чистого семенного материала или в исследованиях, которые предназначены для получения устойчивых к вирусным патогенам сортов картофеля [8].

Одним из эффективных методов выявления скрытых вирусных и бактериальных заболеваний картофеля является иммуноферментный анализ (ИФА). Данный метод отличается высокой специфичностью и чувствительностью, что делает его незаменимым для диагностики вирусных и бактериальных болезней картофеля [9, 10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследование проводили в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2025 г. в лаборатории иммунодиагностики картофеля. Образцы для тестирования поступали от других лабораторий центра.

Для анализа использовались образцы, собранные в полевых условиях. Опытным материалом служил сок, полученный из листьев картофеля. Для извлечения сока из листовых и стеблевых проб использовали вальцевый пресс фирмы MEKU (Брузхаль, Германия).

Иммуноферментный анализ проводили наборами, произведенными в лаборатории иммунодиагностики картофеля, а также наборами фирм LOEWE, BIOREBA и Российской Федерации. Тестирование выполняли на полистироловых планшетах фирмы «Медполимер» (Санкт-Петербург). Значения оптической плотности определяли

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

с помощью спектрофотометра Multiskan™ FC Microplate Photometer при длинах волн 405 нм для проб с фосфатазной меткой и 492 нм для проб с пероксидазной меткой.

В исследовании был использован твердофазный ИФА в варианте «сэндвич». Принцип «сэндвич»-метода иммуноферментного анализа заключается в последовательном формировании прочного иммунного комплекса «антитело – антиген – антитело». На первом этапе антитела, специфичные к целевому вирусу, прочно закрепляются (иммобилизуются) на поверхности твердой подложки. При внесении пробы, например сока зараженного растения, содержащиеся в ней вирусные частицы специфично связываются с этими зафиксированными антителами. После отмывки добавляются вторые антитела, также узнающие вирус, но уже помеченные ферментной меткой. Они присоединяются к иммобилизованным вирусным частицам, завершая образование «сэндвича». Количественное выявление образовавшихся комплексов осуществляется путем добавления специального субстрата, который фермент превращает в окрашенный продукт реакции. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации вируса в образце [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках исследований в 2025 г. был выполнен анализ 13 800 образцов картофеля, из них 8 036 (58,2 %) оказались зараженными. У 5 764 образцов (41,8 %) фитоинфекция не была обнаружена.

Образцы анализировали на наличие шести вирусных и двух бактериальных заболеваний. Среди 13 800 образцов выявлено 911, зараженных вирусом X (6,6 %), 1 366 – вирусом Y (9,9), 4 092 – вирусом S (29,7), 5 905 – вирусом M (42,8), 2 – вирусом L (0,01) и 806 – вирусом A (5,8 %). В ходе тестирования не было обнаружено бактериальных инфекций. Наименьший процент поражения был отмечен у вирусов L и A, наибольший – у вирусов M и S (рис. 1).

У протестированных образцов картофеля было выявлено наличие комплексной инфекции – присутствие двух, трех и более вирусов. Установлено, что 4 270 образцов содержали моноинфекцию, 2 827 – были инфицированы двумя вирусами, 611 – тремя, 249 – четырьмя, у 69 протестированных образцов было пять вирусов.

Установлено, что среди зараженных образцов максимальная встречаемость случаев заражения двумя вирусами варьировала от 1,4 до 14,4 % для комбинаций вирусов SM, YM и XM. Несколько ниже процент встречаемости (от 0,3 до 0,5 %) отмечен у таких смешанных

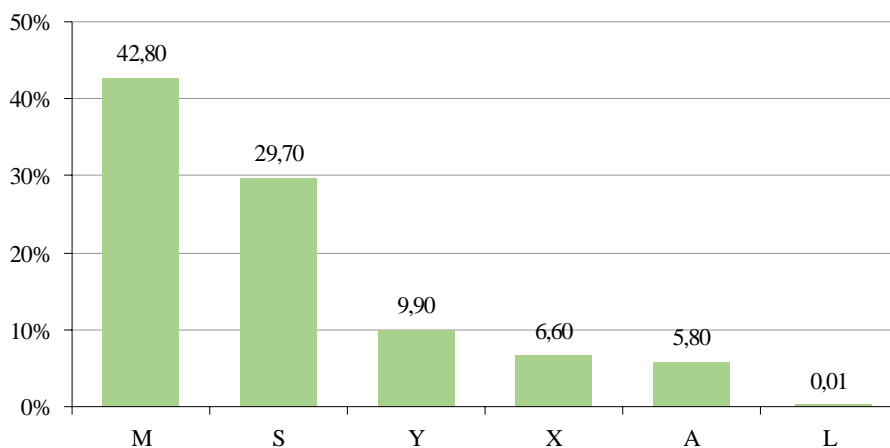


Рисунок 1 – Образцы, зараженные вирусными болезнями, %

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

инфекций, как XS, MA, SA, YA и YS. Самая низкая встречаемость (от 0,01 до 0,1 %) у комбинаций вирусов XA, XY и ML (рис. 2).

Среди образцов, зараженных тремя вирусами, максимальная встречаемость (от 1,0 до 1,1 %) среди сочетаний вирусов XSM, YMA и YSM; несколько ниже (от 0,4 до 0,5 %) среди комбинаций вирусов XMA и SMA; невысокая встречаемость (0,1 %) наблюдалась для сочетаний вирусов XSA, XYA, XYM и YSA; минимальный процент заражения (0,01 %) установлен для комбинации XYС (рис. 3).

Выявлено, что среди протестированных образцов, зараженных четырьмя и более вирусами, максимальная встречаемость (0,7 %) для варианта комплексного заражения YSMA; несколько ниже процент встречаемости (от 0,2 до 0,5 %) для комбинаций XYSM, XSMA, XYMA и XYСMA; минимальный процент (0,04 %) установлен для сочетания вирусов XYSA (рис. 4).

Таким образом, установлено, что общее количество образцов картофеля, содержащих смешанную вирусную инфекцию, составляет 3 756 (27,2 %) от общего количества протестированных образцов.

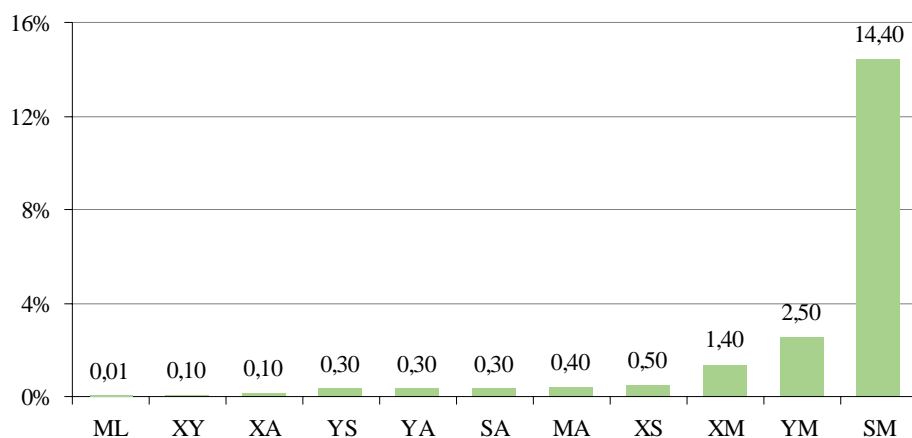


Рисунок 2 – Образцы, зараженные двумя вирусами, %



Рисунок 3 – Образцы, зараженные тремя вирусами, %

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

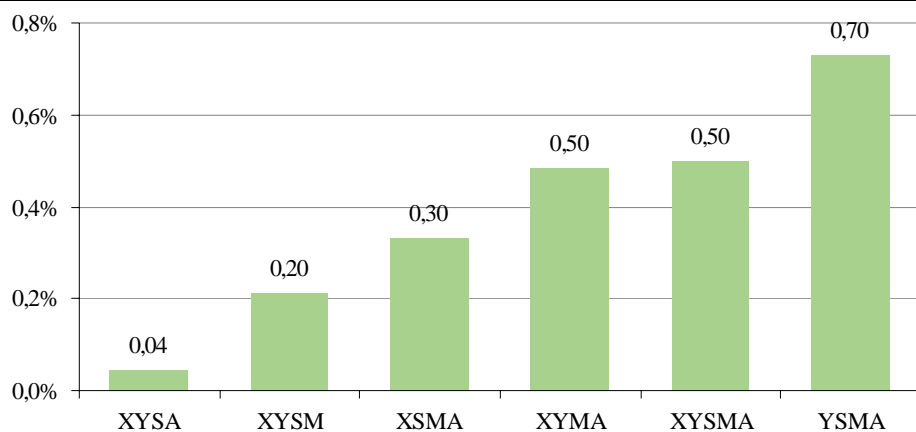


Рисунок 4 – Образцы, зараженные четырьмя и более вирусами, %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований в образцах картофеля было выявлено наличие как моноинфекции, так и комплексных вирусных болезней.

По данным ИФА, среди 13 800 протестированных образцов 8 036 заражены вирусами, что составляет 58,2 %. Установлено, что значительный процент заражения приходится на вирусы S и M картофеля (29,7 и 42,8 % соответственно). Кроме того, 4 270 образцов являются носителями моноинфекции, у 2 827 – обнаружено наличие двух вирусов картофеля одновременно (14,4 % приходится на совместное заражение вирусами S и M картофеля); 611 – трех вирусов; 249 – четырех вирусов; у 69 – пяти вирусов.

Бактериальные болезни черная ножка картофеля (Patro) и бурая бактериальная гниль (Rs) при диагностике образцов картофеля методом ИФА обнаружены не были.

Список литературы

1. Васюхневич, М. В. Глободероустойчивые сорта картофеля в Беларуси / М. В. Васюхневич, М. В. Конопацкая, И. Г. Волчкевич // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 24 марта, 23 апр., 5 июня 2020 г. / М-во сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродненский гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. О. В. Вертинская. – Гродно : ГГАУ, 2020. – С. 33–35.
2. Головков, В. А. Динамика площади посадки картофеля в Республике Беларусь / В. А. Головков, В. С. Захарова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / М-во сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродненский гос. аграр. ун-т. – Гродно : ГГАУ, 2024. – Т. 67 : Экономика (вопросы аграрной экономики). – С. 21–30.
3. Васильев, А. А. Сбалансированность минерального питания определяет урожайность и качество картофеля / А. А. Васильев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 4. – С. 21–23.
4. Влияние технологических приемов на урожайность картофеля / П. И. Гаджиев, А. П. Башкиров, Г. Г. Рамазанова [и др.] // Наука в центральной России. – 2022. – № 3 (57). – С. 41–47.
5. Атлас болезней и вредителей картофеля / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Н. П. Ященко [и др.] / М-во сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Акад.

аграр. наук Респ. Беларусь, Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства. – Мн. : СоюзИнформ, 2000. – 64 с.

6. Бертон, В. Картофель / В. Бертон ; пер. с англ. В. Н. Черкасова ; под ред. и с предисл. А. Г. Лорха. – М. : Изд-во иностр. лит., 1952. – 264 с.

7. Зыкин, А. Г. Вирусные болезни картофеля / А. Г. Зыкин. – Л. : Колос, Ленингр. отд-ние, 1976. – 152 с.

8. Русецкий, Н. В. Оценка исходного материала картофеля на иммунитет к вирусам картофеля / Н. В. Русецкий // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2018. – Т. 26. – С. 101–112.

9. Радкович, Е. В. Анализ структуры вирусной инфекции при комплексном тестировании полевых сортообразцов картофеля методом ИФА в послеуборочный период / Е. В. Радкович, Г. Н. Гуца, Ю. В. Глушакова // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2017. – С. 224–232.

10. Твердофазный иммуноферментный анализ: история, теория и практическое использование / Ю. Н. Тараканова, А. Д. Дмитриев, В. Ф. Лавров [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2019. – № 3. – С. 117–125.

11. Методика определения скрытой зараженности вирусной инфекцией растений картофеля / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. — Самохваловичи, 2004. – 17 с.

Поступила в редакцию 01.12.2025 г.

A. V. PODELYOSHKIN, O. V. SOLOVEY, E. S. DOSINA-DUBESKO

EFFECTIVENESS OF PHYTOPATHOGEN DETECTION USING THE ENZYME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY METHOD

SUMMARY

*The results of studies on viral and bacterial diseases of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the Republic of Belarus and the use of the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for their detection are presented. Potato is an important agricultural crop, however, its yield is significantly reduced by viral infections, particularly PVY, PVS, and PVM, as well as bacterial diseases [*Pectobacterium carotovorum* var. *atrosepticum* (van Hall)] *Patro* and [*Ralstonia solanacearum* (Smith) *Yabuuchi*] *Rs*. A total of 13 800 potato samples were analyzed, of which 58.2 % were found to be infected with viruses. The most frequently detected were M and S viruses (42.8 and 29.7 %, respectively), with 27.2 % of samples containing mixed infections of two or more viruses. No bacterial infections were detected. The results confirm the high effectiveness of ELISA for monitoring phytopathogens, obtaining clean seed material, and breeding resistant varieties.*

Key words: potato; potato viruses; bacterial diseases (*Rs* and *Patro*); enzyme-linked immunosorbent assay.

УДК 631.445.2:631.559:635.21

А. А. Руженцев¹, младший научный сотрудник

В. А. Рылко², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой кормопроизводства и хранения продукции растениеводства

В. В. Анципович¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом семеноводства картофеля

А. И. Попкович¹, **Н. А. Анципович**¹, старшие научные сотрудники

В. А. Сердюков¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

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

² Учреждение образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Могилевская область

ПОЧВОУГЛУБЛЕНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И ВЫХОДА ТОВАРНЫХ ФРАКЦИЙ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты оценки влияния способов обработки дерново-подзолистой почвы и условий выращивания на урожайность и структуру урожая картофеля изучаемых сортов. Установлена доля влияния исследуемых факторов на изучаемые показатели – количество продуктивных стеблей, урожайность и структуру урожая.

Ключевые слова: картофель; сорт; почвоуглубление; структура урожая; продуктивные стебли; урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия нагрузка на почву возросла в 3–4 раза, особенно в районах интенсивного земледелия. Только в период предпосевных обработок и сева ходовые системы машин воздействуют на около 80 % площади поверхности поля. Посадки картофеля и других пропашных культур в весенний период подвергаются 3–5-кратному воздействию техники [1].

Картофель традиционно считают культурой рыхлых почв. Установление оптимальной плотности для картофеля необходимо, так как слишком уплотненная почва препятствует распространению корней по почвенному профилю, снижает поступление атмосферного воздуха и, как следствие, замедляет процессы жизнедеятельности микрофлоры [2].

По мнению G. R. Magi и др., одна из основных причин уплотнения – вспашка на одну и ту же глубину в течение многих лет. Эти изменения приводят к сокращению проходимости корней в почве и застою воды на ее поверхности [3].

Многочисленные исследования по окультуриванию дерново-подзолистых почв свидетельствуют о том, что картофель наиболее отзывчив на создание глубокого пахотного слоя [2]. Однако слишком рыхлые почвы при наступлении засушливых периодов

теряют очень много влаги путем диффузии и конвекции водяных паров. Такие почвы быстро просыхают и не обеспечивают растения водой [4].

В целом при более интенсивном рыхлении влага накапливается глубже, но после наступления засухи испаряется несколько быстрее [5]. Подпахотное рыхление почвы под картофель повышало ее влажность в среднем за лето на 3,5 %, а в остальных случаях – на 5,1 % [6].

В связи с этим основная цель исследований заключалась в определении влияния почвоуглубления дерново-подзолистой супесчаной почвы на урожайность и выход товарной фракции картофеля с учетом климатических условий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2023–2025 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодово-овощеводству».

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,6–1,8 %, фосфора – 174–198 мг/кг, калия – 145–167 мг/кг, рН – 5,6–5,8.

Фон минерального питания формировался за счет применения стандартных форм удобрений: сульфата аммония ($N_{21} = 105$ кг д. в.), аммофоса ($P_{52} = 80$ кг д. в.) (аммонизированный суперфосфат, P_{45}), хлористого калия (K_{180}) ($N_{105}P_{80}K_{180}$), которые вносили вразброс.

Картофель возделывали согласно «Технологическому регламенту производства оригинального семенного картофеля в полевых питомниках» [7]. Почвоуглубление проводили на глубину 35–40 см агрегатом АКР-3 согласно разработанной схеме опыта.

Посадку опытных сортов картофеля осуществляли с 16 по 20 мая, уборку урожая – 2 сентября.

Схема опыта:

Фактор А – сорт: Маслак, Гарантия, Вектар.

Фактор Б – обработка почвы:

1. Контроль – вспашка, 20–22 см, традиционная обработка почвы;
2. Вспашка, 20–22 см + почвоуглубление, 35–40 см;
3. Почвоуглубление, 35–40 см;
4. Минимальная обработка почвы, 15–18 см.

Фактор В – год исследований.

Объектами исследований являлись сорта картофеля белорусской селекции: Маслак (среднеранний), Гарантия (среднеспелый) и Вектар (среднепоздний).

Метеорологические условия вегетационных периодов 2023–2025 гг. отличались между собой, что позволило установить влияние условий конкретного года на изучаемые показатели. Среднесуточная температура воздуха в апреле во все годы была выше среднесуточной нормы. Количество выпавших осадков в 2023 и 2025 гг. не превысило среднесуточной нормы. В целом погодные условия были благоприятными для выполнения комплекса технологических операций по подготовке почвы к посадке картофеля.

Среднесуточная температура воздуха в мае 2023 и 2025 гг. была ниже среднесуточной (13,7 °С) на 1,6 и 3,4 °С соответственно, и на 0,6 °С выше в 2024 г. Количество осадков было ниже нормы (60 мм) по всем годам. Меньше всего дождей отмечалось в мае 2023 г. – 7,0 мм, или (–)53,0 мм от нормы. Май 2024 г. характеризовался как очень засушливый, а в 2025 г. – как слабозасушливый.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

В июне 2023 и 2024 гг. температура воздуха была выше среднееголетней (17,4 °С) на 0,5 °С (17,9 °С) и 1,1 °С (18,5 °С) соответственно, а в 2025 г. – ниже среднего значения на 1,3 °С (16,1 °С). Количество выпавших осадков превысило норму (82,0 мм) только в 2025 г. на 35,4 мм и составило 117,4 мм, а в июне 2023 и 2024 гг. этот показатель на 37,0 и 6,3 мм был ниже нормы. Согласно гидротермическому коэффициенту увлажнения (ГТК) июнь 2023 г. отмечался как засушливый, в 2024 г. – как оптимальный для возделывания картофеля и в 2025 г. – влажный. ГТК составил 0,84; 1,36 и 2,43 соответственно.

Среднесуточная температура воздуха в июле 2025 г. была на уровне среднееголетней (19,7 °С) – 19,6 °С, в 2023 – на 1,4 °С меньше (18,3 °С), а в 2024 г. – на 1,3 °С выше (21,0 °С). Независимо от года исследований в июле отмечено превышение нормы (87,0 мм) по количеству выпавших осадков от 20,6 мм в 2024 г. (107,6 мм) до 62,0 мм в 2023 г. (149,0 мм) и на 24,0 мм в 2025 г. Согласно ГТК июль 2023–2025 гг. характеризовался как влажный.

В августе 2023 и 2024 гг. среднесуточная температура воздуха превышала среднееголетние значения (18,6 °С) на 1,8 и 1,6 °С, а в 2025 г. данный показатель был ниже среднего значения на 1,3 °С. Количество выпавших осадков в августе 2023 г. превысило норму (78,0 мм) на 8 мм и составило 86,0 мм. В 2024 и 2025 гг. этот показатель был ниже нормы на 49,1 и 45,5 мм соответственно. Август 2023 г. был оптимальным для возделывания картофеля (ГТК – 1,36), тогда как в 2024 и 2025 гг. характеризовался как очень засушливый (ГТК – 0,58 и 0,61 соответственно).

В среднем за вегетационные периоды картофеля 2023–2025 гг. среднесуточная температура воздуха превышала среднееголетнее значение (16,5 °С) в 2024 г. на 2,7 °С, в 2023 – на 0,7 °С и в 2025 г. – на 0,3 °С. За установленный период количество выпавших осадков не превысило нормы (366,0 мм). Максимальное значение данного показателя было отмечено в 2025 г. (291,3 мм), минимальное – в 2024 г. (229,7 мм).

Согласно ГТК в период от посадки до уборки культуры 2023 г. характеризовался как оптимальный для роста и развития картофеля, 2024 – слабозасушливый и 2025 г. – как влажный (табл. 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия в период вегетации картофеля (метеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области), 2023–2025 гг.

Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
2023 г.					
Температура воздуха, °С					
Средняя за месяц (сумма)	8,0	12,1 (375,1)	17,9 (537,0)	18,3 (567,3)	20,4 (632,4)
Среднееголетняя	5,3	13,7	17,4	19,7	18,6
Отклонение от нормы	+2,7	-1,6	+0,5	-1,4	+1,8
Средняя от посадки до уборки (сумма)	–	17,2 (2 115,6)			
Среднееголетняя от посадки до уборки	–	16,5			
Отклонение от нормы	–	+0,7			
Осадки, мм					
Сумма за месяц	38,0	7,0	45,0	149,0	86,0
Среднееголетняя норма	48,0	60,0	82,0	87,0	78,0
Отклонение от нормы	-10,0	-53,0	-37,0	+62,0	+8,0
Сумма от посадки до уборки	–	287,0			
Среднееголетняя норма от посадки до уборки	–	366,0			
Отклонение от нормы	–	-79,0			

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Окончание таблицы 1

Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
ГТК от посадки до уборки	–	0,19	0,84	2,63	1,36
	–	1,36			
2024 г.					
Температура воздуха, °С					
Средняя за месяц (сумма)	9,8 (295,0)	14,3 (446,0)	18,5 (556,0)	21,0 (651,2)	20,2 (626,6)
Среднегодовалая	5,3	13,7	17,4	19,7	18,6
Отклонение от нормы	+4,5	+0,6	+1,1	+1,3	+1,6
Средняя от посадки до уборки (сумма)	–	19,2 (2 154,8)			
Среднегодовалая от посадки до уборки	–	16,5			
Отклонение от нормы	–	+2,7			
Осадки, мм					
Сумма за месяц	84,5	19,3	75,7	107,6	36,1
Среднегодовалая норма	48,0	60,0	82,0	87,0	78,0
Отклонение от нормы	+36,5	–41,0	–6,3	+20,6	–49,1
Сумма от посадки до уборки	–	229,7			
Среднегодовалая норма от посадки до уборки	–	366,0			
Отклонение от нормы	–	–136,3			
ГТК от посадки до уборки	–	0,43	1,36	1,65	0,58
	–	1,07			
2025 г.					
Температура воздуха, °С					
Средняя за месяц (сумма)	9,2 (276,0)	10,3 (319,3)	16,1 (483,0)	19,6 (607,6)	17,3 (536,3)
Среднегодовалая	5,3	13,7	17,4	19,7	18,6
Отклонение от нормы	+3,9	–3,4	–1,3	–0,1	–1,3
Средняя от посадки до уборки (сумма)	–	16,8			
Среднегодовалая от посадки до уборки	–	16,5			
Отклонение от нормы	–	+0,3			
Осадки, мм					
Сумма за месяц	21,7	38,4	117,4	111,0	32,5
Среднегодовалая норма	48,0	60,0	82,0	87,0	78,0
Отклонение от нормы	–26,3	–21,6	+35,4	+24,0	–45,5
Сумма от посадки до уборки	–	291,3			
Среднегодовалая норма от посадки до уборки	–	366,0			
Отклонение от нормы	–	–74,7			
ГТК от посадки до уборки	–	1,20	2,43	1,83	0,61
	–	1,64			

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты многолетних наблюдений показали, что влияние способов обработки почвы на количество продуктивных стеблей у картофеля менялось в зависимости от условий вегетационного периода. В 2023 г. отмечены самые низкие значения изучаемого показателя от 3,3 до 5,4 стеблей на куст, тогда как в 2025 г. были зафиксированы самые высокие – от 4,9 до 7,1. Следует подчеркнуть, что в вариантах с почвоуглублением наблюдалось превышение контроля у сорта Мастак на 15,2 % в варианте с комплексной обработкой, у сорта Гарантия в обоих вариантах с почвоуглублением – на 8,7 %.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

У сорта Вектар отмечено самое высокое процентное превышение контрольного варианта как при вспашке с почвоуглублением – 58,8 %, так и при почвоуглублении – 32,4 %.

За вегетационные периоды 2024–2025 гг. превышение контроля отмечено только у сорта Гарантия в варианте с почвоуглублением – 14,5 % (рис. 1).

Математическая обработка данных позволила установить достоверность полученных результатов. Таким образом, все различия в значениях количества продуктивных стеблей являются существенными (табл. 2).

Статистический анализ среднеголетних данных показал, что наибольшее влияние на число продуктивных стеблей у картофеля оказал фактор «год» – 48,7 %, а также взаимодействие факторов «год×сорт» – 29,0 % (рис. 2).

Анализ сортовой реакции картофеля на способы обработки почвы на фоне различных метеоусловий показал, что в 2023 г. почвоуглубление обеспечило прибавку

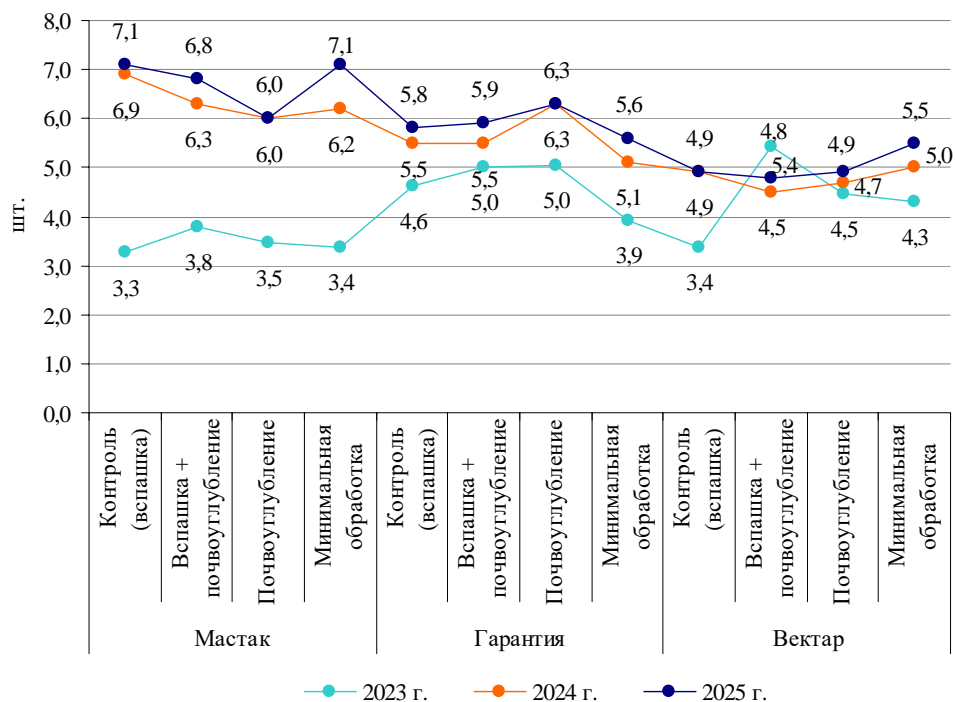


Рисунок 1 – Количество продуктивных стеблей в зависимости от климатических условий и способа обработки почвы, шт.

Таблица 2 – Результаты статистического анализа данных количества продуктивных стеблей, среднее за 2023–2025 гг.

Факторы	SS	Degr.of freedom	MS	F	p
Пересечение	3 540,356	1	3 540,356	85 881,03	0,000000
Сорт	11,169	2	5,584	135,47	0,000000
Обработка почвы	0,537	3	0,179	4,34	0,006484
Год	58,843	2	29,421	713,70	0,000000
Год×сорт	35,033	4	8,758	212,46	0,000000
Год×обработка почвы	5,462	6	0,910	22,08	0,000000
Сорт×обработка почвы	7,260	6	1,210	29,35	0,000000
Год×сорт×обработка почвы	2,559	12	0,213	5,17	0,000001
Ошибка	3,958	96	0,041	–	–

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

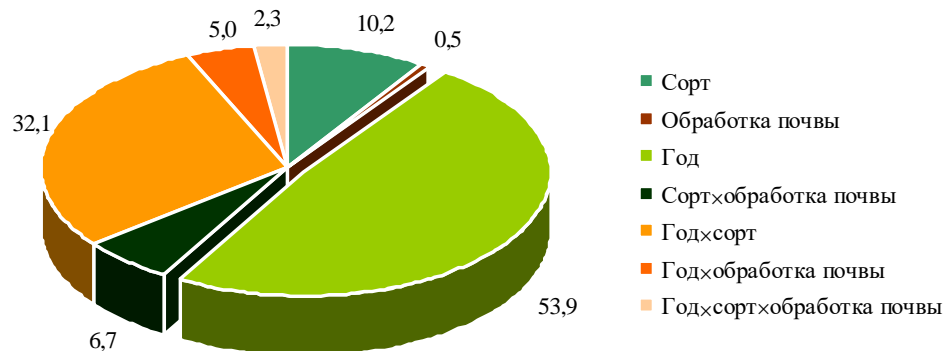


Рисунок 2 – Доля влияния изучаемых факторов на количество продуктивных стеблей картофеля, среднее за 2023–2025 гг., %

урожая у всех изучаемых сортов. В варианте «вспашка + почвоуглубление» у сорта Мастак превышение контроля составило 14,9 %, а при почвоуглублении без вспашки – 18,0 %. У сорта Гарантия почвоуглубление как самостоятельный агроприем способствовало увеличению урожайности по отношению к контролю на 42,0 % и при совместной обработке со вспашкой – на 20,8 %. У сорта Вектар почвоуглубление без вспашки обеспечило рост урожайности на 13,6 %, со вспашкой – на 19,0 %.

В условиях 2024 г. была получена самая низкая урожайность за период исследований. Установлено, что количество выпавших осадков в данный вегетационный период заметно отличалось от предыдущего и последующего периода исследований – по отношению к 2023 г. ниже на 57,3 мм, 2025 г. – на 61,6 мм. Данное обстоятельство оказало негативное влияние на величину урожая изучаемых сортов. Однако стоит отметить, что у сорта Гарантия на фоне сложившихся влагообеспеченности и температурного режима 2024 г. в вариантах с почвоуглублением получена прибавка урожайности по отношению к контролю на 9,4 % в комплексе со вспашкой и на 13,3 % – без вспашки.

В 2025 г. растения картофеля сорта Мастак положительно отреагировали на применение почвоуглубления как самостоятельного агроприема: прибавка к контролю составила 36,9 %, а со вспашкой – 24,1 %. У сорта Гарантия вспашка совместно с почвоуглублением позволила получить прибавку к контролю 8,4 %. У сорта Вектар превышение контроля в варианте с комплексной обработкой составило 20,9 %, без вспашки – 10,2 % (рис. 3).

Достоверность полученных результатов установлена путем обработки данных в Statistica 8 (табл. 3).

Статистическая обработка данных, полученных за весь период исследований, позволила установить долю влияния изучаемых факторов на урожайность сортов картофеля Мастак, Гарантия и Вектар. Наибольшее влияние на изменение урожайности оказали фактор «год» – 72,5 %, взаимодействие факторов «год×обработка почвы» – 6,4 % и всех трех факторов – 7,0 % (рис. 4).

Структура урожая, как и урожайность, изменялась в зависимости от сортовых особенностей и условий года. Анализ исследований показал, что в 2023 г. применение почвоуглубления способствовало существенному увеличению доли крупной фракции клубней независимо от сорта, что, в свою очередь, привело к увеличению урожайности. Превышение контроля по массе крупной фракции в варианте «вспашка + почвоуглубление» у сорта Мастак составило 2,8 %, без вспашки – 5,8, у сорта Гарантия – 10,8 и 10,0 %

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

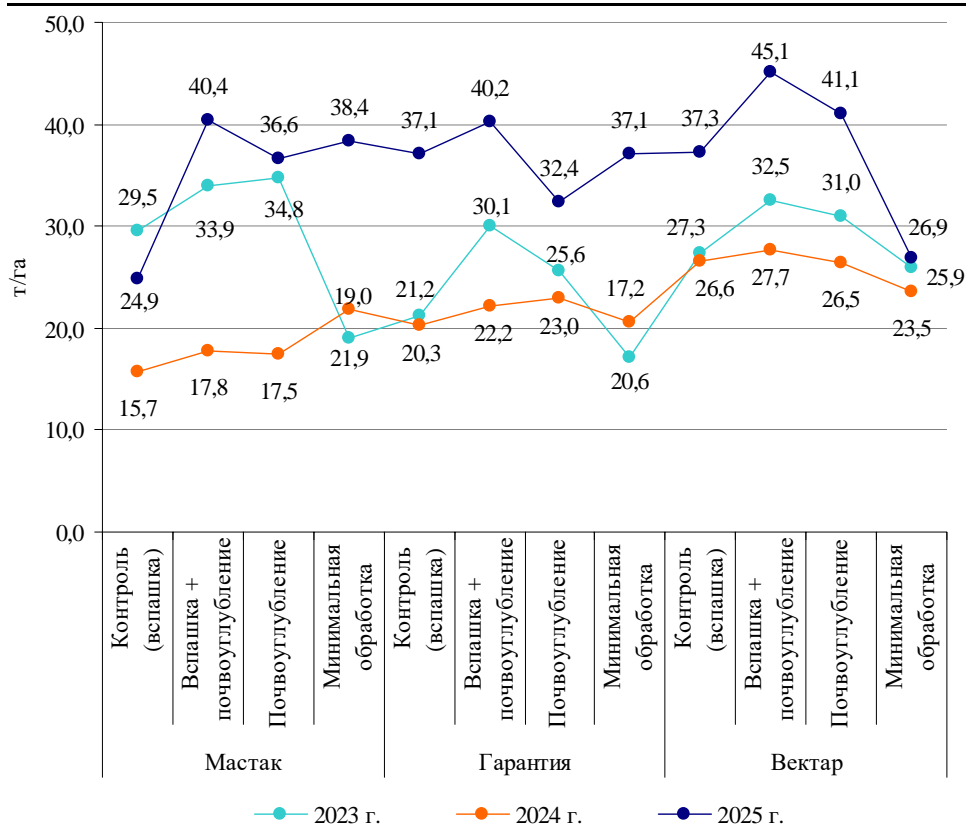


Рисунок 3 – Общая урожайность картофеля в зависимости от сорта, климатических условий и способа обработки почвы, т/га

Таблица 3 – Результаты статистического анализа данных общей урожайности, среднее за 2023–2025 гг.

Факторы	SS	Degr.of freedom	MS	F	p
Пересечение	116 337,6	1	116 337,6	4 764,896	0,000000
Сорт	620,3	2	310,2	12,703	0,000013
Обработка почвы	310,9	3	103,6	4,245	0,007315
Год	8 775,8	2	4 387,9	179,717	0,000000
Сорт×обработка почвы	287,5	6	47,9	1,962	0,078592
Год×сорт	499,1	4	124,8	5,110	0,000892
Год×обработка почвы	770,3	6	128,4	5,258	0,000101
Год×сорт×обработка почвы	846,0	12	70,5	2,888	0,001923
Ошибка	2 343,9	96	24,4	–	–

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

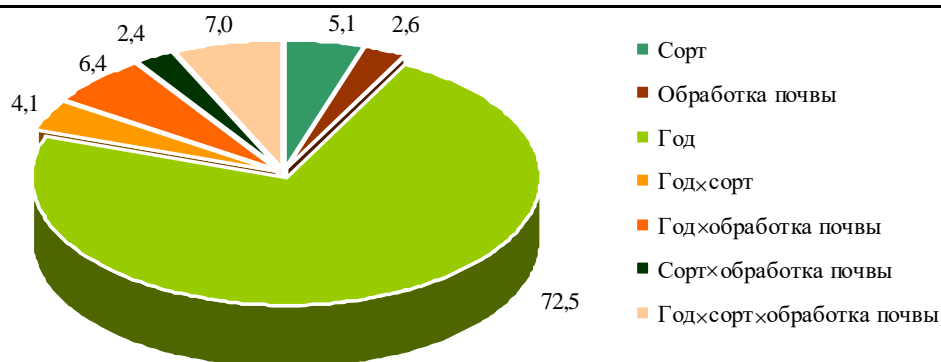


Рисунок 4 – Доля влияния изучаемых факторов на урожайность картофеля, среднее за 2023–2025 гг., %

и Вектар – 4,9 и 4,6 % соответственно. Доля семенных клубней, независимо от сорта, превышала контроль только в варианте с минимальной обработкой почвы на 8,4–20,4 %.

В 2024 г. у растений картофеля всех изучаемых сортов урожайность по вариантам формировалась за счет увеличения массы крупной фракции клубней. Таким образом, у сорта Мастак массовая доля клубней 60 мм и более превысила контроль в вариантах с почвоуглублением и минимальной обработкой почвы на 10,5 и 15,0 % соответственно. У сорта Гарантия во всех вариантах зафиксирована прибавка к контролю от 7,9 до 13,9 %. У сорта Вектар превышение контрольных показателей получено в вариантах с почвоуглублением: со вспашкой – 10,2 %, без вспашки – 5,9 %.

В 2025 г. применение почвоуглубления как самостоятельной технологической операции, так и в комплексе со вспашкой привело к значительному увеличению доли семенных клубней у сорта Мастак: в варианте с почвоуглублением – на 12,2 % по отношению к контролю, а совместно со вспашкой – на 15,5 %. У сорта Гарантия вспашка с почвоуглублением позволила незначительно увеличить долю семенных клубней по сравнению с контролем на 2,3 %, а в варианте с почвоуглублением отмечен рост доли клубней 60 мм и более на 6,2 %. Урожайность сорта Вектар в 2025 г. формировалась за счет продовольственной фракции: рост показателя составил от 6,4 до 14,0 %.

Анализ среднесезонных данных показал, что эффективность изучаемых агротехнических приемов в существенной степени зависит от сорта и условий выращивания. У сорта Мастак на фоне различающихся климатических условий вспашка с почвоуглублением позволила увеличить выход клубней семенной фракции на 3,6 %. Для сорта Гарантия установлено, что почвоуглубление способствует получению на 8,0 % больше клубней продовольственной фракции чем в контроле, а при вспашке с почвоуглублением – на 8,6 %. У сорта Вектар отмечена аналогичная реакция на изучаемые агроприемы: в обоих вариантах опыта превышение к контролю составило 8,2 % (табл. 4).

Статистический анализ позволил установить достоверность полученных результатов – расчетный уровень значимости (p) равен либо стремится к нулю. Исключения составили взаимодействие факторов «сорт×обработка почвы» при обработке результатов анализа доли семенных клубней, а также «сорт×обработка почвы» и «год×сорт×обработка почвы» при анализе доли продовольственных клубней (табл. 5 и 6).

Математическая обработка полученных данных структуры урожая позволила определить долю влияния изучаемых факторов на выход семенных и крупных клубней. Установлено, что наибольшее воздействие на изменения оцениваемых показателей оказал фактор «год» – 75,6 и 76,7 % и фактор «сорт» – 10,0 и 11,5 %. (рис. 5 и 6).

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 4 – Выход товарных клубней в зависимости от сорта, способа обработки почвы и климатических условий, %

Вариант	2023 г.		2024 г.		2025 г.		2023–2025 гг.	
	30–60 мм	60 и более мм	30–60 мм	60 и более мм	30–60 мм	60 и более мм	30–60 мм	60 и более мм
Мастак								
Контроль (вспашка)	39,9	57,7	71,5	12,4	67,5	24,1	59,6	31,4
Вспашка + почвоуглубление	37,1	60,5	69,4	16,5	83,0	11,6	63,2	29,5
Почвоуглубление	34,6	63,5	61,6	22,9	80,1	15,3	58,8	33,9
Минимальная обработка	60,3	32,4	61,3	27,4	64,2	22,0	61,9	27,3
Гарантия								
Контроль (вспашка)	61,9	34,9	65,4	21,0	67,9	18,7	65,1	24,9
Вспашка + почвоуглубление	51,6	45,7	56,1	34,9	70,6	19,8	59,4	33,5
Почвоуглубление	51,9	44,9	58,3	28,9	67,3	24,9	59,2	32,9
Минимальная обработка	70,3	17,0	57,1	34,3	68,9	20,5	65,4	23,9
Вектар								
Контроль (вспашка)	40,4	56,5	63,6	28,8	63,6	26,5	55,9	37,3
Вспашка + почвоуглубление	35,8	61,4	55,9	39,0	58,2	36,1	50,0	45,5
Почвоуглубление	36,7	61,1	57,9	34,7	53,8	40,5	49,5	45,4
Минимальная обработка	60,4	33,9	63,5	27,1	59,2	32,9	61,0	31,3

Таблица 5 – Результаты статистического анализа данных семенной фракции, среднее за 2023–2025 гг.

Факторы	SS	Degr.of freedom	MS	F	p
Пересечение	371 837,5	1	371 837,5	7 149,859	0,000000
Год	28 355,3	2	14 177,7	272,614	0,000000
Сорт	3 737,6	2	1 868,8	35,934	0,000000
Обработка почвы	525,0	3	175,0	3,365	0,021816
Год×сорт	1 142,9	4	285,7	5,494	0,000501
Год×обработка почвы	2 048,8	6	341,5	6,566	0,000008
Сорт×обработка почвы	165,4	6	27,6	0,530	0,784152
Год×сорт×обработка почвы	1 513,5	12	126,1	2,425	0,008536
Ошибка	4 992,6	96	52,0	–	–

Таблица 6 – Результаты статистического анализа данных крупной фракции, среднее за 2023–2025 гг.

Факторы	SS	Degr.of freedom	MS	F	p
Пересечение	191 918,4	1	191 918,4	2 678,627	0,000000
Год	37 636,7	2	18 818,3	262,650	0,000000
Сорт	5 648,9	2	2 824,5	39,421	0,000000
Обработка почвы	1 126,6	3	375,5	5,241	0,002155
Год×сорт	1 042,2	4	260,6	3,637	0,008379
Год×обработка почвы	1 841,3	6	306,9	4,283	0,000722
Сорт×обработка почвы	172,1	6	28,7	0,400	0,877203
Год×сорт×обработка почвы	1 591,9	12	132,7	1,851	0,050438
Ошибка	6 878,2	96	71,6	–	–

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

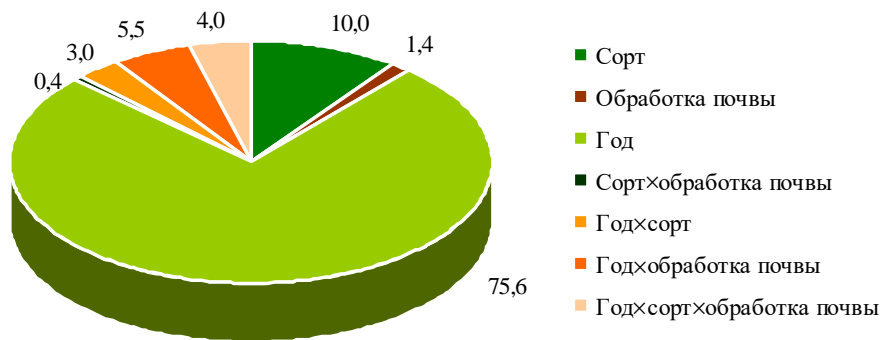


Рисунок 5 – Доля влияния изучаемых факторов на выход семенных клубней картофеля, среднее за 2023–2025 гг., %

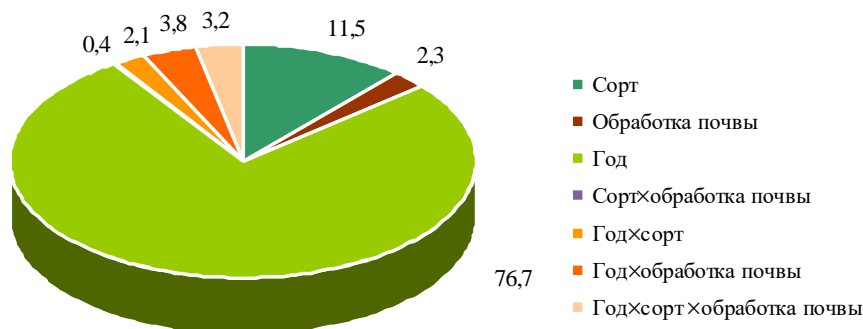


Рисунок 6 – Доля влияния изучаемых факторов на выход крупных клубней картофеля, среднее за 2023–2025 гг., %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований за период 2023–2025 гг. установлено, что наибольшее влияние на формирование изучаемых показателей наибольшее влияние оказывают условия года, а затем только взаимодействие условий года и одного из изучаемых факторов. Таким образом, можно утверждать, что у сортов Вектар и Гарантия применение почвоуглубления позволяет увеличить долю клубней более 60 мм в структуре урожая на 8,0–8,6 %, а у сорта Мастак вспашка с почвоуглублением способствует увеличению доли семенных клубней на 3,6 %.

Список литературы

1. Добышев, А. С. Энергосберегающие технологии и машины для возделывания сельскохозяйственных культур / А. С. Добышев, Ф. Ф. Зубиков, К. Л. Пузевич. – Горки : БГСХА, 2014. – 160 с.
2. Гриценко, В. В. Эффективность удобрений и обработки почвы в связи с биологическими особенностями пропашных культур / В. В. Гриценко // Известия ТСХА. – 1965. – № 2. – С. 44–56.
3. Mari, G. R. Effects of soil compaction on soil physical properties and nitrogen, phosphorus, potassium uptake in wheat plants / G. R. Mari, C. Ji, J. Zhou // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2008. – Vol. 24, № 1. – P. 74–79.
4. Ревут, И. Б. Физика в земледелии / И. Б. Ревут ; под ред. А. Ф. Иоффе. – М. : Физматгиз, 1960. – 400 с.

5. Шестаков, Н. И. Урожайность картофеля в зависимости от приемов обработки почвы перед посадкой / Н. И. Шестаков // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 23–24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-kartofelya-v-zavisimosti-ot-priyomov-obrabotki-pochvy-pered-posadkoj/viewer> (дата обращения: 10.12.2025).

6. Панников, В. Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1987. – 512 с.

7. Усовершенствованный технологический регламент производства оригинального семенного картофеля в полевых питомниках : ТР НТС 1/2020 : одобрен 05.03.2020 / Гл. упр. растениеводства М-ва сельского хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Самохваловичи, 2019. – 15 с.

Поступила в редакцию 18.12.2025 г.

A. A. RUZHENTSEV, V. A. RYLKO, V. V. ANTSIPOVICH,
A. I. POPKOVICH, N. A. ANTSIPOVICH, V. A. SERDYUKOV

SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL TILLAGE AS A FACTOR IN INCREASING THE YIELD AND YIELD OF COMMODITY FRACTIONS OF POTATO

SUMMARY

The results of an assessment of the effects of sod-podzolic soil tillage methods and growing conditions on the yield and yield structure of potato in the studied varieties are presented. The contribution of the investigated factors to the studied indicators – namely, the number of productive stems, yield, and yield structure – has been determined.

Key words: potato; variety; deep tillage; yield structure; productive stems; yield.

УДК 635.21:631.532.2:581.143.28

В. А. Сердюков, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

Д. Д. Фицуру, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий
отделом технологий производства, защиты и хранения картофеля

С. Н. Мартыненко, младший научный сотрудник

Д. С. Гасило, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
старший научный сотрудник

В. В. Анципович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий отделом семеноводства картофеля

В. Д. Тараканова, младший научный сотрудник

Л. А. Манцевич, научный сотрудник

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

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРИОДА ПОКОЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ФРАКЦИОННОГО РАЗМЕРА И СОРТА

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований по определению продолжительности физиологического периода покоя клубней картофеля сортов Першацвет, Нара и Рубин в зависимости от их размера: крупные (>60 мм), средние (30–60 мм) и мелкие (<30 мм). Установлено, что продолжительность этого периода на 45,91 % обусловлена сортовой особенностью и зависела от размера клубня и года исследования.

Клубни картофеля сорта Першацвет характеризуются наибольшим физиологическим периодом покоя, который зависит от погодных условий и был выше в сезон хранения 2019–2020 гг.

Ключевые слова: картофель; сорт; клубень; фракционный размер клубней; физиологический период покоя.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – культура умеренного климата [1], его клубень представляет собой утолщенный и укороченный стебель травянистого растения *Solanum tuberosum* L. из рода пасленовых (*Solanum*) и семейства пасленовых (*Solanaceae*) [2, с. 6; 3, с. 9; 4, с. 11]. Оптимальная температура почвы для роста клубней – 17–19 °С [2, с. 131; 5, с. 219–220, 230], при повышении температуры до 28–29 °С их рост прекращается [6, с. 166; 7, с. 6]. По данным А. Г. Лорха [цит. по А. С. Вечер], для клубнеобразования ранних сортов наиболее благоприятна температура 17 °С, а для среднеспелых – 19 °С [3, с. 132].

Клубень картофеля как объект хранения представляет собой живой организм, в котором после уборки и во время хранения продолжают сложные физиолого-биохимические процессы, один из которых – период покоя. Состояние покоя – важнейшая приспособительная функция картофеля, во время которого сильно снижается

интенсивность физиологических процессов и отсутствует видимый рост [7, с. 360; 8, с. 20–21; 9, с. 5; 10, с. 206–207; 11, с. 17].

Различают физиологический (глубокий, врожденный) и вынужденный покой [8, с. 20]. Продолжительность периода покоя в первую очередь определяется генетическими особенностями сорта, который зависит и от условий внешней среды [9, с. 52–53; 11, с. 18]. Ф. И. Бартон [цит. по А. С. Вечер] считал, что состояние физиологического покоя – это результат влияния определенных химических и физических условий в клубне, на который воздействуют многие факторы [3, с. 123].

Сразу после уборки клубни находятся в состоянии физиологического покоя, при котором почки не прорастают. После завершения данного периода и при благоприятных условиях клубни в течение дальнейшего хранения образуют ростки [12, с. 30–31].

В. Emilsson [цит. по Н. А. Емельяновой] рассматривал период покоя как промежуток времени после уборки, при котором почки по какой-либо причине не развиваются при благоприятных условиях (при 20 °С) [12, с. 32, 42, 47]. Автором установлено, что средняя продолжительность периода покоя у четырех самых ранних сортов картофеля колебалась от 15 до 25 недель (в среднем 18,5 недели), а у семи поздних – от 11 до 20 недель (в среднем 16 недель). Автор не обнаружил корреляции между группой спелости и продолжительностью периода покоя. Установлено, что у мелких клубней он длиннее, чем у крупных, что подтверждают исследования В. Emilsson.

Считается, что картофель, выращенный в холодное и дождливое лето, имеет более продолжительный период покоя в сравнении с выращенным в жаркое и засушливое. Изменения температуры и влажности почвы и воздуха в период роста и развития растений могут вызвать сильные отклонения (порядка пяти недель) в продолжительности периода покоя, иногда полностью исключая его. Между количеством тепла, полученного клубнями от начала клубнеобразования до уборки, и выходом их из состояния покоя существует прямая зависимость. Чем больше они получили тепла в период вегетации, тем меньше остается запас температур на хранение и тем раньше клубни выходят из состояния покоя [11, с. 18–19].

Продолжительность физиологического периода покоя является сортовой особенностью, которая может колебаться из года в год, если условия вегетации или какой-либо отдельный фактор из них будут сильно отличаться [12, с. 47, 49; 13, с. 121–122; 14].

Для оценки влагообеспеченности в растениеводстве принято использовать гидротермический коэффициент по Селянинову (отношение количества осадков к сумме температур выше 10 °С за определенный период) [15, с. 5]:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum \text{осадков} \times 10}{\sum \text{средних температур}}.$$

При показателе ГТК > 1,6 год считается влажным, от 1,6 до 1,3 – оптимальным, от 1,3 до 1,0 – слабозасушливым, от 1,0 до 0,7 – засушливым, от 0,7 до 0,4 – очень засушливым, от 0,4 до 0,2 – сухим, от 0,2 и меньше – очень сухим [16, с. 156; 17, с. 21–27].

Таким образом, целью наших исследований было определить продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля в зависимости от их размера, сорта и года исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в отделе технологий производства, защиты и хранения картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2018–2020 гг.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

В качестве объектов исследования служили крупные (> 60 мм), средние (30–60 мм) и мелкие (< 30 мм) клубни картофеля сортов Першацвет, Нара и Рубин.

Предмет исследований – продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля.

Проведен трехфакторный опыт:

фактор А – сорт;

фактор В – размер клубней: крупные (> 60 мм), средние (30–60 мм) и мелкие (< 30 мм);

фактор С – год (погодные условия в период вегетации).

Технология возделывания – общепринятая при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 см.

Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая.

В качестве предшествующей культуры в севообороте использовали озимый рапс на маслосемена.

Минеральные удобрения вносили из расчета 90 кг/га д. в. азота (сульфат аммония), 60 кг/га д. в. фосфора (аммонизированный суперфосфат) и 150 кг/га д. в. калия (хлористый калий).

Посадку картофеля проводили в 1-й декаде мая, уборку – во 2-й декаде сентября.

За две недели до уборки была удалена ботва механическим способом. Уборка картофеля выполнялась вручную с отбором опытного материала и дальнейшей закладкой клубней на хранение.

В годы проведения исследований метеорологические условия отличались друг от друга, что позволило достоверно оценить влияние условий выращивания (фактор С – год) на продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля (рис. 1 и 2).

В мае 2018 г. среднесуточная температура превышала среднееголетнюю на 3,5 °С, а в 2019 г. – на 0,4 °С и составила соответственно 17,2 и 14,1 °С при норме 13,7 °С. В 2019 г. количество атмосферных осадков составило 58,3 мм, что несущественно ниже нормы (60,0 мм), тогда как в 2018 г. – 27,0 мм (–33,0 мм). Май 2018 г. характеризовался как очень засушливый, а 2019 г. – оптимальный для выращивания картофеля, ГТК составил 0,50 и 1,32 соответственно.

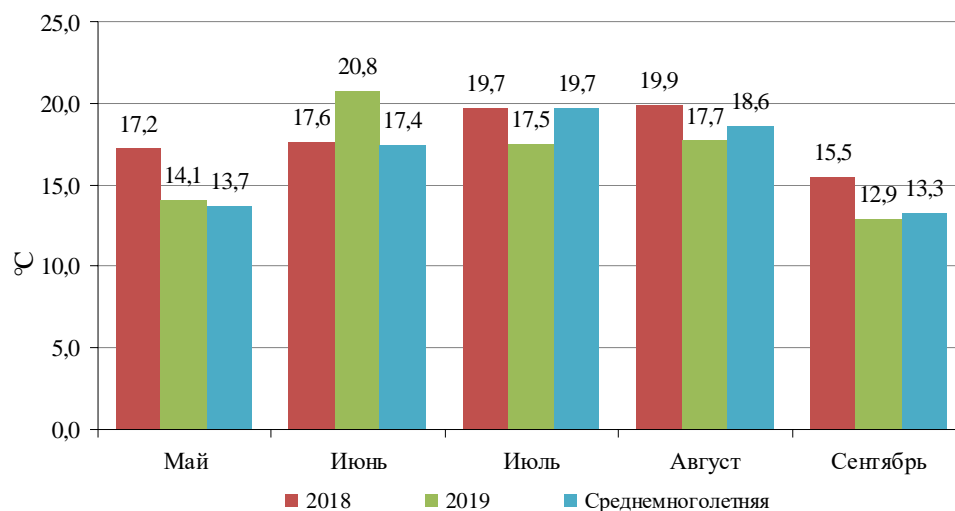


Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха по месяцам за 2018–2019 гг., °С (агromетеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

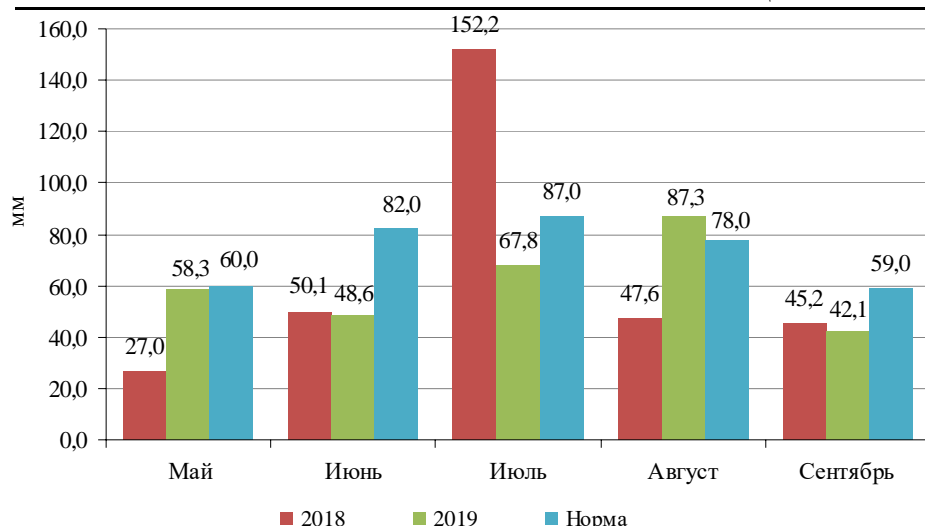


Рисунок 2 – Количество осадков по месяцам за 2018–2019 гг., мм
(агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

Среднесуточная температура в июне 2018 г. поднялась до 17,6 °С (при норме 17,4 °С), а в 2019 г. – до 20,8 °С (+3,4 °С к норме). Осадков выпало меньше нормы (82,0 мм): в 2018 г. на 31,9 мм (50,1 мм), в 2019 г. на 33,5 мм (48,6 мм). Июнь был засушливым для картофеля как в 2018 г., так и в 2019 г., ГТК составил 0,94 и 0,77 соответственно. Июль 2018 г. характеризовался температурой, близкой к среднегодовой, – 19,7 °С, в 2019 г. она была существенно ниже – 17,7 °С (–2,2 °С). Осадков в 2018 г. выпало на 65,2 мм больше нормы (87,0 мм) – 152,2 мм, в 2019 г. – на 19,2 мм ниже нормы – 67,8 мм. Июль 2018 г. был влажным, а 2019 г. – слабозасушливым, с ГТК 2,41 и 1,24 соответственно. В августе 2018 г. среднесуточная температура воздуха была выше среднегодовой (18,6 °С) на 1,3 °С (19,9 °С), в 2019 г. – на 0,9 °С ниже (17,7 °С). Количество выпавших осадков в 2018 г. составило 47,6 мм, не превысив нормы (78,0 мм), в 2019 г. – 87,3 мм, что выше нормы на 9,3 мм. Август 2018 г. был засушливым для картофеля (ГТК – 1,05), 2019 г. – оптимальным (ГТК – 1,59). Среднесуточная температура воздуха в сентябре 2018 г. была выше среднегодовой (13,3 °С) на 2,2 °С и составила 15,5 °С, а в 2019 г. – на 0,4 °С ниже (12,9 °С). За месяц в 2018 г. количество выпавших осадков не превысило нормы (59,0 мм), показатель составил 45,2 мм (–13,8 мм), а в 2019 г. – 42,1 мм (–16,9 мм). Сентябрь 2018 г. для картофеля был засушливым, а 2019 г. – слабозасушливым, ГТК за месяц – 0,97 и 1,08 соответственно.

Среднесуточная температура воздуха за период от посадки до уборки в 2018 г. была на 1,5 °С выше среднегодовой (16,5 °С) и составила 18,0 °С, а в 2019 г. на уровне среднегодовой – 16,6 °С (+0,1 °С). За установленный период количество выпавших осадков не превысило нормы (366,0 мм), всего выпало 322,1 мм в 2018 г. (–43,9 мм) и 304,1 мм – в 2019 г. (–61,9 мм). Вегетационные периоды 2018 и 2019 гг. для картофеля характеризовались как слабозасушливые, ГТК составил 1,24 и 1,19 соответственно.

Исследования выполняли согласно «Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля» и «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова [18, 19]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена программой Statistica 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В период проведения исследований среднесуточная температура воздуха при определении продолжительности физиологического периода покоя клубней картофеля варьировала от 18,3 до 19,8 °С, а относительная влажность воздуха – в пределах 85–95 %.

В результате проведенных исследований установлено, что продолжительность покоя клубней картофеля зависела не только от сорта, но и от размера клубня, а также от года исследования (табл. 1).

Максимальная продолжительность физиологического покоя клубней картофеля отмечена у раннего сорта Першацвет независимо от их размера и сезона хранения (условия года), а минимальная – у сорта Нара (2018–2019 гг.) и Рубин (2019–2020 гг.). Изучаемый показатель варьировал у сорта Першацвет от 81,9 сут (крупные клубни в 2018–2019 гг.) до 104,8 сут (мелкие клубни в 2019–2020 гг.), Нара от 66,8 сут (крупные клубни в 2018–2019 гг.) до 81,3 сут (мелкие в 2018–2019 гг.) и у сорта Рубин от 66,8 сут (крупные в 2019–2020 гг.) до 83,3 сут (мелкие клубни в 2019–2020 гг.).

Определено, что продолжительность физиологического покоя крупных клубней сорта Першацвет в сезон хранения 2018–2019 гг. была больше, чем у сортов Нара и Рубин, на 15,1 и 9,2 сут, средних – на 17,2 и 7,9 и мелких на 5,8 и 6,7 сут; в сезон хранения 2019–2020 гг. – на 24,7 и 30,3 сут; 20,8 и 34,3; 13,7 и 21,5 сут соответственно.

Установлено, что продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля зависит от их размера. Максимальная продолжительность физиологического покоя, которая изменялась в среднем от 80,4 сут (Рубин, в сезон хранения 2018–2019 гг.) до 104,8 сут (Першацвет, 2019–2020 гг.), характерна для мелких клубней, а минимальная, которая изменялась от 66,8 сут (Нара, 2018–2019 гг. и Рубин, 2019–2020 гг.) до 97,1 сут (Першацвет, 2019–2020 гг.), – для крупных.

Анализ данных показал, что в сезон хранения 2019–2020 гг. наименьшая разность в показателях физиологического периода покоя между мелкими и средними клубнями отмечена у сорта Першацвет – 1,6 сут (104,8 и 103,2 сут), наибольшая у сорта Рубин – 14,4 сут (83,3 и 68,9 сут). Между мелкими и крупными клубнями диапазон составил от 5,2 сут у сорта Першацвет в 2018–2019 гг. (87,1 и 81,9 сут) до 18,7 сут у сорта Нара в 2019–2020 гг. (91,1 и 72,4 сут). У сорта Нара была отмечена минимальная разница

Таблица 1 – Продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля в зависимости от сорта, года и размера клубня за 2018–2020 гг., сут

Сорт	Год	Статистический показатель	Размер клубня		
			крупный (> 60 мм)	средний (30–60 мм)	мелкий (< 30 мм)
Першацвет	2018–2019	\bar{x}	81,9	84,2	87,1
		min–max	72,2–89,5	72,6–90,4	67,0–104,5
	2019–2020	\bar{x}	97,1	103,2	104,8
		min–max	86,8–108,6	81,0–119,0	69,0–122,0
Нара	2018–2019	\bar{x}	66,8	67,0	81,3
		min–max	60,8–77,5	56,0–90,4	60,0–95,3
	2019–2020	\bar{x}	72,4	82,4	91,1
		min–max	64,0–82,3	70,8–91,0	65,0–115,0
Рубин	2018–2019	\bar{x}	72,7	76,3	80,4
		min–max	64,5–82,8	65,0–89,6	67,0–111,0
	2019–2020	\bar{x}	66,8	68,9	83,3
		min–max	61,0–79,0	60,0–84,0	60,0–117,5

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

в продолжительности физиологического покоя между средними и крупными клубнями – 0,2 сут (67,0 и 66,8 сут) в сезон хранения 2018–2019 гг. и максимальная – 10,0 сут (82,4 и 72,4 сут) в сезон 2019–2020 гг.

Независимо от года исследований и размера клубня наибольшая продолжительность физиологического периода покоя клубней была характерна для сорта Першпацвет. Продолжительность покоя клубней сортов Нара и Рубин в зависимости от их размера была в пределах НСР и не имела статистически достоверной разности (табл. 2).

Установлено, что продолжительность физиологического покоя клубней сорта Першпацвет варьировалась от 89,5 сут у крупных клубней до 96,0 сут (+6,5 сут) у мелких, у средних он составил 93,7 сут (+4,2 сут), что на 19,9; 9,8 и 19,0 сут, больше, чем у сорта Нара, и на 19,7; 14,2 и 21,1 сут соответственно больше, чем у сорта Рубин.

Наименьшая разница в продолжительности физиологического покоя в зависимости от размера клубня наблюдалась: между крупными и средними клубнями – от 2,8 сут (Рубин) до 5,1 (Нара), у сорта Першпацвет – 4,2 сут; между крупными и мелкими от 6,5 сут (Першпацвет) до 16,6 (Нара), у сорта Рубин – 12,0 сут; между средними и мелкими – от 2,3 сут (Першпацвет) до 11,5 (Нара), у сорта Рубин – 9,2 сут.

Определено, что продолжительность физиологического покоя клубней картофеля зависела от условий года независимо от сорта. Основным фактором выступала среднесуточная температура воздуха в период вегетации. В проведенных исследованиях данный показатель был выше в период хранения 2019–2020 гг. Это связано с тем, что среднесуточная температура воздуха за период от посадки до уборки в 2019 г. была на 1,6 °С ниже, чем в 2018 г., а следовательно, клубни в поле накопили меньше эффективных температур (табл. 3).

Таблица 2 – Продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля в зависимости от сорта и размера клубня, среднее за 2018–2020 гг., сут

Сорт	Статистический показатель	Размер клубня		
		крупный (> 60 мм)	средний (30–60 мм)	мелкий (< 30 мм)
Першпацвет	\bar{x}	89,5	93,7	96,0
	min–max	72,2–108,6	72,6–119,0	67,0–122,0
Нара	\bar{x}	69,6	74,7	86,2
	min–max	60,8–82,3	56,0–91,0	60,0–115,0
Рубин	\bar{x}	69,8	72,6	81,8
	min–max	61,0–82,8	60,0–89,6	60,0–117,5
НСР ₀₅	–	5,2		

Таблица 3 – Продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля в зависимости от года и размера клубня, среднее за 2018–2020 гг., сут

Сезон хранения	Статистический показатель	Размер клубня		
		крупный (> 60 мм)	средний (30–60 мм)	мелкий (< 30 мм)
2018–2019	\bar{x}	73,8	75,8	82,9
	min–max	60,8–89,5	56,0–90,4	60,0–111,0
2019–2020	\bar{x}	78,8	84,8	93,1
	min–max	61,0–108,6	60,0–119,0	60,0–122,0
НСР ₀₅	–	4,6		

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Исходя из данных таблицы 3 установлено, что в среднем по сортам в сезон хранения 2018–2019 гг. наибольший период покоя был отмечен у мелких клубней – 82,9 сут, что на 7,1 сут больше, чем у средних (75,8 сут), и на 9,1 сут больше, чем у крупных клубней (73,8 сут). В сезон хранения 2019–2020 гг. максимальный период покоя отмечен у мелких клубней – 93,1 сут, минимальный у крупных – 78,8, у средних клубней он составил 84,8 сут. Период покоя у мелких клубней был на 14,3 сут больше, чем у крупных, и на 8,3 сут больше, чем у средних.

Анализ данных показал, что метеорологические условия года (фактор С – год) оказали непосредственное влияние на продолжительность физиологического периода покоя независимо от размера клубня. В сезон хранения 2019–2020 гг. период покоя крупных клубней был больше на 5,0 сут, чем в сезон 2018–2019 гг., средних и мелких клубней – на 9,0 и 10,2 сут соответственно.

В результате статистической обработки полученных данных установлено, что продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля является сортовой особенностью, доля влияния которой – 45,91 %, что подтверждается и ранее проведенными исследованиями. Данный показатель существенно зависит от размера клубня, доля влияния которого составляет 23,36 %. Фактор С и взаимодействие факторов А и С оказывают несущественное влияние – 9,54 и 11,45 % соответственно. Влияние других комбинаций взаимодействия факторов было незначительным (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что продолжительность физиологического покоя клубней картофеля зависела от сорта, размера клубня и года исследования. Максимальная продолжительность покоя отмечена у мелких клубней, которая в среднем изменялась от 80,4 сут (Рубин) до 104,8 сут (Першацвет), минимальная – у крупных и изменялась от 66,8 сут (Нара и Рубин) до 97,1 сут (Першацвет).

Независимо от года исследований и размера клубня наибольшая продолжительность физиологического покоя клубней наблюдалась у сорта Першацвет.

Наибольший период покоя был отмечен в сезон хранения 2019–2020 гг. по всем сортам и фракционным размерам клубней. Это связано с количеством активных температур, накопленных клубнями за вегетационный период 2019 г., который был на 1,4 °С

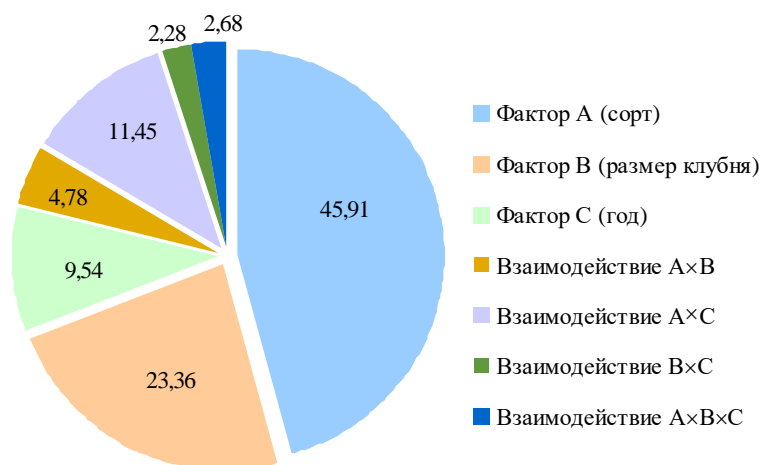


Рисунок 3 – Доля влияния факторов и их взаимодействия на продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля за 2018–2020 гг., %

меньше (холоднее), чем в 2018 г. В сезон хранения 2019–2020 гг. период покоя крупных клубней был на 5,0 сут больше, чем в сезон 2018–2019 гг., средних – на 9,0 сут и мелких клубней – на 10,2 сут.

Продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля является сортовой особенностью на 45,91 %. Фракционный размер клубней оказал влияние на 23,36 %.

Список литературы

1. Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (*Solanum tuberosum* L.) / R. Cabello, P. Monneveux, F. de Mendiburu, M. Bonierbale // *Euphytica*. – 2013. – Vol. 193, № 2. – P. 147–156.
2. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков, В. Н. Зейрук, С. Н. Еланский, С. В. Мальцев ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва им. А. Г. Лорха, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М. : Картофелевод, 2007. – 191 с.
3. Вечер, А. С. Физиология и биохимия картофеля / А. С. Вечер, М. Н. Гончарик ; АН БССР, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Мн. : Наука и техника, 1973. – 264 с.
4. Физиология сельскохозяйственных растений : в 12 т. / Моск. гос. ун-т ; гл. ред. Б. А. Рубин. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1967–1971. – Т. 12 : Физиология картофеля и корнеплодов / отв. ред. Н. Г. Потапов. – 1971. – 372 с.
5. Assessment of morphophysiological traits for selection of heat-tolerant potato genotypes / U. Demirel, S. Çalişkan, C. Yavuz [et al.] // *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. – 2017. – Vol. 41, № 3. – P. 218–232.
6. Бульба : попул. энцикл. справ. по биологии, возделыванию, хранению и использованию картофеля в кулинарии / редкол.: Б. И. Саченко (гл. ред.) [и др.]. – Мн. : Беларус. энцикл., 1994. – 350 с.
7. Картофель / Н. Д. Гончаров, А. П. Савченко, П. И. Альсмик [и др.] ; под ред. Н. А. Дорожкина. – Мн. : Ураджай, 1972. – 448 с.
8. Банадысев, С. А. Хранение семенного картофеля / С. А. Банадысев. – М. : КнигИздат, 2020. – 292 с.
9. Гусев, С. А. Хранение картофеля / С. А. Гусев, Л. В. Метлицкий. – М. : Колос, 1982. – 221 с.
10. Справочник картофелевода / З. А. Дмитриева, М. Г. Забара, А. А. Войтковская [и др.] ; под ред.: Н. А. Дорожкина, З. А. Дмитриевой, А. А. Богдановского. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Мн. : Ураджай, 1989. – 304 с.
11. Хранение картофеля / К. А. Пшеченков, В. Н. Зейрук, С. Н. Еланский [и др.]. – М. : Агроспас, 2016. – 127 с.
12. Рост и развитие картофеля : сб. ст. / пер. с англ. Н. А. Емельяновой ; под общ. ред. и с предисл. В. П. Кирюхина. – М. : Колос, 1966. – 391 с.
13. Сердюков, В. А. Влияние агротехнических условий выращивания (ширины междурядий 75 и 90 см) на продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля различных групп спелости / В. А. Сердюков, В. Л. Маханько // *Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько [и др.]. – Мн., 2020. – Т. 28. – С. 114–123.*
14. Сердюков, В. А. Влияние ширины междурядий на температуру почвы в зоне расположения картофеля и продолжительность физиологического периода покоя

клубней / В. А. Сердюков // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2. – С. 84–89.

15. Жоровин, Н. А. Условия выращивания и потребительские качества картофеля / Н. А. Жоровин. – Мн. : Ураджай, 1977. – 175 с.

16. Комплексные удобрения в технологии возделывания картофеля на дерново-подзолистых почвах / Г. В. Пироговская, О. И. Исаева, С. С. Хмелевский, В. И. Сороко // Почвоведение и агрохимия. – 2017. – № 1 (58). – С. 153–169.

17. Гольберг, М. А. Опасные явления погоды и урожай / М. А. Гольберг, В. Г. Волобуева, А. А. Фалей. – Мн. : Ураджай, 1988. – 120 с.

18. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

19. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев, А. М. Старовойтов, И. И. Колядко [и др.]; М-во сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь. – Мн. : [б. и.], 2003. – 71 с.

Поступила в редакцию 02.12.2025 г.

V. A. SERDYUKOV, D. D. FITSURO, S. N. MARTYNYENKO,
D. S. GASTILO, V. V. ANTSIPOVICH, V. D. TARAKANOVA,
L. A. MANTSEVICH

DURATION OF THE PHYSIOLOGICAL DORMANCY PERIOD OF POTATO TUBERS DEPENDING ON THEIR FRACTIONAL SIZE AND VARIETY

SUMMARY

The results of a study to determine the duration of the physiological dormancy period of potato tubers of the Pershatsvet, Nara, and Rubin varieties are presented, depending on their size: large (> 60 mm), medium (30–60 mm), and small (< 30 mm). It was found that the duration of this period is 45.91 % dependent on the varietal characteristics and depended on tuber size and the year of study.

Pershatsvet potato tubers are characterized by the longest physiological dormancy period, which depends on weather conditions and was longer during the 2019–2020 storage season.

Key words: potato; variety; tuber; fractional size of tubers; physiological dormancy period.

УДК 635.21:632.35

В. И. Халаева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

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

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследований по изучению пораженности растений картофеля бактериальными болезнями. У обследованных сортов преобладало поражение надземного стебля, наблюдаемое у 31,3–85,0 % сортименнта. Корневая система была поражена у 25,0–62,5 % сортов, комплексное проявление отмечено у 18,8–32,1 % сортового состава. В годы исследований установлено, что средняя пораженность растений картофеля бактериозами с проявлением на корневой системе достигала 13,7 %, на надземном стебле – 20,0 %. В структуре пораженных сортов иностранного происхождения признаки проявления бактериальной гнили на корневой системе отмечены у 8,3–45,5 % сортов, на надземном стебле – 36,4–83,4, комплексное – у 8,3–27,8 %. На сортах отечественной селекции встречаемость бактериальных болезней на корневой системе составила 26,7–71,4 %, на надземном стебле – 14,3–46,7, комплексное проявление – 14,3–26,7 %.

Ключевые слова: бактериальные болезни; пораженность; распространенность; форма проявления; корневая система; надземный стебель; сорт; картофель.

ВВЕДЕНИЕ

Бактериальные болезни в мире занимают второе место после фитофтороза по экономической значимости [14] и являются одним из важных биотических факторов, препятствующих производству картофеля [4]. Потери урожая клубней от бактериозов составляют 10–15 %, а в годы эпифитогийного развития могут превышать 50 % [6, 24]. Ученые считают, что из-за повышения температуры и изменения характера выпадения осадков вредоносность бактериозов, а также экономические затраты будут возрастать. Так, при увеличении среднесуточной температуры в летний период на 3–4 °С распространенность бактериозов повышается в 2 раза, а пораженность растений – на 30–50 % [3, 11].

Наиболее распространенными в посадках картофеля являются черная ножка и кольцевая гниль. Черная ножка обусловлена различными видами пектолитических грамотрицательных энтеробактерий из родов *Pectobacterium* (ранее *Erwinia*) и *Dickeya* [1, 2, 6, 20]. На растениях болезнь может проявляться в виде увядания и гибели ростков или в виде характерного некроза корневой системы и загнивания стеблей [20]. Корневая часть, как правило, сгнивает и растение легко выдергивается из почвы [23], но иногда отрывается у корневой шейки [17]. Растения низкорослые, увядшие и имеют жесткий прямостоячий вид. Листья становятся хлоротичными и загибаются вверх по краям [4]. На стебле, на уровне с почвой могут появиться черные или темно-коричневые пятна размяченной ткани [13]. Следует отметить, что не на каждом стебле, выросшем из инфицированного материнского клубня, проявляются симптомы болезни. Над загнившей зоной листья желтеют, увядают и погибают. Стебель размягчается, высвобождая бактериальную массу [9]. Во влажную прохладную

погоду развитие болезни часто протекает как загнивание молодых тканей верхних частей стебля в виде сплошного ослизнения темно-зеленого цвета – «плывущий стебель» [17].

Основным источником инфекции считается семенной материал [2, 12, 23]. Кроме того, бактерии могут сохраняться в необработанных местах хранения картофеля, в растительных остатках в поле [7, 23].

Развитие черной ножки зависит от температуры, количества осадков, относительной влажности воздуха [12]. Для бактерий *Pectobacterium* spp. предпочтительными являются прохладные (температура 18–25 °С) и влажные условия. Для *Dickeya* spp. более благоприятен повышенный температурный фон – 28 °С и более [14]. Оптимальной температурой для проявления черной ножки является 21–26 °С, но стеблевая форма может развиваться и при более низких значениях – 16–18 °С [12, 15].

Кольцевая гниль в период вегетации проявляется в виде увядания надземной части растений [12]. Чаще всего первые признаки появляются к фазе цветения либо позже на одном или нескольких стеблях в кусте. При посадке инфицированным семенным материалом часть клубней может сгнить в почве, а из остальных вырастают растения, на которых симптомы болезни обнаруживаются на ранних этапах [7, 12, 14]. Для пораженных растений характерны сближенные междоузлия и листья, кусты выглядят карликовыми. Листовая ткань между жилками становится палево-желтого оттенка и листья приобретают некротический характер. Верхние листья желтеют, отдельные из них скручиваются в одном направлении, а нижние – становятся тонкими и вялыми, часто с закрученными вверх краями [13]. В годы с влажной и прохладной погодой болезнь может длительно протекать в латентной форме, а затем все стебли увядают и одновременно отмирают [12]. В отличие от поражения черной ножкой, основание стеблей не размочаливается, и они труднее выдергиваются из почвы [21].

Возбудителями кольцевой гнили являлись *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* и *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, который обладает более высокой инфекционностью и агрессивностью при поражении растений в поле. Основным источником инфекции – пораженные клубни, растительные остатки [12] и необработанные места хранения [23].

Визуальная симптоматика проявления бактериозов может быть схожа с болезнями, вызываемыми патогенами грибной этиологии или физиологическим старением растений, особенно при определенных погодных условиях. Так, например, в жарких и сухих условиях черную ножку, вызванную видами *Dickeya* spp., легко спутать с вертикальным увяданием [1], симптомами кольцевой или бурой гнили [2].

В связи с вышеизложенным высокая вредоносность бактериозов обуславливает необходимость постоянного мониторинга распространения бактериальных болезней в посадках сортов картофеля, возделываемых в республике, что и явилось целью данных исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Изучение встречаемости бактериозов в посадках картофеля проводилось в 2021–2023 гг. путем маршрутных обследований производственных массивов культуры в хозяйствах республики, сортов, произраставших в условиях конкурсного испытания на государственных сортоиспытательных станциях и государственных сортоиспытательных участках, а также на опытном поле РУП «Институт защиты растений». За годы исследований проанализировано 64 сорта: в 2021 г. – 20, в 2022 г. – 28, в 2023 г. – 16.

В посадках картофеля в фазе цветения проводили визуальную диагностику растений с симптомами поражения бактериальной инфекцией [22]. Отбирали пробы

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

из растений с явными признаками бактериозов, этикетировали и в лабораторных условиях осуществляли анализ пораженных тканей с изучением особенностей, характерных для болезней бактериального происхождения: осмотр поперечного среза, наличие маслянистости и водянистости [21].

Для подтверждения присутствия в растительном материале бактериальной инфекции проводили тестирование на питательной среде. Отобранные растения промывали под проточной водой, стерильным скальпелем вырезали часть пораженной поверхности (корень/стебель) с внешне здоровой растительной тканью и помещали на 1 минуту в этиловый спирт. Затем промывали в нескольких порциях стерильной воды и раскладывали в чашки Петри на поверхность картофельно-глюкозного агара. Чашки инкубировали в термостатах в течение 3–5 дней (до появления бактериального роста) при температуре 24 и 28 °С [18, 25].

Распространенность бактериозов в зависимости от симптоматики проявления болезни оценивали в период вегетации в массивах каждого сорта, руководствуясь общепринятыми методиками [16] с последующим усреднением значений в разрезе республики.

Структуру пораженности (%) бактериозами сортов картофеля отечественного и импортного производства рассчитывали как отношение количества сортов с признаками поражения корневой системы, надземного стебля или комплекса (корневая система и стебель) к общему количеству пораженных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенного фитосанитарного мониторинга посадок картофеля выявлено присутствие бактериозов в агроценозах культуры. Визуальный анализ симптомов болезней на растениях картофеля и оценка цвета колоний (важный диагностический признак большинства фитопатогенных бактерий) в лабораторных условиях на питательной среде [18, 25] свидетельствуют о бактериальной этиологии обнаруженных болезней. Учитывая то, что внешние признаки бактериозов на растениях разных сортов картофеля могут варьировать [12], симптоматику болезней (черной ножки и кольцевой гнили) в зависимости от погодных условий, степени инфицированности семенного материала и сроков проявления возможно спутать [1, 8, 12], а также, учитывая способность бактерий находиться в латентном виде и обнаруживаться в смешанной инфекции [19], было решено дифференцировать болезни по форме проявления поражений [13] на отдельных органах растения-хозяина. Проведенная визуальная диагностика надземных и подземных частей картофеля позволила обнаружить следующие формы проявления бактериозов на растениях: корневая система, надземный стебель и комплексное поражение (корневая система и стебель).

Установлено, что в 2021 г. доминирующим было поражение растений в форме проявления гнили на отдельных увядших и упавших на землю надземных стеблях. Подобные симптомы отмечены у большинства изучаемых сортов (17 шт., или 85 %) из числа обследованных. При визуальном осмотре поперечного среза подобных стеблей отмечено побурение сосудистой системы и выделение белой слизистой массы, что является характерным признаком кольцевой гнили [5, 12]. Следует отметить, что в обследованных посадках картофеля реже встречались симптомы бактериальных болезней в форме проявления на корневой системе в виде некроза нижней части стебля, корневой шейки и корней, окрашенных в черный цвет и являющихся диагностическим признаком черной ножки [5]. Описанное проявление бактериозов было отмечено у 5 сортов, или 25 % из числа обследованных (Скарб, Манифест, Бриз,

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

Нара, Коннект). Причем на этих же сортах диагностировано комплексное поражение как подземных, так и надземных частей растений (рис. 1).

В результате проведенного фитосанитарного мониторинга агроценозов культуры в 2022 г. установлено, что по сравнению с предыдущим годом увеличилось количество сортов с видимым поражением корневой системы и комплекса подземных и надземных частей растений, обнаруженным у 15 (53,6 %) и 9 (32,1 %) сортов соответственно. В то же время снизилась встречаемость бактериозов, проявляющихся гнилью надземной части растений, отмеченной у 11 сортов (39,3 %).

За годы исследований в условиях 2023 г. было задействовано меньше всего сортов, при этом большинство из них были с признаками поражения корневой системы – 62,5 %. Бактериозная гниль на стеблях обнаружена на 5 сортах (31,3 %), таких как Королева Анна, Гала, Юлия, Челленджер, Инноватор. Редким проявлением болезней бактериальной этиологии стало комплексное поражение растений, наблюдаемое только у 3 сортов (18,8 %) из 16 обследованных.

Анализ распространенности бактериозов на корневой системе растений в посадках картофеля показал, что максимальная пораженность отмечена в 2022 и 2023 гг. – 50 и 30 % соответственно. В 2021 г. распространенность данной формы проявления бактериозов была незначительной и составила 9 %. Минимальный количественный показатель в годы исследований варьировал от 1 до 5 %. В среднем пораженность корневой системы растений бактериальной гнилью не превышала 13,7 % (рис. 2).

Максимальная распространенность бактериозов с видимыми признаками поражения стеблей растений картофеля составила 15–40 %, минимальное значение достигало 10 %, что в 2 раза превышало показатели распространенности болезни на корневой системе. В среднем встречаемость бактериозов стеблей в агроценозах картофеля находилась в пределах 6,2–20,0 % (рис. 3).

Бактериальные болезни картофеля являются важнейшей проблемой семеноводства, что отмечено учеными разных стран, в том числе Беларуси. Исследованиями М. И. Жуковой и Г. М. Середы за 2006–2011 гг. [10] установлено наличие черной ножки в элитных посадках картофеля на опытном поле РУП «Институт защиты растений»

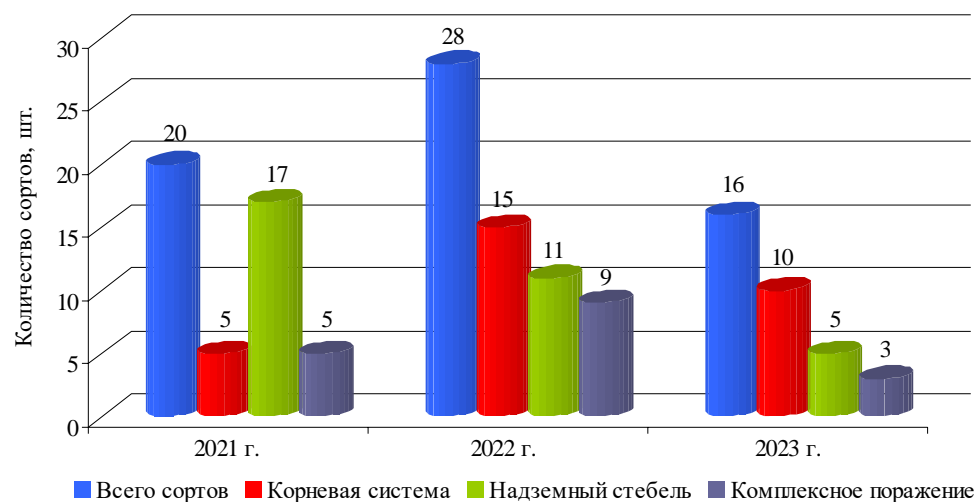


Рисунок 1 – Динамика пораженности бактериальными болезнями растений картофеля (маршрутные обследования)

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

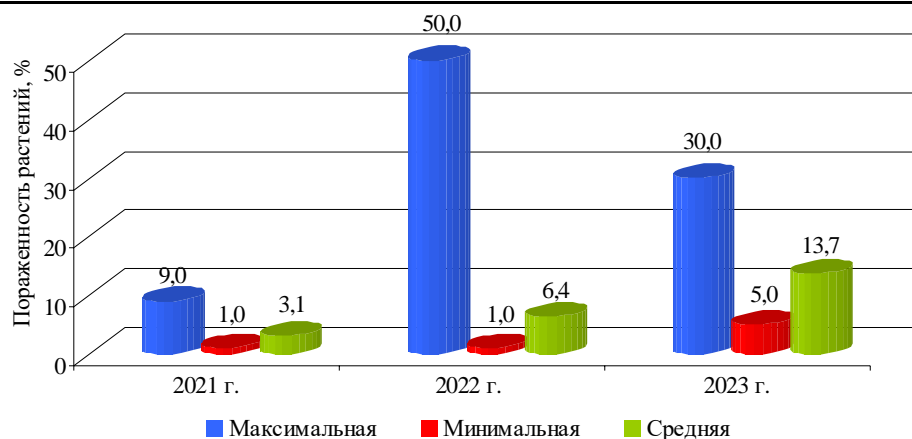


Рисунок 2 – Распространенность бактериозов на корневой системе растений картофеля (маршрутные обследования), %

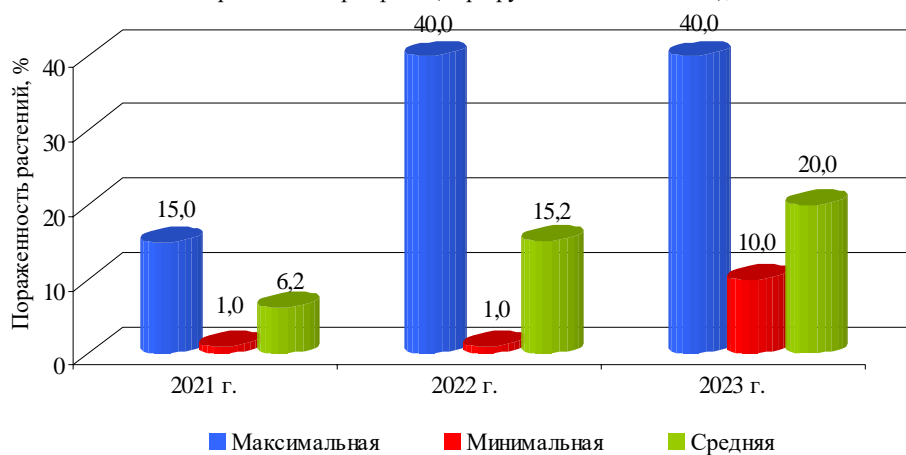


Рисунок 3 – Распространенность бактериозов на надземной части растений картофеля (маршрутные обследования), %

с распространенностью 1,3–3,8 %. Не отмечено снижение встречаемости бактериозов и в изучаемые годы, о чем свидетельствует мониторинг пораженности растений. Так, распространенность бактериозов в 2021 г. на корневой системе составила 3,6 %, на надземном стебле – 6,4, в 2022 г. – 1,7 и 3,3 % соответственно. В 2023 г. в посадках картофеля на опытном поле диагностировано визуальное проявление только черной ножки с распространенностью 16,1 %.

К основным факторам, обуславливающим фитосанитарную напряженность по бактериозам картофеля и усиление их вредоносности, российские ученые относят завоз зараженного посадочного семенного материала из стран Западной Европы. Причем импорт не только семенного фонда картофеля, но и овощей и фруктов из субтропической зоны, вероятно, мог стать причиной массового распространения в Российской Федерации представителей рода *Dickeya* и *Pectobacterium* [2].

В годы исследований изучение фитосанитарной ситуации по бактериозам проведено в посадках как отечественных, так и импортных сортов картофеля. Всего было проанализировано от 16 до 28 сортов с преобладанием отечественной селекции в два

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

последних года. Так, в 2021 г. доля отечественной селекции составила 9 сортов (45,0 %), иностранной – 11 (55,0), в 2022 г. – 15 (53,6) и 13 (46,4), в 2023 г. – 9 (56,3) и 7 сортов (43,7 %) соответственно. Таким образом, в агроценозах культуры доля сортов импортного производства варьировала от 43,7 до 55,0 %, отечественного – от 45,0 до 56,3 % исследуемого ассортимента.

Анализ пораженности обследованных сортов картофеля иностранной селекции показал, что в годы исследований доминировала форма проявления болезни на надземном стебле растений, выявленная у 36,4–83,4 % сортов от числа пораженных. Также на сортах иностранной селекции часто фиксировалось видимое поражение корневой системы, обнаруженное у 8,3–45,5 % пораженных сортов. Немного реже отмечался комплекс признаков болезни на корневой системе и надземных стеблях, наблюдаемый у 8,3–27,8 % сортов (рис. 4).

В то же время более частым проявлением поражения растений картофеля отечественных сортов являлась корневая система, отмечаемая у 26,7–71,4 % (рис. 5).

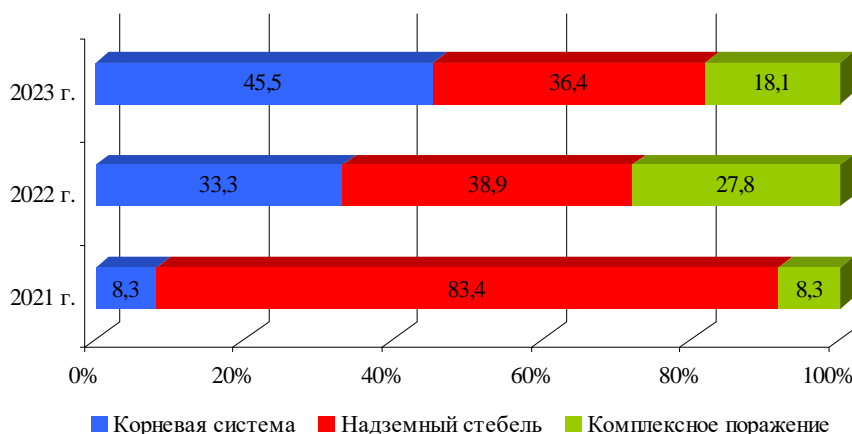


Рисунок 4 – Структура пораженности бактериозами сортов картофеля иностранной селекции (маршрутные обследования), %

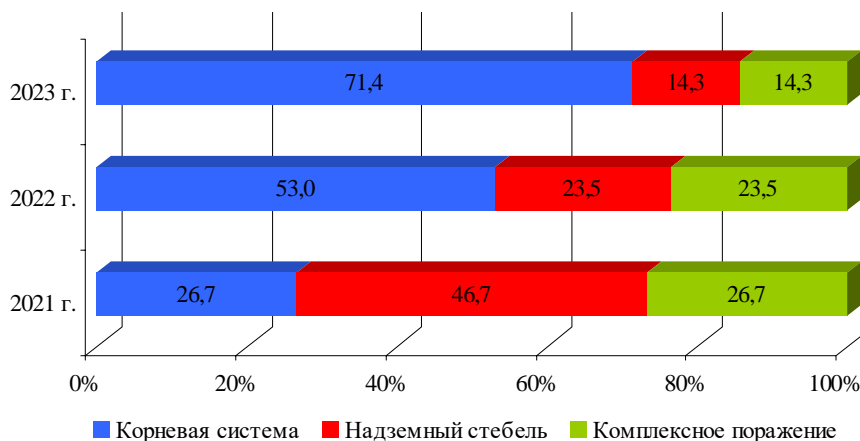


Рисунок 5 – Структура пораженности бактериозами сортов картофеля отечественной селекции (маршрутные обследования), %

Визуальные признаки поражения корневой системы и стеблей бактериальными болезнями фиксировались у меньшего количества сортов. Установлено, что подобная форма проявления бактериозов за годы исследований отмечена у 14,3–26,7 % пораженных сортов.

Таким образом, в годы исследований преобладающей формой проявления бактериозов являлись симптомы на надземном стебле, обнаруженные у 41,2 % сортов, визуальные признаки гнили на корневой системе отмечены у 37,5 %, а комплексное проявление наблюдалось у 21,3 % от общего количества пораженных сортов за три вегетационных периода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фитосанитарный мониторинг агроценозов культуры показал ежегодное поражение растений бактериозами. Проведенная визуальная диагностика надземных и подземных частей картофеля позволила обнаружить три формы проявления бактериальных болезней на растениях: поражение корневой системы, надземного стебля и комплексное поражение. В изучаемые годы в разрезе обследуемого сорта картофеля на растениях чаще обнаруживалась гниль надземного стебля, выявленная у 31,3–85,0 % сортов. Реже в посадках отмечено комплексное проявление бактериального поражения растений, зарегистрированное у 18,8–32,1 % сортов. При этом в среднем распространенность бактериозов на корневой системе составила 3,1–13,7 %, а на надземной части – 6,2–20,0 %. В структуре пораженных сортов иностранного происхождения доминировало проявление бактериальных болезней на надземном стебле – 36,4–83,4 %. У сортов отечественной селекции преобладали визуальные симптомы проявления бактериальных болезней на корневой системе (26,7–71,4 %).

Список литературы

1. Бактериальные патогены картофеля рода *Dickeya*: мини-обзор по систематике и этиологии заболеваний / А. Н. Игнатов, А. М. Лазарев, Ю. С. Панычева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 1. – С. 123–131.
2. Бактериозы картофеля в Российской Федерации / А. Н. Игнатов, Ю. С. Панычева, М. В. Воронина, Ф. С. Джалилов // Картофель и овощи. – 2018. – № 1. – С. 3–6.
3. Банадысев, С. А. Болезни картофеля, вызванные бактериями: эффективный контроль / С. А. Банадысев // Главный агроном. – 2024. – № 8 (233). – URL: <https://glavagronom.ru/articles/effektivnyy-kontrol-bolezney-kartofelya-vyzvannyh-bakteriyami> (дата обращения: 05.03.2025).
4. Банадысев, С. А. Симптомы бактериальных болезней / С. А. Банадысев // Главный агроном. – 2024. – № 7 (232). – URL: <https://glavagronom.ru/articles/simptomnyy-bakterialnyh-bolezney-kartofelya> (дата обращения: 05.03.2024).
5. Белова, О. Д. Кольцевая гниль и черная ножка картофеля и меры борьбы с ними / О. Д. Белова. – М.: Колос, 1964. – 104 с.
6. Васильева, А. А. Биологические свойства возбудителей черной ножки картофеля и меры защиты : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 4.1.3 / Васильева Анна Андреевна ; Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2024. – 24 с.
7. Васильева, С. В. Бактериальные болезни картофеля и меры борьбы с ними / С. В. Васильева // Картофель и овощи. – 2001. – № 3. – С. 46–47.
8. Дорожкин, Н. А. Болезни картофеля / Н. А. Дорожкин, С. И. Бельская. – Мн.: Наука и техника, 1979. – 248 с.

9. Ерохова, М. Д. «Черная ножка» – опасное для отечественного картофелеводства заболевание / М. Д. Ерохова, М. А. Кузнецова // Аграрная наука. – 2019. – № 3. – С. 44–48.
10. Жукова, М. И. Бактериозы картофеля как фитосанитарная проблема семеноводства / М. И. Жукова, Г. М. Середа // Защита картофеля. – 2014. – № 2. – С. 45–49.
11. Игнатов, А. Н. Распространение бактериальных и фитоплазменных болезней растений в России / А. Н. Игнатов, М. С. Егорова, М. В. Ходыкина // Защита и карантин растений. – 2015. – № 5. – С. 6–9.
12. Интегрированная система защиты картофеля от фитофтороза, грибных, вирусных и бактериальных болезней (практическое руководство) / Н. Я. Кваснюк, Б. И. Гуревич, К. А. Можаяева [и др.] ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации. – М. : Росинформагротех, 2006. – 72 с.
13. Лазарев, А. М. Методы изучения бактериозов картофеля (метод. рекомендации) / А. М. Лазарев ; науч. ред. В. А. Павлюшин ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ защиты растений. – СПб. : ВИЗР, 2001. – 28 с.
14. Лазарев, А. М. О бактериозах картофеля / А. М. Лазарев, А. В. Хютти // Сельскохозяйственные вести. – 2016. – № 1. – URL: <https://agri-news.ru/zhurnal/2016/12016/zashhita-rastenij/o-bakteriozakh-kartofelya.html> (дата обращения: 05.03.2025).
15. Лазарев, А. М. Формирование компьютерной поисковой базы данных по диагностике возбудителей черной ножки картофеля (род *Pectobacterium*) / А. М. Лазарев // Аграрная наука. – 2019. – № 5. – С. 79–83.
16. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений ; под ред. А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга. – Мн. : Колорград, 2024. – 462 с.
17. Новые технологии производства оздоровленного исходного материала в элитном семеноводстве картофеля (рекомендации) / Е. А. Симакон, А. И. Усков, Ю. А. Варицев [и др.]. – М., 2000. – 71 с.
18. Общая фитопатология : учебник / К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2005. – 445 с.
19. Разработка новых иммуноаналитических тест-систем для диагностики черной ножки картофеля, вызываемой бактериями *Dickeya* spp. / Ш. Разо, П. А. Галушка, Ю. А. Варицев [и др.] // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. – 2021. – Т. 6, № 3. – С. 198–214.
20. Распространение возбудителей бактериозов картофеля в РФ / А. Н. Игнатов, Ф. С. Джалилов, А. Н. Карлов [и др.] // Картофель и овощи. – 2014. – № 8. – С. 32–33.
21. Рекомендации по защите картофеля от клубневых гнилей во время хранения / С. А. Турко [и др.] ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодово-овощеводству. – Самохваловичи, 2010. – 56 с.
22. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений / Всерос. НИИ защиты растений ; Г. П. Шуровенкова (ред.). – Воронеж, 1984. – 274 с.
23. Спиглазова, С. Ю. Бактериозы картофеля. Есть ли решение проблемы? / С. Ю. Спиглазова // Картофель и овощи. – 2020. – № 11. – С. 23–27.
24. Стацюк, Н. В. Лабораторные оценки устойчивости растений и клубней картофеля к возбудителям черной ножки и мягкой гнили клубней / Н. В. Стацюк, М. А. Кузнецова // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 1. – С. 111–122.
25. Чумаевская, М. А. Методические указания по изоляции и идентификации фитопатогенных растений / М. А. Чумаевская, Е. В. Матвеева. – М. : Колос, 1986. – 40 с.

Поступила в редакцию 01.12.2025 г.

V. I. HALAEVA

THE OCCURRENCE OF BACTERIAL DISEASES DURING THE POTATO GROWING SEASON

SUMMARY

The results of research on the infection of potato plants with bacterial diseases are presented. The lesion of the aboveground stem prevailed in the examined varieties, observed in 31.3–85.0 % of the assortment. The root system was affected in 25.0–62.5 % of the varieties, a complex manifestation was noted in 18.8–32.1 % of the varietal composition. During the years of research, it was found that the average incidence of potato plants with bacteriosis manifested on the root system reached 13.7%, on the aboveground stem – 20.0 %. In the structure of the affected varieties of foreign origin, signs of bacterial rot on the root system were noted in 8.3–45.5 % of the varieties, on the aboveground stem – 36.4–83.4 %, complex – in 8.3–27.8 %. In domestic varieties, the incidence of bacterial diseases on the root system was 26.7–71.4 %, on the aboveground stem – 14.3–46.7 %, complex manifestation – 14.3–26.7 %.

Key words: bacterial diseases; infestation; prevalence; form of manifestation; root system; aerial stem; variety; potato.

УДК 635.21:632.951.982.4

Н. А. Хох, кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий отделом картофеля

В. М. Макаро, кандидат сельскохозяйственных наук, директор

И. И. Шкляр, научный сотрудник

РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства
Национальной академии наук Беларуси»,

г. Щучин, Гродненская область

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДА ПРОТЕУС, МД ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований по биологической эффективности инсектицида Протеус, МД в борьбе с колорадским жуком на картофеле при его внесении беспилотным летательным аппаратом. Установлено, что применение беспилотного летательного аппарата для внесения инсектицида Протеус, МД (0,50–0,75 л/га) обеспечивает биологическую эффективность на уровне 69,5–98,0 % в зависимости от параметров настройки агродрона и сроков учета. Настройка агродрона на расход рабочего раствора 15 л/га и каплю размером 150 мкм дает возможность проводить обработки с минимально зарегистрированной нормой инсектицида без значительного снижения эффективности.

Ключевые слова: картофель; агродрон; личинка; колорадский жук; инсектицид; норма расхода; размер капли; эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) впервые в Беларуси был зарегистрирован в 1953 г. в приграничных районах Брестской и Гродненской областей и с тех пор является основным вредителем картофеля. Помимо картофеля вредитель повреждает баклажан, томат, физалис, дикорастущий паслен. Известно, что уже при наличии 10 особей/растение потери урожая клубней картофеля могут достигать 15 %, а с увеличением численности до 15 особей продуктивность картофеля снижается до 50 %. Кроме того, при уничтожении колорадским жуком 50 % листовой поверхности (до цветения растений) урожай клубней уменьшается в 2–3 раза, а при 100 %-м объедании листьев – в 6–8 раз [1].

Вредоносность обусловлена его чрезвычайной плодовитостью и прожорливостью. Жуки и личинки повреждают листья картофеля, а при массовом появлении уничтожают все листья, черешки и даже стебли. За месяц каждый жук съедает более 4 г, а личинка около 1 г листовой массы [2].

Основным способом борьбы с вредителем является химический метод с применением наземной техники. Задействование агродронов для данной цели имеет ряд преимуществ. Оперативность защитных мероприятий в меньшей степени зависит от погодных условий, то есть возможно проведение защитных мероприятий непосредственно после затяжных дождей и ливней. Использование беспилотного летательного аппарата (далее – БПЛА) позволяет проводить дифференцированные обработки с учетом участков с численностью вредителя, превышающей пороговую, что невозможно при использовании наземной техники, где требуется проезд по всей площади участка.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

Кроме того, беспилотная авиация дает возможность беспрепятственной работы ночью, что не только позволяет соблюдать регламент применения средств защиты относительно скорости ветра и температур, но и работать в отсутствие пчел и других полезных насекомых, при этом минимизируется контакт человека с пестицидами [3, 4]. Поэтому исследования эффективности применения беспилотной авиации на посадках картофеля являются особенно актуальными.

Цель исследований – определить биологическую эффективность инсектицида в борьбе с личинками колорадского жука при обработке посадок БПЛА.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Место проведения исследований – опытное поле РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства Национальной академии наук Беларуси» (2023–2024 гг.). Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7 м моренным суглинком. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы следующие: рН – 5,6–5,8; содержание подвижного фосфора – 161–194 мг/кг, обменного калия – 176–227 мг/кг почвы, гумуса – 1,4 %. Предшественник – зернобобовые культуры. Повторность 4-кратная. Общая площадь делянки 100 м², учетная – 50 м².

Объект исследований – расход рабочего раствора, размер капли, нормы применения инсектицида, биологическая эффективность.

Инсектицид Протеус, МД вносился при достижении вредителем пороговой численности в минимальной (0,50 л/га) и максимальной норме расхода (0,75 л/га).

Методика исследований. Исследования проводились путем закладки мелкоделяночных полевых опытов. Наблюдения и учеты выполнялись по общепринятым методикам [5, 6]. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью компьютерных программ дисперсионного анализа (А. В. Доспехов) [7].

Учет эффективности инсектицида. Против личинок колорадского жука обработки проводили при заселенности ими более 10 % растений при численности 10–20 и более личинок/растение. Учет численности вредителя осуществляли непосредственно перед обработкой и на 3, 7 и 14-й день после нее. Эффективность рассчитана по формуле Аббота:

$$\mathcal{E} = \frac{K - O}{K} \times 100,$$

где \mathcal{E} – эффективность, выраженная процентом снижения численности вредителя с поправкой на контроль;

К – число живых особей в контроле в данный срок учета;

О – число живых особей в опыте в данный срок учета.

Учет урожая осуществляли сплошным методом поделяночно, товарность (доля клубней размером более 40 мм по наибольшему поперечному диаметру, за исключением травмированных, позеленевших клубней) определяли с 10 кустов каждой повторности.

Качественная характеристика тесноты связи показателей дана на основе расчета коэффициента корреляции и анализировалась по схеме:

Сила связи	Направление связи	
	Прямая (+)	Обратная (–)
Сильная	от +1 до +0,7	от –1 до –0,7
Средняя	от +0,699 до +0,3	от –0,699 до –0,3
Слабая	от +0,299 до 0	от –0,299 до 0

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Оценка метеорологических условий осуществлена по данным агрометеостанции института.

Для анализа условий увлажнения вегетационного периода использован условный показатель – гидротермический коэффициент (ГТК), который рассчитан по формуле, предложенной Г. Т. Селяниновым:

$$K = \frac{R \times 10}{\sum t},$$

где R – сумма осадков за период с температурами выше 10°C , мм;

$\sum t$ – сумма температур за тот же период, $^{\circ}\text{C}$.

При ГТК 0,4–0,7 период характеризуется как очень засушливый, 0,7–1,0 – засушливый, 1,0–1,3 – слабозасушливый, 1,3–1,6 – оптимальный, выше 1,6 – влажный.

Расчет суммы эффективных температур за вегетационный период 2023 г. свидетельствует, что данный показатель превышал климатическую норму на $310,5^{\circ}\text{C}$, при этом сумма осадков ниже климатической нормы на $71,2$ мм (табл. 1).

Оптимальные погодные условия для формирования урожая сложились только в июле (ГТК 1,5), так как июнь отличался избыточным увлажнением (ГТК 2,2), а остальные месяцы характеризовались как очень засушливые, что отрицательно сказалось на характеристике всего вегетационного сезона, который по среднему показателю (ГТК 1,1) классифицирован как слабозасушливый.

Подсчет суммы эффективных температур за вегетационный период 2024 г. свидетельствует, что данный показатель превышал климатическую норму на $491,9^{\circ}\text{C}$, а недобор осадков составил $68,2$ мм. Как показал расчет ГТК, июнь характеризовался климатическими условиями, близкими к оптимальным (ГТК 1,3), июль отмечен повышенной влажностью (ГТК 1,9), а май и сентябрь с ГТК 0,3–0,4 были очень засушливыми. Это в целом отрицательно сказалось на метеорологических условиях

Таблица 1 – Характеристика вегетационного периода, 2023–2024 гг.

Месяц	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$				климатическая норма	Сумма осадков, мм				Гидротермический коэффициент	
	средняя		2024			2023	2024	средняя	2024	2023	2024
	2023	2024	2023	2024							
Май	13,3	15,7	13,1	14,4	23,2	14,4	70,0	0,6	0,3		
Июнь	17,7	18,6	16,0	73,4	117,2	73,4	78,0	2,2	1,3		
Июль	18,6	20,7	18,3	125,0	88,8	125,0	92,0	1,5	1,9		
Август	20,3	20,2	17,4	65,0	39,2	65,0	67,0	0,6	1,0		
Сентябрь	16,9	17,5	12,2	23,0	29,4	23,0	62,0	0,6	0,4		
Сумма за вегетационный период	2 656,2	2 837,6	2 345,7	300,8	297,8	300,8	369,0	1,2	1,1		
+ к климатической норме	+310,5	+491,9	–	–68,2	–71,2	–68,2	–	–	–		

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

вегетационного периода, которые не позволили сортам, задействованным в исследованиях, реализовать их генетический потенциал.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Метеорологические условия оказали непосредственное влияние на формирование популяции колорадского жука. В 2023 г. средняя численность перед обработкой (начало июля) составляла 27,0 личинок/растение и в течение двух недель этот показатель возрос до 58,0 личинок/растение. В 2024 г. при средней температуре воздуха в июле 20,7 °С (+2,4 °С к климатической норме) численность достигла 38,5 личинок/растение, при этом отмечено их быстрое развитие и уход на окукливание, что привело к тому, что спустя две недели после обработки в контрольном варианте зафиксировано только 7,9 личинок/растение. При оценке биологической эффективности инсектицида в зависимости от метода внесения, нормы препарата и параметров настройки агродрона использовались данные в среднем за два года исследований.

Обработка посадок картофеля против колорадского жука начиналась после превышения вредителем порога вредоносности.

Анализ данных, полученных в среднем за два года, показал, что биологическая эффективность инсектицида в зависимости от способа внесения и сроков учета находилась на уровне 69,5–98,0 % (табл. 2).

Как показали учеты, количество личинок вредителя в контрольном варианте за две недели уменьшалось (с 46,4 до 32,9 личинок/растение) в основном из-за ухода личинок старших возрастов на окукливание.

Анализ эффективности инсектицида Протеус, МД в зависимости от способа внесения показал, что на первую дату учета (спустя 3-е суток после обработки) биологическая

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицида Протеус, МД при внесении БПЛА, среднее за 2023–2024 гг.

Способ внесения (фактор А)	Норма расхода инсектицида (фактор В)	Расход рабочего раствора, л/га (фактор С)	Размер капли, мкм (фактор D)	Биологическая эффективность, %		
				Дни после обработки		
				3	7	14
Без обработки	Контроль	–	–	46,4	39,7	32,9
Наземное опрыскивание	Протеус, МД 0,75 л/га	200	–	97,3	90,7	78,3
	Протеус, МД 0,50 л/га		–	93,3	88,1	69,8
БПЛА	Протеус, МД 0,75 л/га	15	50	97,7	91,1	78,0
			150	98,0	91,7	79,2
			250	95,2	89,8	76,5
		20	50	97,7	91,1	77,4
			150	97,5	90,7	78,4
			250	94,6	90,0	75,9
БПЛА	Протеус, МД 0,50 л/га	15	50	95,9	90,6	76,4
			150	96,4	91,1	78,2
			250	94,5	85,6	75,5
		20	50	95,1	89,3	69,6
			150	95,8	89,5	73,5
			250	91,0	84,7	69,5

эффективность при работе опрыскивателем ОП-2000 в норме 0,75 л/га составила 97,3 %. При последующих учетах данный показатель снижался и на 7-е сутки составлял 90,7 %, на 14-е – 78,3 %. Использование инсектицида в норме 0,50 л/га привело к снижению данного показателя на 3-е сутки до 93,3 %, 7-е – до 88,1 и на 14-е – до 69,8 %. При этом независимо от нормы препарата максимальный эффект зафиксирован на 3-и сутки.

Данные об эффективности химической обработки посадок картофеля с помощью агродрона свидетельствуют, что численность личинок при внесении инсектицида Протеус, МД в норме 0,75 л/га снизилась на 3-и сутки после обработки на 94,6–98,0 %, на 7-е сутки биологическая эффективность была на уровне 89,8–91,7 %, на 14-е – 75,9–79,2 %. При этом данный показатель зависел от расхода рабочего раствора и размера капли. Наиболее эффективными оказались варианты с настройкой дрона на норму расхода рабочего раствора 15 и 20 л/га и размером капли 150 мкм. Биологическая эффективность в указанных вариантах находилась на уровне 79,2–98,0 % и 78,4–97,5 % соответственно, что несколько выше соответствующих показателей при наземных обработках (78,3–97,3 %).

Снижение нормы инсектицида до 0,5 л/га обеспечило гибель вредителя на 3-й день после обработки на 91,0–96,4 %, на 7-й день данный показатель составил 84,7–91,1 %, спустя 14 дней – 69,5–78,2 %. При минимальной норме препарата биологическая эффективность снизилась на 0,7–3,6; 0,6–5,3 и 1,0–7,8 % соответственно срокам учета, при этом максимальная разница наблюдалась при заключительном сроке учета.

Расчет коэффициента корреляции показал, что если при наземных обработках между нормой расхода инсектицида и его биологической эффективностью независимо от срока учета существует прямая сильная зависимость ($r = 1,0$), то при работе агродроном эффективность в меньшей степени определялась нормой расхода препарата (прямая средняя зависимость ($r = 0,532-0,609$ в зависимости от срока учета)). Следовательно, с нормой препарата эффективность инсектицида при внесении БПЛА коррелируется в меньшей степени, чем при задействовании наземной техники (ОП-2000).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение БПЛА для внесения инсектицида Протеус, МД (0,50–0,75 л/га) в борьбе с личинками колорадского жука обеспечивает высокую биологическую эффективность (69,5–98,0 %) в зависимости от параметров настройки агродрона и срока учета. Настройка агродрона на расход рабочего раствора 15 л/га и каплю размером 150 мкм дает возможность сократить норму расхода инсектицида до минимально зарегистрированной, без значительного снижения эффективности.

Список литературы

1. Волчкевич, И. Г. Защита посадок картофеля от колорадского жука / И. Г. Волчкевич. – URL: https://izr.by/doc/rec38_24.pdf (дата обращения: 22.10.2025).
2. Колорадский жук // Syngenta. – URL: <https://www.syngenta.by/koloradskiy-zhuk> (дата обращения: 22.10.2025).
3. Применение сельскохозяйственного беспилотного летательного аппарата для обработки сельскохозяйственных культур / Д. В. Кудрявцев, А. Г. Магдин, А. А. Горбунов [и др.] // Агротехника и энергообеспечение. – 2021. – № 2 (31). – С. 37–43.
4. Технология внесения пестицидов и удобрений беспилотными летательными аппаратами в цифровом сельском хозяйстве / Л. А. Марченко, А. А. Артюшин, И. Г. Смирнов [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2019. – Т. 13, № 5. – С. 38–45.

5. Методика экологического сортоиспытания : рекомендации / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Самохваловичи, 2019. – 10 с.

6. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, рентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – д. Прилуки, Минский р-н, 2009. – 318 с.

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Поступила в редакцию 26.11.2025 г.

N. A. KHOH, V. M. MAKARO, I. I. SHKLYAR

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF THE INSECTICIDE PROTEUS, OD WHEN APPLYING IT TO POTATO PLANTINGS WITH AN UNMANNED AERIAL VEHICLE

SUMMARY

The results of studies on the biological effectiveness of the insecticide Proteus, OD when applied by an unmanned aerial vehicle in the fight against Colorado potato beetle on potatoes are presented. It has been established that the use of an unmanned aerial vehicle for applying the insecticide Proteus, OD (0.50–0.75 l/ha) provides a biological effectiveness of 69.5–98.0 %, depending on the settings of the agrodron and the recording period. Setting the agrodron to a working solution flow rate of 15 l/ha and a droplet size of 150 μm makes it possible to perform treatments with the lowest registered insecticide rate without a significant decrease in effectiveness.

Key words: potato; agrodron; larva; Colorado potato beetle; insecticide; application rate; drop size; effectiveness.

УДК 635.21:631.526.32(477)

А. В. Чашинский, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, ведущий научный сотрудник

В. А. Козлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий лабораторией генетики картофеля

Н. В. Русецкий, И. А. Родькина, кандидаты биологических наук,
доценты, ведущие научные сотрудники

Д. В. Башко, научный сотрудник

Г. М. Головенчик, младший научный сотрудник

Е. Л. Раковская, научный сотрудник

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

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ФИТОПЛАЗМЕННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты по изучению фитоплазменных болезней в посадках картофеля Могилевского, Бобруйского, Кировского, Шкловского, Горецкого и Быховского районов Могилевской области.

В результате проведенных исследований установлена распространенность фитоплазмозов на картофеле в Могилевской области.

Ключевые слова: картофель; фитоплазмы; фитоплазменные болезни; желтухи; ведьмина метла; столбур; ДНК-маркеры; ПЦР-анализ.

ВВЕДЕНИЕ

Фитоплазменные заболевания растений известны еще с начала XX века. Болезнь желтуха астр впервые описана в 1902 г., ведьмина метла на картофеле – в 1926 г. в России А. А. Ячевским. Примерно в эти же годы в Крыму начали изучать болезнь, вызывающую одревеснение плодов у томата. Данное заболевание вошло в научный оборот как международный термин под названием *Stolbur*. Долгое время полагали, что эти болезни связаны с абиотическими факторами, и только в 1945 г. был обнаружен переносчик столбура пасленовых цикада *Nyalesthes obsoletus* Sign. Возбудителем столбура считался вирус, хотя выделить его не удавалось. Японскими учеными в 1967 г. при помощи электронного микроскопа был выявлен возбудитель нескольких микоплазменных болезней, сходных с возбудителями микоплазм млекопитающих, и по этой причине он тоже был отнесен к микоплазмам. С 1994 г. микоплазмы растений стали называть фитоплазмами. На сегодняшний день эти патогены вызывают заболевания у нескольких сотен видов растений. Фитоплазмы – мельчайшие бактерии без клеточной стенки, принадлежат к классу *Mollicutes*. Как вирусы они характеризуются малыми размерами (от 200 до 100 нм) и облигатным внутриклеточным паразитизмом. При поражении растений они активно заселяют флоэму, ситовидные элементы (специализированные клетки, отвечающие за транспортировку питательных веществ в растениях). Фитоплазменные болезни распространяются насекомыми-переносчиками,

сосущими сок (цикадки, псиллиды и листоблошки). Также патоген передается прививками, вегетативными частями растений и растениями-паразитами. Фитоплазмы могут сохраняться в семенном картофеле и в насекомых-переносчиках инфекции [1–4].

Долгое время идентификацию фитоплазм проводили на основе визуальных симптомов, наличия определенных видов насекомых-переносчиков, прививкой на растения-индикаторы. На основе визуальных симптомов фитоплазменные болезни картофеля условно можно разделить на группы: желтухи астр (*Aster yellows phytoplasma*), столбур (*Tomato stolbur phytoplasma*) и ведьмина метла.

На картофеле, зараженном фитоплазмами из группы «желтуха астр», наблюдают скручивание листьев на верхушке побега, пурпурное окрашивание листьев, пролиферацию, укорачивание побегов и утолщение в их узлах, образование воздушных клубней и раннее старение растений.

Симптомы на растениях картофеля, зараженных столбуром, очень похожи на симптомы из группы «желтуха астр», однако на столбурных растениях симптомы выражены более сильно.

При заражении картофеля фитоплазмами из группы «ведьмины метла» на растении образуется множество пазушных побегов, стебли имеют удлиненные междоузлия и цилиндрическое сечение, листья уменьшаются в размере, приобретают хлоротическое окрашивание, в конце вегетации отмечается образование мелких воздушных стеблей. Клубни от большого столбуром кустов вырастают мелкими, часто мягкими (кажется, что они сварились в земле). Уже в январе начинают прорастать нитевидными побегами, при этом корневая система практически не развивается [3, 5–7].

Крупный прорыв в изучении фитоплазм начался в конце 80-х – начале 90-х гг. прошлого столетия. Филогенетический анализ 16S рРНК и рибосомных последовательностей генов белка выявил филогенетическое положение фитоплазм, окончательно отнес их к представителям класса *Mollicutes*. Впоследствии были разработаны универсальные олигонуклеотидные праймеры на основе консервативных последовательностей генов 16S рРНК и использовались в анализах полимеразной цепной реакции (ПЦР), которые впервые позволили обнаружить широкий спектр фитоплазм, связанных с растениями и насекомыми-переносчиками [8–13].

В настоящее время известно 28 групп фитоплазм, являющихся возбудителями около 300 болезней, поражающих более 700 видов растений из 98 семейств, в том числе и культурных растений, таких как томат, табак, перец, баклажан, сельдерей, морковь, петрушка, виноград, кукуруза, капуста, фасоль, сахарная свекла, клевер и др. Пять групп из них относятся к фитоплазмам картофеля [1, 9]. Кроме того, группы фитоплазм 16SrI и 16SrXII, вызывающие заболевания картофеля, по литературным данным поражают и другие важные сельскохозяйственные культуры, включая мягкую пшеницу, ячмень, сахарную свеклу, морковь, люцерну, а также яблони, груши, вишни, виноград и др. [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В период бутонизации – цветения растений картофеля в 2024 г. проведены маршрутные обследования посадок картофеля (семеноводческих, товарных, а также личных подсобных хозяйств) в 6 районах Могилевской области: Бобруйском, Кировском, Шкловском, Горецком, Быховском и Могилевском. В каждом районе обследовали не менее 5 картофельных полей. Проведен отбор листовых проб с растений картофеля, визуально пораженных фитоплазмами. В течение 2–3 суток с момента взятия проб осуществлено выделение ДНК с использованием набора реагентов «АртСпин» (ООО «АртБиоТех») согласно протоколу производителя [14]. ПЦР-анализ проводили в лаборатории генетики

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». В состав Quick-load Taq 2X Master Mix входили все необходимые компоненты ПЦР: ДНК-полимераза, dNTPs, Mg²⁺ и реакционный буфер, а также красители для непосредственного нанесения реакционной смеси на гель при проведении электрофоретического анализа [5].

Визуализация продуктов амплификации осуществлялась разделением в 2 %-м агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, с последующей регистрацией результатов с помощью оборудования системы гель-документирования DOC-PRINT-VX2 (Германия).

В работе использовали праймеры, синтезированные ОДО «Праймтех» (Беларусь). В таблице 1 приведены характеристики олигонуклеотидов, отобранных для молекулярного скрининга фитоплазм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведено исследование посадок картофеля в Могилевской области по выявлению фитоплазменных болезней:

Бобруйский район – СПК «Гигант», КФХ «Гайшун», частный сектор;

Могилевский район – ОАО «Тишовка», ОАО «Фирма «Кадино», КФХ «Савельева Игоря Михайловича», частный сектор;

Кировский район – ОАО «Рассвет» им. К. П. Орловского, ОАО «Кировский райагропромтехснаб», частный сектор;

Горечковский район – ОАО «Горечковское», ГСХУ «Горечковская СС», РУП «Учхоз БГСХА», КФХ Пискунова Анатолия Васильевича, частный сектор;

Шкловский район – филиал ОАО «Экспериментальная база «Спартак», КХ «Шустово», частный сектор;

Быховский район – ОАО «Обидовичи», ФХ «Иванов Ю. В.», частный сектор.

На основании визуальной оценки в Могилевской области проявление фитоплазменной болезни в посадках картофеля наблюдалось в виде желтух и ведьминых метл (рис. 1, 2).

Для последующего тестирования методом ПЦР отобрано 246 листовых проб с признаками поражения фитоплазменными болезнями. В течение 2–3 суток с момента

Таблица 1 – Маркеры и условия для идентификации фитоплазм на картофеле методом ПЦР

Название ДНК-маркера	Размер целевого ампликона, п. н.	Последовательность 5' → 3'	Условия ПЦР
R16mF2	1 600	CATGCAAGTCGAACGGA	2 мин – 94 °С; далее 40 циклов: 30 с – 94 °С, 30 с – 60 °С, 1 мин – 72 °С и финальная элонгация 10 мин – 72 °С
R16mR2		CTTAACCCCAATCATCGA	
fU5	1 000	CGGCAATGGAGGAAACT	10 мин – 95 °С; далее 35 циклов: 30 с – 95 °С, 75 с – 55 °С, 75 с – 72 °С и финальная элонгация 10 мин – 72 °С
rU3		TTCAGCTACTCTTTGTAACA	
R16F2n	1 250	GAAACGACTGCTAAGACTGG	2 мин – 94 °С; далее 40 циклов: 30 с – 94 °С, 30 с – 50 °С, 1 мин – 72 °С и финальная элонгация 10 мин – 72 °С
R16R2n		TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG	
P1	1 800	AAGAGTTTGATCCTGGCTCAGGATT	2 мин при 94 °С; 40 циклов по 30 с при 94 °С; 30 с при 53 °С
Tint		TCAGGCGTGTCTAACCAGC	



Рисунок 1 – Растения картофеля с симптомами фитоплазмы желтухи астры, отобранные в посадках картофеля Горецкого района Могилевской области



Рисунок 2 – Растения картофеля с симптомами фитоплазмы ведьмины метлы, выявленные в посадках картофеля Шкловского района Могилевской области

взятия листового материала была выделена ДНК из листовой пластины каждой пробы. В дальнейшем проведен ПЦР-анализ, подтверждающий или опровергающий наличие возбудителей фитоплазменных болезней в тестируемых образцах.

Согласно данным ПЦР-анализа, из 42 листовых проб, отобранных в Бобруйском районе по результатам визуальной диагностики, у 40 образцов выявлено наличие маркера P1/Tint (частота встречаемости 95,1 %). Частота встречаемости маркера R16 2n – 89,4 %. Для маркеров fU5/rU3 и R16m встречаемость составила 50,8 и 7,4 % соответственно (табл. 2).

В Быховском районе проанализированы 42 листовые пробы. Маркер P1/Tint выявлен у всех проанализированных образцов (частота встречаемости 100,0 %). Несколько меньшую частоту встречаемости (95,1 %) показал маркер R16 2n. Для маркера fU5/rU3 данный показатель составил 48,9 %. Наименьшая частота встречаемости отмечена для маркера R16m – 13,7 %.

Результаты амплификации маркера R16 2n на наличие фитоплазм в посадках картофеля Бобруйского района Могилевской области показаны на рисунке 3.

В Кировском районе были отобраны 42 листовые пробы с симптомами поражения фитоплазмоидами. Частота встречаемости изучаемых маркеров составила от 2,9 до 98,0 %. Доля проб с наличием маркера P1/Tint составила 97,6 %, несколько ниже для маркера R16 2n – 95,2, маркера fU5/rU3 – 50,0 %. В пробах из Кировского района наименьшая частота встречаемости характерна для маркера R16m (2,4 %).

В Горецком районе маркер P1/Tint выявлен в 41 из 42 отобранных проб (98,0 %), встречаемость 81,3 % выявлена для маркера R16 2n. Частота встречаемости маркеров R16m и fU5/rU3 была ниже и составила 32,6 и 79,5 % соответственно.

Результаты амплификации маркера P1/Tint на наличие фитоплазм в посадках картофеля Кировского и Горецкого районов Могилевской области показаны на рисунках 4 и 5.

В общей сложности в посадках картофеля Шкловского района было отобрано 37 листовых проб растений с симптомами фитоплазменных болезней. Установлено, что у 37 образцов выявлен маркер P1/Tint (частота встречаемости 100 %). Частота встречаемости маркеров R16m и fU5/rU3 составила 9,7 и 78,8 % соответственно.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 2 – Результаты скрининга листовых проб картофеля, отобранных в картофелепроизводящих хозяйствах Могилевской области, на наличие фитопазменных болезней с помощью ПЦР-анализа, 2024 г.

Хозяйство	Количество изученных проб, шт.	Количество проб с наличием маркеров, шт.						Частота встречаемости маркеров, %					
		R16 2n	fU5/rU3	P1/Tint	R16m	R16 2n	fU5/rU3	P1/Tint	R16m	R16 2n	fU5/rU3	P1/Tint	R16m
Бобруйский район													
КФХ «Гайшун»	10	10	7	10	0	100	70	100	100	70	100	0	0
СПК «Гигант»	10	9	5	9	1	90	50	90	90	50	90	10	10
Частный 1	8	8	5	8	1	100	63	100	100	63	100	13	13
Частный 2	7	5	2	6	0	71	29	86	71	29	86	0	0
Частный 3	7	6	3	7	1	86	43	100	86	43	100	14	14
Среднее значение	–	–	–	–	–	89,4	50,8	95,1	89,4	50,8	95,1	7,4	7,4
Всего	42	38	22	40	3	–	–	–	–	–	–	–	–
Быховский район													
ОАО «Облдовичи»	10	9	1	10	3	90	10	100	90	10	100	30	30
ФХ «Иванов Ю. В.»	10	10	2	10	1	100	20	100	100	20	100	10	10
Частный 1	8	8	8	8	0	100	100	100	100	100	100	0	0
Частный 2	7	6	2	7	1	86	29	100	86	29	100	14	14
Частный 3	7	7	6	7	1	100	86	100	100	86	100	14	14
Среднее значение	–	–	–	–	–	95,1	48,9	100	95,1	48,9	100	13,7	13,7
Всего	42	40	19	42	6	–	–	–	–	–	–	–	–
Кировский район													
ОАО «Кировский райагропромтехснаб»	10	10	6	9	0	100	60	90	100	60	90	0	0
ОАО «Рассвет им. К. П. Орловского»	10	10	4	10	0	100	40	100	100	40	100	0	0
Частный 1	8	8	5	8	0	100	63	100	100	63	100	0	0
Частный 2	7	7	4	7	0	100	57	100	100	57	100	0	0
Частный 3	7	5	2	7	1	71	29	100	71	29	100	14	14
Среднее значение	–	–	–	–	–	94,3	49,6	98,0	94,3	49,6	98,0	2,9	2,9
Всего	42	40	21	41	1	–	–	–	–	–	–	–	–
Горецкий район													
ГСХУ «Горецкая СС»	10	8	3	10	3	80	30	100	80	30	100	30	30
РУП «Учхоз БГСХА»	10	8	8	9	9	80	80	90	80	80	90	90	90

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

Окончание таблицы 2

Хозяйство	Количество изученных проб, шт.	Количество проб с наличием маркеров, шт.				Частота встречаемости маркеров, %			
		R16 2п	fU5/rU3	P1/Tint	R16m	R16 2п	fU5/rU3	P1/Tint	R16m
КФХ Пискунова Анатолия Васильевича	8	6	7	8	0	75	88	100	0
ОАО «Горьцкое»	7	6	7	7	2	86	100	100	29
Частный 1	7	6	7	7	1	86	100	100	14
Среднее значение	—	—	—	—	—	81,3	79,5	98,0	32,6
Всего	42	34	32	41	15	—	—	—	—
Шкловский район									
ОАО «Экспериментальная база «Слартак»	6	6	4	6	0	100	67	100	0
КХ «Пустово»	10	8	7	10	2	80	70	100	20
Частный 1	7	7	7	7	0	100	100	100	0
Частный 2	7	6	5	7	2	86	71	100	29
Частный 3	7	7	6	7	0	100	86	100	0
Среднее значение	—	—	—	—	—	93,1	78,8	100	9,7
Всего	37	34	29	37	4	—	—	—	—
Могилевский район									
КФХ «Савельева Игоря Михайловича»	10	10	4	9	1	100	40	90	10
ОАО «Фирма «Кадино»	10	10	5	10	2	100	50	100	20
ОАО «Гиповка»	10	10	7	9	1	100	70	90	10
Частный 1	5	3	2	5	2	60	40	100	40
Частный 2	6	6	5	6	1	100	83	100	17
Среднее значение	—	—	—	—	—	92,0	56,7	96,0	19,3
Всего	41	39	23	39	7	—	—	—	—

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

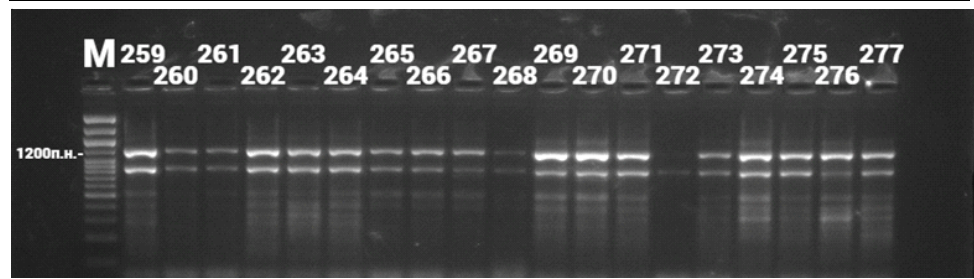


Рисунок 3 – Визуализация результатов амплификации маркера R16 2n на наличие фитоплазм в листовых пробах Бобруйского района Могилевской области в 2 %-м ТАЕ-агарозном геле с помощью бромистого этидия:
М – маркер молекулярного веса ДНК (Step100 plus – Biolabmix, Россия)
100 п. н. до 3 000 п. н.; 259–277 – образцы из Бобруйского района.
Искомый фрагмент – 1 250 п. н.

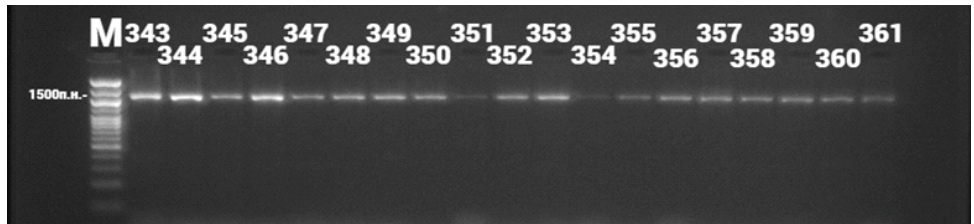


Рисунок 4 – Визуализация результатов амплификации маркера P1/Tint на наличие фитоплазм в листовых пробах Кировского района Могилевской области в 2 %-м ТАЕ-агарозном геле с помощью бромистого этидия:
М – маркер молекулярного веса ДНК (Step100 plus – Biolabmix, Россия)
100 п. н. до 3 000 п. н.; 343–361 – образцы из Кировского района.
Искомый фрагмент – 1 250 п. н.

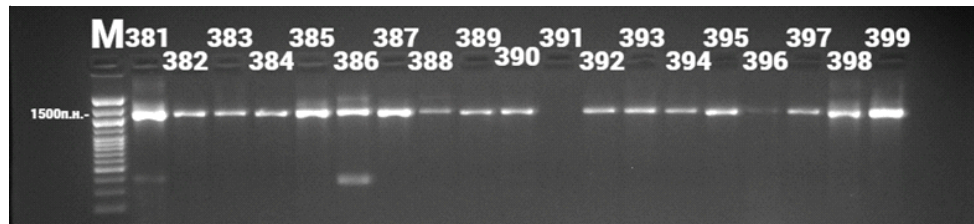


Рисунок 5 – Визуализация результатов амплификации маркера P1/Tint на наличие фитоплазм в листовых пробах **Горецкого района** Могилевской области в 2 %-м ТАЕ-агарозном геле с помощью бромистого этидия:
М – маркер молекулярного веса ДНК (Step100 plus – Biolabmix, Россия)
100 п. н. до 3 000 п. н.; 381–399 – образцы из Горецкого района.
Искомый фрагмент – 1 250 п. н.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

В Могилевском районе листовые пробы взяты с 41 растения картофеля, пораженного фитоплазмами. Частота встречаемости маркеров R16m составила 14,6 %, fU5/rU3 – 59,3, P1/Tint – 97,6 и R16 2n – 91,5 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оценки распространенности фитоплазменных болезней в Могилевской области проведено маршрутное обследование посадок картофеля в хозяйствах Бобруйского, Кировского, Шкловского, Горецкого, Быховского и Могилевского районов. По результатам визуальной диагностики отобрано 246 листовых проб картофеля с признаками поражения фитоплазмами. Проведенный ПЦР-анализ подтвердил наличие фитоплазм у всех отобранных проб.

Наибольшая частота встречаемости характерна для маркера P1/Tint – от 95,1 % (Бобруйский район) до 100,0 % (Быховский и Шкловский районы), частота встречаемости маркера R16 2n – от 81,3 % в Горецком районе до 95,1 % в Быховском. Для маркера fU5/rU3 – от 48,9 % в Быховском районе до 79,5 % в Горецком. Наименьшая частота встречаемости отмечена у маркера R16m – 2,9 % в Кировском районе.

Таким образом, согласно данным визуальной диагностики растения картофеля с симптомами фитоплазменных болезней картофеля выявлены в посадках Могилевского, Бобруйского, Кировского, Шкловского, Горецкого и Быховского районов Могилевской области. На основании полученных данных ПЦР-анализа установлено, что для идентификации возбудителей фитоплазм картофеля наиболее эффективны маркеры P1/Tint и R16 2n – выявлены у 240 (97,6 %) и 225 проб (91,5 %) соответственно.

Список литературы

1. Богоутдинов, Д. З. Фитоплазмозы картофеля и методы их изучения : научно-методическое пособие / Д. З. Богоутдинов. – Самара : Самарская ГСХА, 2000. – 35 с.
2. Фитоплазменные болезни картофеля и их переносчики в центральном регионе России / Н. В. Гирсова, Т. Б. Кастальева, К. А. Можаяева, Ю. И. Мешков // Защита растений. – 2014. – № 2. – С. 31–33.
3. Гирсова, Н. В. К вопросу о сохранении и передаче фитоплазменной инфекции клубнями картофеля / Н. В. Гирсова // Известия ТСХА. – 2017. – Вып. 2. – С. 60–75.
4. Фитоплазмозы картофеля / Д. З. Богоутдинов // АгроXXI. Научно-практический журнал. – 2001. – № 7. – С. 10. – URL: <https://www.agroxxi.ru/journal/200107/200107.pdf> (дата обращения: 17.02.2017).
5. Методика определения фитоплазм с использованием молекулярных методов диагностики: ПЦР и ПДРФ / Рос. акад. с.-х. наук, Отд-ние биотехнологии и защиты растений, Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии ; подгот. Н. В. Гирсова, Т. Б. Кастальева, К. А. Можаяева ; под общ. ред. К. А. Можаяевой. – М. : Россельхозакадемия, 2013. – 24 с.
6. Deng, S. Amplification of 16S rRNA genes from culturable and non-culturable mollicutes / S. Deng, C. Hiruki // Journal of Microbiological Methods. – 1991. – № 14. – P. 53–61.
7. Universal amplification and analysis of pathogen 16SrDNA for Classification and Identification of Mycoplasma-like Organisms / I.-M. Lee, R. W. Hammond, R. E. Davis, D. E. Gundersen // Phytopatology. – P. 834–842. – URL: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1993Abstracts/Phyto_83_834.htm (date of access: 17.02.2017).
8. Molecular detection and identification of group 16SrI and 16SrXII phytoplasmas associated with diseased potatoes in Russia / N. V. Girsova, K. D. Bottner, K. A. Mozhaeva

[et al.] // Plant Disease. – 2008. – Vol. 92 (4). – P. 654–659.

9. Girsova, N. V. Diverse phytoplasmas associated with potato stolbur and other related potato diseases in Russia / N. V. Girsova, K. D. Bottner-Parker, D. Z. Bogoutdinov [et al.] // European Journal of Plant Pathology. – 2016. – Vol. 145, № 1. – P. 139–153.

10. Green, M. J. Easy and efficient DNA extraction from woody plants for the detection of phytoplasmas by polymerase chain reaction / M. J. Green, D. A. Thompson, D. J. MacKenzie // Plant Disease. – 1999. – Vol. 83. – P. 482–485.

11. Classification of phytoplasma strains in the yellows group (16SrV) and proposal of «Candidatus Phytoplasma ulmi» for the phytoplasma associated with elm yellows / I.-M. Lee, M. Martini, C. Marcone, S. F. Zhu // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2004. – Vol. 54 (Pt 2). – P. 337–347.

12. Diverse phytoplasmas associated with leguminous crops in Russia / N. V. Girsova, D. Z. Bogoutdinov, Y. I. Meshkov [et al.] // European Journal of Plant Pathology. – 2017. – P. 599–608.

13. Musetti, R. Phytoplasmas / R. Musetti, L. Pagliari // Methods in Molecular Biology. – 2019. – Vol. 1875. – P. 351–363.

14. Instructions for NUCLEOSORB DNA isolation kits Type C. – URL: <http://primetech.by/index.php?route=module/downloads> (date of access: 09.03.2021).

Поступила в редакцию 12.12.2025 г.

A. V. CHASHINSKIY, V. A. KOZLOV, N. V. RUSSETSKIY, I. A. RODKINA,
D. V. BASHKO, G. M. GOLOVENCHIK, E. L. RAKOVSKAYA

STUDY OF THE PREVALENCE OF PHYTOPLASMA DISEASES IN POTATO PLANTINGS OF THE MOGILEV REGION

SUMMARY

The results of a study on phytoplasma diseases in potato plantings in the Mogilev, Bobruisk, Kirovsk, Shklov, Gorki, and Byhov districts of the Mogilev Region are presented.

The conducted studies revealed the prevalence of phytoplasmas in potato crops of the Mogilev Region.

Key words: potato; phytoplasmas; phytoplasma diseases; yellows; witches' broom; stolbur; DNA-markers; PCR-analysis.

Научное издание

КАРТОФЕЛЕВОДСТВО И ОВОЩЕВОДСТВО

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ТОМ 3

Основан в 2023 году

Ответственный за выпуск Е. А. Мацулевич

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 508 12 68. E-mail: belbulba@belbulba.by

Подписано в печать 30.12.2025. Формат 70×100 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 14,46. Уч.-изд. л. . Тираж 100 экз. Заказ 23. 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.